



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONSTRUÇÃO CIVIL**

NELSON RAFAEL MUÑOZ MATOS

**GESTÃO DE FACILIDADES EM TEMPO REAL:
INTEGRAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL AO BIM**

BELO HORIZONTE

2018

Nelson Rafael Muñoz Matos

**Gestão de Facilidades em Tempo Real:
Integração da Visão Computacional ao Bim**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Orientadora: Dra. Maria Cristina de Carvalho
Coorientador: Dr. Flávio Luis Cardeal Pádua**

**BELO HORIZONTE
2018**

M433g Matos, Nelson Rafael Muñoz
Gestão de facilidades em tempo real: integração da visão computacional ao BIM / Nelson Rafael Muñoz Matos. – 2018. 269 f. : il., gráfs, tabs., fotos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Civil.

Orientadora: Maria Cristina de Carvalho.

Coorientador: Flávio Luis Cardeal Pádua.

Bibliografia: f. 134-141.

Dissertação (mestrado) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Civil.

1. Gestão de instalações – Teses. 2. Modelagem de informação da construção – Teses. 3. Visão por computador – Teses. 4. Controle em tempo real – Administração – Teses. 5. Gerenciamento de projetos – Teses. I. Carvalho, Maria Cristina de. II. Pádua, Flávio Luis Cardeal. III. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Civil. IV. Título.

CDD 692

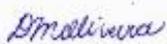
NELSON RAFAEL MUÑOZ MATOS

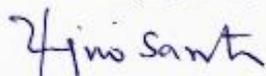
**GESTÃO DE FACILIDADES EM TEMPO REAL:
INTEGRAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL AO BIM**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil do CEFET-MG como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil


Profa. Dra. Maria Cristina Ramos de Carvalho
Orientadora
Departamento de Engenharia Civil, CEFET-MG


Prof. Dr. Flávio Cardeal Pádua
Coorientador
Departamento de Computação, CEFET-MG


Profa. Dra. Danielle Meireles de Oliveira
Examinador Externo
Departamento de Engenharia de materiais e construção, UFMG


Prof. Dr. Flávio Santos
Examinador
Departamento de Engenharia Civil, CEFET-MG

Belo Horizonte, 09 de julho de 2018

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade, e às pessoas e instituições que contribuíram na realização deste trabalho:

- Ao centro Cultural Brasil - República Dominicana, pelo incentivo de fazer este mestrado;
- Aos orientadores pelo apoio;
- Aos professores do programa de pós-graduação do CEFET-MG pelos ensinamentos;
- Ao MESCyT (Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana), pelo apoio financeiro;
- Aos colegas do mestrado pelo apoio;
- A minha esposa pelo incentivo, apoio e entrega, que junto comigo veio fazer este mestrado no Brasil.

RESUMO

A indústria da construção sofre de baixa produtividade, refletindo um atendimento deficiente das necessidades de desenvolvimento da infraestrutura da qual o país precisa para o crescimento económico. Estudos tem concluído que se precisa da inovação tecnológica como uma das bases fundamentais para o aumento do crescimento sustentável e da produtividade. A utilização do *Building Information Modeling* (BIM) na indústria da construção tem surgido como uma ferramenta para dar resposta a esta necessidade de inovação tecnológica, informatizando integralmente o processo de construção assim como todo o ciclo de vida das construções. Outra tecnologia que tem demonstrado grande sucesso é a Visão Computacional (VC) aplicada ao BIM para refletir digitalmente e em tempo real o andamento e estado das construções. A Gestão de Facilidades (GF) representa um elemento crucial da indústria que, até o momento, não teve a aplicação destas duas tecnologias conjuntamente, como têm sido aplicadas em outras áreas da indústria. Este trabalho tem como objetivo estudar a viabilidade da integração da VC com o BIM para captação, processamento e visualização de dados para facilitar as operações e a tomada de decisões em tempo real de diversas áreas da GF. Isto é atingido através do levantamento de dados sobre as diversas técnicas de VC que podem ser aplicadas junto ao BIM na GF. As fontes da pesquisa baseiam-se na revisão da literatura, assim como reportes de inspeção e a realização de entrevistas com profissionais da área. Os dados coletados são posteriormente classificados e mapeados graficamente em uma estrutura conceitual coerente, e a estrutura resultante validada novamente com profissionais da indústria. Os dados estruturados e validados são utilizados para produzir um arcabouço conceitual e aplicado na criação de um protótipo do sistema proposto, o qual foi implementado para verificar a sua viabilidade. Embora tenham sido detectados desafios que poderiam dificultar o uso do sistema devido ao estado atual das tecnologias disponíveis comercialmente até o momento, comprova-se a tecnologia desenvolvida como uma alternativa viável para facilitar uma GF mais eficiente. Isso porque reaproveita as câmeras de segurança sem acrescentar sensores nem o incremento de custo tipicamente associados aos sistemas de captação e sensoriamento de dados tradicionais.

Palavras-chave: Gestão de Facilidades. Building Information Modeling (BIM). Visão Computacional. Gestão em Tempo Real. Arcabouço Conceitual.

ABSTRACT

The construction industry is currently suffering from low productivity, resulting a deficiency to service basic infrastructure development, of which the country relies upon for economic growth. Studies have found that technologic innovation is needed as one of the basic cornerstones for sustainable growth and productivity. The use of Building Information Modeling (BIM) in the construction industry has emerged as one of the main tools for responding to this technologic innovation need, bringing the construction process as well as the whole building live-cycle into the age of integrated information. Another technology that has shown great success is Computer Vision (CV) applied to BIM in order to digitally reproduce in real-time the construction progress and state. Facilities Management (FM) represents a crucial element of the industry that has not seen the application of these two technologies in conjunction in the same way they have been applied in other industry segments. This work has the objective of studying the viability of integrating VC with BIM for capturing, processing and visualizing data to facilitate the operation and decision-making processes of FM. This is achieved through data gathering about various CV techniques that can be used in conjunction with BIM for FM. The data gathering consists of researching existing academic literature, as well as inspection reports and conducting interviews with industry professionals. The collected data is subsequently classified and graphically mapped in a coherent conceptual structure, and this resulting structure is validated once more with industry experts. This validated structure is used to produce a conceptual framework and it is applied to the creation of a prototype of the proposed system which was implemented to validate its viability. Although several challenges were detected that could difficult the use of the system, due to the state of current commercially available technologies, it has been proven that the developed technology is a viable alternative to facilitate a more efficient FM, which at the same time reuses security cameras without the addition of sensors or the increase in costs typically associated with traditional data gathering and sensing systems.

Keywords: Facilities Management. Building Information Modeling (BIM). Computer Vision. Real Time Management. Framework.

SUMARIO

1. Introdução	14
1.1. Objetivos:	16
1.1.1. Objetivo Geral	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
1.2. Justificativa e Relevância	17
1.3. Restrições e Limitações da Pesquisa	17
1.4. Estrutura do Trabalho	17
2. Fundamentação Teórica	18
2.1. Gestão de Facilidades	18
2.2. Plataformas de Gestão	22
2.3. BIM para a Gestão de Facilidades	25
2.3.1. BIM em tempo real para Gestão de Facilidades	29
2.5. Utilização da Visão Computacional no BIM	36
2.6. Utilização da Visão Computacional na Gestão de Facilidades	39
2.7. Integração da Visão Computacional e BIM para a Gestão de Facilidades	45
3. Metodologia	47
3.1. DMADV	47
3.1.1. Definir	48
3.1.2. Medir	50
3.1.3. Analisar	51
3.1.4. Design	51
3.1.4.1. Arcabouço Conceitual	52
3.1.4.1.1 Classes UML	52
3.1.5. Verificar	53
3.1.5.1 Implementação IFC	53
3.1.5.2. Protótipo	54
3.1.5.2.1. Modelagem BIM	54
3.1.5.2.2. Vinculo BIM	55
4. Resultados	56
4.1 Teste Conceitual	56
4.2. Definir	60
4.2.1. Literatura	61
4.2.2. Entrevistas	62
4.2.2.1. Características das facilidades entrevistadas	68

4.2.3. Reportes de Inspeção	71
4.2.4. Categorização e Mindmapping	75
4.2.4.1. Relação entre áreas e os casos de uso.	76
4.2.4.2. Planejamento do Espaço, Alocação e Gestão	78
4.2.4.3. Planejamento do Espaço de Trabalho, Alocação e Gestão	80
4.2.4.4. Sustentabilidade	80
4.2.4.5. Gestão de Projeto de Construção	81
4.2.4.6. Operação, Manutenção e Conserto	81
4.2.4.7. Gestão de Emergências	84
4.2.4.8. Vigilância e Gestão de Segurança Física	84
4.2.4.9. Serviços Administrativos Gerais	87
4.2.4.10. Marketing	87
4.3. Medir	88
4.4. Design	91
4.4.1. Implementação do Sistema de Visão Computacional no UML e IFC.	92
4.4.2. Mapeamento de eventos a propriedades IFC	102
4.5. Verificar	113
4.5.1. psdXML	113
4.5.1.1. Xml Schema Definition	115
4.5.1.2. Propriedades	116
4.5.2. .IFC	117
4.5.2.1. População de Propriedades a partir dos psdXML.	117
4.5.2.2. Medição de Performance para aplicação em Tempo Real.	123
4.5.3. Compatibilidade	125
4.5.3.1. Softwares populares.	126
4.5.3.2. Exposição da propriedade IfcPropertyReferenceValue.	128
5. Conclusões	130
6. Sugestões para trabalhos futuros	133
Referências	134
Apêndice A - Questionário de Entrevistas de Coleta de Dados	142
Apêndice B - Questionário de Entrevistas de Validação	144
Apêndice C – Transcrição Entrevista A	145
Apêndice D – Transcrição Entrevista B	152
Apêndice E – Transcrição Entrevista C	167
Apêndice F – Transcrição Entrevista D	172

Apêndice G – Eventos a partir de entrevistas.	177
Apêndice H – Eventos a partir de reportes de Inspeção	179
Apêndice I – Eventos a partir da literatura	180
Apêndice J - Entrevista de Validação B	183
Apêndice K - Entrevista de Validação C	186
Apêndice L - Entrevista de Validação D	187
Apêndice M – Resultados Entrevista de Validação	188
Apêndice N – Xml Schema Definition (XSD) para psdXML.	189
Apêndice O – psdXML e transformações XSL correspondentes.	208
Apêndice P – Código Fonte do Programa Desenvolvido.	244

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valor da informação vs. etapa do ciclo de vida.....	15
Figura 2 - Áreas Potenciais nas quais o BIM pode ser utilizado na GF.....	26
Figura 3 - Resumo de utilização na planta arquitetônica do prédio Y2E2.....	32
Figura 4 - Consumo de calefação versus conforto do usuário.....	32
Figura 5 - Estado dos equipamentos afetados por temperatura muito alta.....	34
Figura 6 - Implementação da arquitetura do sistema num caso de estudo.....	35
Figura 7 - Valores de sensores aplicados a salas empregando o Revit com configuração de cores para faixas de valores de Lux.....	36
Figura 8 - Processo de criação do BIM para edificações novas e existentes.....	37
Figura 9 - Resumo sistêmico de abordagens para reconhecimento de objetos aplicados em edificações existentes.....	38
Figura 10 - Metodologia da Pesquisa com o método DMADV.....	48
Figura 11 - Diagrama UML da representação esquemática do contextualizador de ordens de trabalho e localizador de causas aplicáveis.....	53
Figura 12 - Renderizado Sintético, Alfa e Real. Porta fechada e aberta.....	57
Figura 13 - Imagens sintéticas para treino e Bag of Features.....	57
Figura 14 - Detecção em set real utilizando Bag of Features Sintético.....	58
Figura 15 - Velocidade de Detecção x Precisão – Tipo de Classificador.....	59
Figura 16 - Velocidade de Detecção x Precisão – Classificadores individuais.....	59
Figura 17 - Interfase gráfica, vínculo BIM e visualização no BIMserver.....	60
Figura 18 - Sistemas automatizados de monitoramento de consumo de energia e estado da central de água gelada, facilidade D.....	69
Figura 19 - Checklist previsto, realizado, pendente x equipe (área).....	72
Figura 20 - Quantidade de preventivas planejadas x executadas (dentro e fora do prazo) x tipo de OS.....	73
Figura 21 - Quantidade de OSs realizadas x equipe.....	73
Figura 22 - Quantidade de OSs abertas x dia.....	73
Figura 23 - Extrato da planilha de trabalho de categorização.....	75
Figura 24 - Gráfico de relação entre as áreas e os casos de uso.....	77
Figura 25 - Mindmapping do planejamento do espaço, alocação e gestão.....	79
Figura 26 - Mindmapping do planejamento do espaço de trabalho, alocação e gestão.....	80
Figura 27 - Mindmapping sustentabilidade.....	80
Figura 28 - Mindmapping Gestão de projeto de construção.....	81
Figura 29 - Mindmapping operação, manutenção e conserto.....	83
Figura 30 - Mindmapping gestão de emergências.....	84

Figura 31 - Mindmapping Vigilância e gestão de segurança física.	86
Figura 32 - Mindmapping Serviços administrativos gerais.	87
Figura 33 - Mindmapping marketing.	88
Figura 34 - Resultados entrevista de validação.	89
Figura 35 - Diagrama de árvore dos tipos de elementos do sistema de VC.....	95
Figura 36 - Diagrama de objetos UML do sistema de VC em IFC para GF.....	96
Figura 37 - Implementação de Câmeras como Sensores para VC.	99
Figura 38 - Implementação de Eventos como propriedades.....	100
Figura 39 - Implementação do sistema do controle no IFC.....	101
Figura 40 - PropertySet pré-definido Pset_SensorPHistory.	115
Figura 41 - psdXML do grupo de propriedades CvDoorState no navegador Mozilla FireFox.....	116
Figura 42 - Sample House	
Figura 43- Smiley West.....	118
Figura 44 - Phantasy Office Building	118
Figura 45 - Rodada do programa no arquivo Sample House.....	120
Figura 46 - Rodada do programa no arquivo Smiley West.	120
Figura 47 - Rodada do programa no arquivo Phantasy Office Building.....	121
Figura 48 - Fim da rodada do teste no arquivo Sample House.....	124
Figura 49 - Registro de 1.000.000 eventos em blocos de 50.000.....	125
Figura 50 - Xbim Xplorer antes de ser modificado.....	128
Figura 51 - Xbim Xplorer modificado.	129

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Funções comuns da gestão de facilidades	19
Tabela 2 - Dois cenários representando o requerimento de informação potencial do pessoal técnico da GF	24
Tabela 3 - Diversas fontes de dados dos prédios.	27
Tabela 4 - Mapeamento de tecnologias de captação de dados com requerimentos de captação de dados.	28
Tabela 5 - Características das principais técnicas de captação de dados no setor da construção.....	29
Tabela 6 - Análise de tecnologias de softwares comerciais de captura, processamento e modelagem com respeito da integração de BIM ou CAD.	29
Tabela 7 - Informação requerida para construir a base de conhecimento para análise de utilização de espaço.	31
Tabela 8 - Representação de metadata de sensores em diferentes padrões.	33
Tabela 9 - Exemplo de código EXPRESS e relações lógicas.	34
Tabela 10 - Capacidades dos Sistemas de Vigilância por Vídeo.	41
Tabela 11 - Requerimentos das Aplicações para a Melhoria da Eficiência.	41
Tabela 12 - Métodos de detecção de Eventos Incomuns.	42
Tabela 13 - Métodos de resumo de vídeos.....	42
Tabela 14 - Técnicas de detecção de eventos por área de aplicação.....	43
Tabela 15 - Eventos detectáveis.	44
Tabela 16 - Etapas DMADV da pesquisa.	48
Tabela 17 - Exemplo de classificação de eventos a partir da literatura.....	62
Tabela 18 - Dados gerais das entrevistas realizadas	63
Tabela 19 - Exemplo de eventos identificados, entrevista B.....	63
Tabela 20 - Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade A.	64
Tabela 21 - Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade B.	64
Tabela 22 - Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade C.	67
Tabela 23 - Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade D.	68
Tabela 24 - Resumo de reportes de inspeção obtidos.....	70
Tabela 25 - Extrato de vistoria dos bombeiros da facilidade B.....	74
Tabela 26 - Planejamento do espaço, alocação e gestão – Eventos de detecção direta...78	
Tabela 27 - Planejamento do espaço, alocação e gestão – Eventos derivados.....78	
Tabela 28 - Planejamento do espaço de trabalho, alocação e gestão - Eventos de detecção direta.	80
Tabela 29 - Sustentabilidade - Eventos de detecção direta.	80
Tabela 30 - Gestão de projeto de construção - Eventos de detecção direta.	81
Tabela 31 - Operação, manutenção e conserto - Eventos de detecção direta.....	81
Tabela 32 - Operação, manutenção e conserto - Eventos derivados.....	82
Tabela 33 - Gestão de emergências - Eventos de detecção direta.....	84
Tabela 34 - Vigilância e gestão de segurança física - Eventos de detecção direta.....	84
Tabela 35 - Vigilância e gestão de segurança física - Eventos derivados.....	85
Tabela 36 - Serviços administrativos gerais - Eventos derivados.	87
Tabela 37 - Marketing - Eventos derivados.	87
Tabela 38 - Eventos identificados nas entrevistas de validação, facilidade B.	89
Tabela 39 - Eventos identificados nas entrevistas de validação, facilidade C.	91

Tabela 40 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Door State.	103
Tabela 41 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Window State.	103
Tabela 42 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Occupant State.....	104
Tabela 43 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Occupant Activity.....	105
Tabela 44 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Space State.....	106
Tabela 45 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Furniture State.....	108
Tabela 46 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Transport State.....	109
Tabela 47 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Transport Activity.....	110
Tabela 48 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Building Element State.	111
Tabela 49 - Mapeamento de propriedades do tipo de evento Resource State.....	112
Tabela 50 - Extrato de Mapeamento de propriedades do tipo de evento Door State	113
Tabela 51 - Correspondências do psdXML ao arquivo .ifc.....	118
Tabela 52 - Comparativo tamanho dos arquivos original e modificado.	122

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AEC - Arquitetura, Engenharia e Construção
AV – Análise Visual
BAS - Building Automation Systems
BEMS - Building Energy Management Systems
BIM - Building Information Modeling
BMS - Building Management Systems
CAFM - Computer Aided Facilities Management
COBie – Construction Operations Building Information exchange
CMMS - Computerized Maintenance Management Systems
DMADV – Define Measure Analyze Design Verify
EDMS - Electronic Document Management Systems
GF – Gestão de Facilidades
IAI - Industry Alliance for Interoperability
IFC- Industry Foundation Classes
NIMBS – National Building Information Model Standard
NIST - National Institute of Standards and Technology
O&M - Operação e Manutenção
SfM – Structure from Motion
UML – Unified Modeling Language
VC - Visão Computacional
WSN – Wireless Sensor Network

1. Introdução

No ano 2015 a Indústria da Construção no Brasil fez um aporte de 10,5% ao PIB nacional, porém essa fatia representa uma diminuição da participação na cadeia produtiva brasileira. A queda acumulada do PIB foi de 7,6% em relação a 2014, enquanto a queda associada à produtividade foi de 4,2%. Este cenário leva ao não atendimento das necessidades de desenvolvimento urbano e da infraestrutura econômica, das quais o país precisa para crescer de forma sustentável (Fiesp, 2016). No 11º Construbusiness, a situação atual do setor da construção foi explorada amplamente, com a FIESP (Fiesp, 2015) concluindo o seguinte à respeito da necessidade de incrementar a produtividade do setor:

“A base do crescimento sustentado e da competitividade é o aumento contínuo da produtividade, que é obtido por meio da inovação tecnológica, da qualificação da mão de obra, da redução das ineficiências no processo produtivo e do aumento das escalas de produção.”

Um cenário similar ocorreu no Reino Unido e nos Estados Unidos, onde o setor da construção manteve paridade de produtividade com os outros setores da economia (BIM Industry WorkingGroup, 2011). Para contrabalançar essa realidade, após o ano 2011, o governo do Reino Unido começou a implementação de uma série de medidas com os objetivos principais de: reduzir os custos dos bens e atingir maior eficiência operacional, facilitar maior eficiência e efetividade das cadeias de fornecimento da construção, apoiar a criação de um setor que olha para um futuro no qual se possam basear os alvos de crescimento do país (Blackwell, 2015).

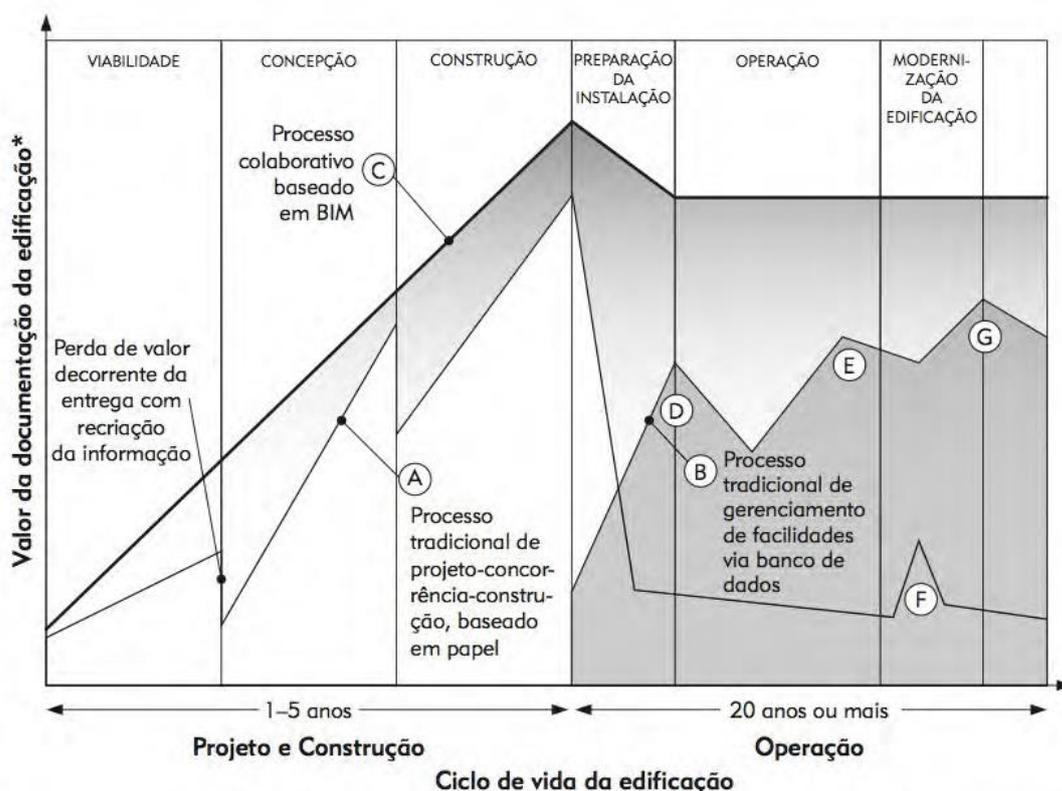
A base da estratégia do governo do Reino Unido consiste em que o governo, como cliente, pode derivar melhoras significativas em custos, valor e emissões de carvão através do uso das informações de bens abertos e compartilháveis. A ferramenta principal, dentro de um conjunto, que está sendo implementada no Reino Unido é chamada BIM (BIM Industry Working Group, 2011) com a qual se espera atingir economias na faixa de 15% a 30% para a indústria da construção, além de outros benefícios derivados, como a expansão do mercado e otimização dos custos ao longo prazo da administração dos bens públicos (BIM Task Group, 2016).

NIBS (2016) define BIM como uma representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Um BIM consiste em um recurso compartilhado de informação sobre uma edificação formando uma base confiável na tomada de decisões ao longo do ciclo de vida, definido como existente desde a primeira conceituação até a demolição.

Segundo *BIM Industry Working Group* (2011), *BIM Industry Working Group* (2016), *Eastman et al.* (2011), *McGraw Hill Construction* (2010), *Eadie et al.* (2013) e o *SmartMarket*

Brief (2016), entre 48% e 97% dos atores ao redor do mundo têm reportado retorno sobre investimento positivo nas etapas implementadas como planejamento, projeto e construção. Também, considera-se a falta de tempo para avaliar benefícios nas etapas prolongadas de operação, manutenção e demolição de obras. De forma particular, os benefícios esperados do BIM podem ser divididos de acordo com o ator envolvido. Eadie *et al.* (2013), identificaram que o principal beneficiário do BIM é o cliente, seguido da operação e da manutenção predial. Considerando que os governos são uns dos clientes principais e, os principais gerenciadores dos imóveis públicos, pode-se dizer que têm mais um benefício direto além dos alvos macroeconômicos. A Figura 1 ilustra a ideia de que o cliente e a Gestão de Facilidades (GF) são os mais beneficiados, pelo fato de que a utilização do BIM permite manter uma continuidade do aumento do valor agregado da informação na medida que a obra passa de uma etapa do ciclo de vida à outra. Ressalta-se que a etapa de operação de um edifício (20 anos ou mais) é substancialmente maior que a etapa de projeto e construção (média de 5 anos).

Figura 1 – Valor da informação vs. Etapa do ciclo de vida.



*A inclinação da linha indica o esforço necessário para produzir e manter a informação

- D) Configuração de banco de dados de gerenciamento de facilidades
- E) Integração do Gerenciamento de Facilidades com sistemas de gestão empresarial
- F) Utilização da documentação "as-built" para modernizações
- G) Atualização do banco de dados de gerenciamento de facilidades

Fonte: Adaptado de Eastman *et al.* (2011).

Técnicas de análise de produtividade baseadas em reconhecimento de imagens de vídeos são testadas com aumentos comprovados em produtividade em âmbitos de construção. Múltiplas tecnologias existem para atingir o reconhecimento de imagens, mas em termos gerais, o processo é composto pelos seguintes passos: Captura, Pré-processamento, Detecção e Extração de Características, Detecção e reconhecimento de objetos e Rastreamento e Estimativa de movimento dos objetos (Cuevas *et al.*, 2005). O resultado da implementação destas técnicas de Visão Computacional (VC) são a identificação da presença do corpo humano assim como as atividades desenvolvidas e os objetos presentes nas cenas (Kim e Caldas, 2013), gerando métricas de desempenho e obtendo dados para a otimização das atividades (Bosche e Haas, 2008; Bae *et al.*, 2013).

Considerando que o maior custo na construção civil está na GF devido ao longo prazo de operação dos edifícios, surge o interesse de realizar uma pesquisa que incorpore os ganhos de produtividade alcançados através das técnicas de VC junto com o BIM, com o objetivo de validar a fusão das tecnologias como uma ferramenta efetiva para resolver as demandas de aquisição de dados, automatização, integração, interoperabilidade e modernização da GF.

1.1. OBJETIVOS:

1.1.1. Objetivo Geral

O objetivo geral da pesquisa é avaliar a VC como ferramenta de captação de dados para alimentar um sistema de GF em tempo real baseado em BIM.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Desenvolver um arcabouço conceitual para a aplicação da VC em BIM para a GF em tempo real com a possibilidade de geração de patente.
- Identificar eventos de VC associados e contextualizados dentro das diferentes áreas ou disciplinas envolvidas na GF.
- Verificar a possibilidade do sistema proposto de capturar e disponibilizar informação em tempo real alimentando um modelo BIM em tempo real com os eventos detectados.
- Avaliar a possibilidade de utilizar VC com BIM em tempo real para atender às necessidades de: acessibilidade, integração, interoperabilidade e visualização da GF.
- Verificar a viabilidade da implementação de um sistema de VC para detecção de eventos baseado nas câmeras dos sistemas de vigilância preexistentes nas facilidades.

1.2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

Identificadas as altas expectativas de aproveitamento da captação de dados em tempo real como aporte do BIM na GF, e que as técnicas relativas estudadas até o momento acrescentam sensores e elementos novos, particularmente para viabilizar a GF, e que estes elevariam os custos das edificações, identifica-se, ainda, a oportunidade de desenvolver uma tecnologia baseada na utilização da VC para o reaproveitamento de equipamentos já contemplados nos projetos de segurança de forma a atender as necessidades de obtenção de dados em tempo real sem acrescentar equipamentos ou sensores novos para essa finalidade.

Considerando que o BIM está sendo exigido na construção de edificações públicas e privadas ao redor do mundo, e que as mesmas irão iniciar fases de operação no futuro próximo, foi identificada uma oportunidade de acrescentar uma pesquisa em um nicho que, até o momento, apresenta-se carente de referências que possam alimentar futuras pesquisas no tema.

1.3. RESTRIÇÕES E LIMITAÇÕES DA PESQUISA

- Este trabalho avalia a viabilidade da utilização da VC junto ao BIM para a GF pela aplicação da metodologia *Define-Measure-Analyze-Design-Verify* (DMADV) com uso incipiente no campo acadêmico.

- As fontes de informação são restritas ao obtido através da revisão da literatura, assim como os funcionários de empresas da cidade de Belo Horizonte. Consequentemente, as necessidades da indústria em outras localidades podem apresentar diferenças.

- Os tipos de facilidades consideradas nas entrevistas aplicam-se a projetos de grande porte de uso público e privado, com forte incidência de utilização de câmeras de segurança.

1.4. ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura da pesquisa consiste em 5 capítulos, além das referências, anexos e apêndices. O primeiro capítulo, com a introdução, apresenta a relevância e os objetivos principais da pesquisa.

O Capítulo 2, denominado Revisão Teórica, apresenta a revisão bibliográfica e a fundamentação teórica, que auxiliam o entendimento dos conceitos da Gestão de Facilidades e a utilização do BIM e da Visão Computacional no contexto da mesma.

O Capítulo 3, denominado Metodologia, detalha a metodologia utilizada para a condução do estudo estruturado dentro do arcabouço teórico do método *Define-Measure-Analyze-Design-Verify* (DMADV) do Six Sigma.

O Capítulo 4, reúne os resultados obtidos com as suas respectivas representações e análises.

O Capítulo 5, denominado Conclusões, apresenta as conclusões do estudo.

2. Fundamentação Teórica

Segundo estudo do NIST (Gallaher *et al.*, 2004), a natureza altamente fragmentada da indústria da GF, a persistência das práticas baseadas em papéis físicos, a falta de padronização e a adoção inconsistente das tecnologias entre os atores, são os fatores determinantes dos problemas de interoperabilidade da indústria da GF. Estes problemas geraram uma perda de eficiência na ordem de \$15,8 bilhões de dólares anuais nos Estados Unidos em 2002. O estudo produz os dados após a avaliação das etapas de projeto, de construção, da gestão da facilidade, dos processos de negócios, dos sistemas de software e registros redundantes em papel ao longo de todo o ciclo de vida das facilidades. A estimativa é que dois terços desses custos pertencem aos donos e operadores durante a operação e manutenção das facilidades.

2.1. GESTÃO DE FACILIDADES

A Gestão de Facilidades é uma área que engloba múltiplas disciplinas para garantir o funcionamento do ambiente construído pela integração de pessoas, lugares, processos e tecnologia (Ifma, 2017).

A GF é considerada uma disciplina de gestão relativamente nova na indústria privada porém, no setor público, já tem sido praticada durante muitos anos com diversos nomes. Até pouco tempo atrás, a GF ficava inserida nas estruturas administrativas tanto das organizações do setor público quanto do privado. O crescimento do ramo ao redor do mundo tem criado consciência da importância para longevidade e utilização eficiente das facilidades (Roper e Payant, 2014). Com este crescimento, esforços têm gerado definições e estruturas organizativas para prover um marco, no qual a disciplina possa alcançar maturidade e facilitar futuras pesquisas, avaliações e desenvolvimentos. Segundo o *National Research Council* (2008), as funções previstas para futuros gestores de facilidades até o ano 2020 são as apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Funções comuns da gestão de facilidades

Gestão da Organização

- Planejamento
- Organização
 - Por função, organização ou localização
 - Centralizado versus conduzido pelo usuário
- Funcionários
 - Gestão de pessoal
 - Avaliação de composição de funcionários, consultores e contratantes
 - Treinamento
- Direção
 - Agendamento de trabalho
 - Coordenação de trabalho
 - Desenvolvimento de políticas e procedimentos
- Controle
 - Recebimento de trabalho
 - Estabelecimento de padrões (gasto, qualidade, quantidade, tempo de entrega)
 - Agendamento
 - Utilização de sistemas de gestão de informação e tecnologias da informação
 - Gestão de contratos
 - Execução de política e procedimentos
- Avaliação
 - Design
 - Análise de programa
 - Avaliação de contratante

Planejamento da Facilidade e Previsões

- Compilação de conhecimento da unidade de negócios
- Planejamento estratégico da facilidade (planos de três a dez anos)
- Planejamento operacional da facilidade (doze meses a três anos)
- Previsão de uso de espaço (nível macro, em toda a organização)
- Programação no nível macro (em toda a organização)
- Previsão financeira e estimativas no nível macro (em toda a organização)
- Desenvolvimento da programação de capital

Administração de Arrendamentos

- Locação financeira (como proprietário)
- Administração e auditoria de arrendamentos (como proprietário ou locatário)
- Gestão da propriedade (como proprietário)

Planejamento de Espaço, Alocação e Gestão

- Alocação de espaço
- Inventário de espaço
- Previsão de espaço (nível micro, uma localidade)
- Gestão de espaço

Planejamento e Design Arquitetônico /Engenharia

- Programação no nível macro (uma localidade)
- Planejamento de construção
- Design Arquitetônico

- Design de engenharia dos sistemas principais
- Estimativa de custo de nível macro (uma localidade)
- Manutenção dos “As built”
- Planejamento de recuperação de desastres
- Preparo e atualização de documentos de design
- Conformidade com códigos
- Engenharia de tráfego
- Conformidade de zoneamento

Planejamento do espaço de Trabalho, Locação e Gestão

- Planejamento do espaço de trabalho
- Design do espaço de trabalho
- Especificações de mobiliário
- Especificações de acabamentos
- Estimativa de custos
- Manutenção dos “As built”
- Conformidade com códigos
- Gestão e manutenção de registros de Mudanças, Adições e Câmbios (MAC)
 - Gestão de alterações
 - Gestão de renovações
- Instalação de mobiliários
- Instalação de Tecnologias da Informação & Comunicação
- Provisionamento de acabamentos
- Gestão de programas de arte
- Equipamento
- Relocações
- Aquisições (para mudanças, alterações, câmbios)
- Preparação e atualização de “as built”
- Gestão de projeto

Orçamento, Contabilidade e Justificativas (realizado simultaneamente com planejamento e design)

- Programação (cobrindo o mesmo período do planejamento de espaço caso indicação contrária da empresa)
- Preparação de plano de trabalho
- Preparação de Orçamento (um a dois anos)
 - Administrativo
 - Capital
 - Operações e manutenção
 - Estornos
- Justificativa econômica
- Previsão financeira (um a dois anos)
- Formulação de orçamento
- Execução do orçamento

Aquisição e Venda Imobiliária

- Seleção e aquisição de localidade
 - Due diligence ambiental
 - Due diligence legal
- Compra de prédios
- Arrendamento de prédios

- Venda de imobiliários

Sustentabilidade (estas funções são realizadas concorrentemente com outras funções)

- Decisões para selecionar localidades para minimizar impacto ambiental
- Políticas ambientais para minimizar desperdício e reduzir a utilização de recursos
 - Gestão do programa de reciclagem
 - Gestão de transporte
 - Auditoria e reformas energéticas
 - Comissionamento e desmantelamento das edificações
 - Auditoria e reforma dos sistemas prediais
 - Políticas de compra para diminuição dos impactos ambientais
 - Gestão do relacionamento para sustentabilidade com o vendedor
 - Gestão de qualidade do ar interno
- Gestão de projeto em conformidade com regulamentos ambientais
 - Requerimentos federais, estaduais e locais
 - Adoção de lineamentos de sustentabilidade (Leadership in Energy and Environmental Design [LEED], Green Globes, Energy Star, etc.)
- Melhoras do lugar de trabalho para produtividade
 - Luz natural
 - Qualidade do ar interior
 - Conforto térmico
- Alinhar design com funções de negócios
 - Manutenção e práticas operativas sustentáveis
 - Reportes de responsabilidades social

Gestão de Projetos de Construção

- Gestão de projetos
- Gestão da construção
- Gestão de aquisições
- Preparo de “as built”
- Preparar e executar punch-lists
- Avaliação pós-ocupacional
- Avaliação do projeto

Operações, Manutenção e Conserto

- Gestão do exterior (sistemas de coberturas, fachadas e janelas)
- Manutenção preventiva
- Manutenção de avaria
- Manutenção cíclica
- Manutenção de terrenos
- Manutenção de vias
- Manutenção de custódia
- Controle de pragas
- Remoção de lixo
- Gestão de resíduos perigosos

- Gestão energética
- Inventário de sistemas e equipamento
- Projetos de manutenção
- Projetos de conserto
- Correção de perigos (asbestos, má qualidade do ar, radon, vazamento subterrâneos, PCBs, etc.)
- Recuperação de desastres
- Aquisições (operações, manutenção e suprimentos e serviços para consertos)

Gestão da Tecnologia

- Operações
- Manutenção
- Operação e reconfiguração de sistemas de voz e dados
- Gestão de redes
- Manutenção de “As built”
- Integrated workplace management system (IWMS)
 - Escolha
 - Instalação
 - Operação

Gestão de Emergências da Facilidade

- Planejamento de prontidão para emergências
- Avaliação de ameaças
- Controle, comando e comunicações
- Estratégias de mitigação
- Treinamento, simulacros e exercícios
- Planejamento de recuperação de desastres

Gestão de Vigilância e Segurança de Vida

- Conformidade com códigos
- Operações
- Prevenção de crimes por design ambiental
- Controle de acesso
- Dissuasão física
- Segurança eletrônica
- Avaliação de vulnerabilidade

Serviços Administrativos Gerais

- Serviços de alimentação, lanches e vendas
- Reprográficas
- Gestão de encomendas e mensageiros
- Gestão de frota
- Rastreamento e disposição de bens
- Serviços de mudança
- Aquisições (como função)
- Gestão de programas de saúde e bem-estar
- Gestão de creche
- Vendedores no local e serviços de portaria
- Gestão de arquivos e armazenamento
- Suporte e segurança de gestão de montagens

O panorama das funções mostradas na Tabela 1, expõe a natureza interdisciplinar da GF. Contudo, cabe destacar que todas as facilidades são distintas fisicamente assim como em termos da estrutura organizativa e funcional, sendo que, na atualidade, muitas das funções atribuídas a GF podem ser executadas por departamentos que, no organograma da instituição, não são uma dependência da GF. Da mesma forma, as necessidades de informação da maioria das facilidades são bastante diversas.

Na medida em que os edifícios se convertem em bens estratégicos além de bens financeiros, a obtenção de dados para rastrear gastos e desempenho dos edifícios se torna cada vez mais importante. Os gestores encaram continuamente o desafio de melhorar e padronizar a qualidade da informação que têm a sua disposição, para atender às necessidades operacionais do dia a dia, assim como para prover dados confiáveis aos proprietários para o gerenciamento do ciclo de vida e planejamento de investimento de capital contínuo. Em contraste com a indústria da AEC, os profissionais da GF tradicionalmente não possuem treinamento para ler projetos, ou para extrair informações de uma aglomeração de documentos as-built (Teicholz, 2013).

Na maior parte dos casos, a função mais comum do departamento de GF é o de O&M (Roper e Payant, 2014). O&M é definido como o conjunto de atividades relativas ao desempenho ou rotina de ações preventivas, preditivas, agendadas e imprevistas orientadas à prevenção de falha ou danificação de equipamento com o objetivo de aumentar a eficiência, confiabilidade e segurança (Epa, 2017). Existem dois tipos de atividades de O&M: as planejadas e as imprevistas. As atividades planejadas são definidas como as programadas, de prevenção e cíclicas, enquanto as imprevistas são reativas (Booty, 2009).

Segundo Roper e Payant (2014), uma enquete da *Facilities Industry Study* indicou que a habilidade considerada como mais importante para uma GF bem sucedida é a Atenção ao Cliente com 40% dos resultados, seguida em segundo lugar por O&M com 31% dos resultados e Comunicação em terceiro lugar com 29% dos resultados.

Dados de processo são definidos como aqueles que descrevem um processo, os quais são necessários para apoiar o ciclo de vida completo do produto ou serviço entregue, desde requerimentos e conceitos do projeto inicial até o desmantelamento da facilidade. Devido ao fato que muitas organizações recebem bens e serviços de um amplo espectro de fornecedores, contratantes e subcontratantes, elas regularmente combinam, republicam e reformatam quantidades massivas de informação técnica. As soluções para estes processos não estão bem definidas nem delimitadas, existem múltiplos sistemas de entrega de projeto e de *e-commerce* relativos à engenharia e construção, repetindo eletronicamente processos baseados em papel, altamente ineficientes e fragmentados na indústria. Adicionalmente existe uma convergência mínima de nomenclatura, padrões de intercâmbio de dados e sistemas de

trabalho melhorados para suportar a colaboração, automação e integração para as etapas de projeto, entrega e operação das facilidades (Gallaher *et al.*, 2004).

Existem diversos motivos pelos quais a indústria da construção sofre de ineficiência na gestão da informação. Muitos atores com conhecimento em disciplinas diferentes trabalham de forma isolada e não conseguem comunicar efetivamente o conhecimento e a informação com colegas internos ou externos. As fontes da ineficiência incluem *softwares* de colaboração que não estão integrados com outros sistemas; processos de gestão de ciclo de vida que estão fragmentados e não integrados ao longo do ciclo de vida do projeto. Existem também problemas de ineficiências de comunicação, quando os interessados nas diferentes etapas dos ciclos de vida possuem versões diferentes do mesmo *software* ou, ainda, *softwares* diferentes. A carência de padrões de dados impossibilita sua transferência entre as diferentes etapas do ciclo de vida e seus sistemas e aplicações associadas; os processos de negócios internos estão fragmentados e impossibilitam a interoperabilidade, inter- e intra-empresarial. Considera-se, ainda, que muitas empresas utilizam sistemas tanto automatizados quanto baseados em papel para gerenciar dados e informação; e que diversas empresas de construção e agências governamentais não utilizam, ou fazem uso limitado da tecnologia para a gestão dos processos de negócios e da informação (Gallaher *et al.*, 2004).

2.2. PLATAFORMAS DE GESTÃO

Para desenvolver as funções anteriormente enumeradas, a GF tradicionalmente utiliza uma série de ferramentas que vão desde papel e lápis, até planilhas e diversos *softwares* como CAFM, CMMS, EDMS, BMS, BAS e BEMS.

O CAFM é um sistema de armazenagem e recuperação de informação baseado em métodos convencionais, como dados tabulados e planos bidimensionais (Gnanarednam e Jayasena, 2013). O *software* CAFM do Planon (2017) é descrito como aquele que habilita o planejamento, a execução e o monitoramento de todas as atividades envolvidas com manutenção, gestão de espaços e mudanças, gestão de bens, serviços operativos, reservas de quartos e atenção ao cliente tanto de forma reativa quanto de forma preventiva. Ajudam a melhorar a utilização dos espaços e das facilidades, reduzir as mudanças, planejar a manutenção preventiva, executar manutenção reativa, padronizar serviços e agilizar processos.

A maioria dos CAFM contemporâneos ainda requerem rotinas de consulta e atualização de manuais, tais como a sobreposição de polígonos em planos (Aspurez e Lewis, 2013). Os CAFM, permitem a coleta de dados de uma fonte variada, por meio de interfaces de tecnologia (como CMMS), ou processos de transferência humana (Wetzel e Thabet, 2015). Além da

solução da Planon, o *FM:Interact*, o *Archibus*, e *AiM Space and Facilities Management* são exemplos de soluções comerciais (Parsanezhad e Dimyadi, 2013).

O BMS é definido como sistemas de controle assistidos por computador incluindo *hardware* e *software*, para coleta e monitoramento de parâmetros de desempenho de uma facilidade, equipamentos, sistemas e elementos tanto na fonte ou remotamente e que habilitem a iniciação de ações corretivas (Bifm, 2017). Os BMS têm carência de entrada de dados em tempo real de fatores dinâmicos incluindo ocupação, preferência do cliente ou ocupante, e ações e decisões dos ocupantes. Mesmo possuindo esta informação, os sistemas atuais não têm processamento inteligente para lidar com este tipo de dados distribuídos e dinâmicos. As novas estratégias de gestão energética e de conforto devem ser criadas e implementadas para ajustar tanto o controle de dispositivos como o comportamento dos ocupantes. O comportamento do ocupante é definido como ações e decisões tomadas por ocupantes dos prédios que impactam o consumo energético dos prédios. Estas incluem ações tomadas sobre objetos operáveis sob o controle pessoal do ocupante tais como: portas, janelas, luzes e computadores, assim como ações tomadas sob os ocupantes, tais como: troca de roupas, localização e agendamentos. Conseqüentemente a otimização da energia e conforto de um edifício se torna um problema complexo que requer suporte computacional e um interface com o mundo real (Klein *et al.*, 2012).

A gestão energética é uma das tarefas mais importantes dentre as responsabilidades da GF. Os BAS e os BEMS são utilizados para operar, controlar e monitorar o uso de energia nos edifícios. Os BAS e os BEMS também são utilizados para gerenciar o ambiente dos edifícios e controlar o aquecimento, refrigeração e sistemas de iluminação. Estes sistemas são definidos como uma coleção de sistemas de microcomputadores consistentes de Controladores Digitais Diretos (DDC) e seus dispositivos de controle, os quais operam coletivamente sob equipamento ou *software* de supervisão. Os BEMS e BAS são considerados como fontes de informação essencial para a avaliação de desempenho que é utilizada para otimizar o desempenho energético, assim como também para a correção de problemas nos sistemas dos edifícios. Muitas das capacidades dos BEMS ainda não são atingidas (tal como compartilhamento automático de dados) e as práticas dos BEMS não apresentam um fluxo contínuo de informação ao longo do ciclo de vida das facilidades. Além do anterior, os dados para a etapa de operação e manutenção é inserida manualmente, a qual algumas vezes, resulta em informações errôneas ou incompletas que irão precisar uma nova inserção das informações corretas requeridas para operar o BEMS e garantir um ótimo desempenho do edifício (Doty e Turner, 2004) (O'sullivan *et al.*, 2004) (Kelly *et al.*, 2013).

Os CMMS estão focados na gestão de manutenção das facilidades. Os mesmos podem ser implantados para gestão de bens, controle de inventário, criação de requerimentos de

serviço, gerenciamento de ordens de trabalho de diferentes tipos e o rastreamento de recursos (tempo e custo) dos serviços e materiais para completar as ordens de trabalho.

O acesso em tempo real dos dados é uma necessidade para o pessoal técnico que executa manutenção preventiva, preditiva e corretiva, assim como responde a chamadas sobre problemas, substituição de objetos obsoletos, e fazer testes e inspeções preditivas para manter o ambiente construído. Durante a execução destas tarefas, o pessoal técnico precisa de amplas quantidades de informações de diversas bases de dados, as quais devem ser coerentes para poder realizar efetivamente a tarefa em questão. A Tabela 2 apresenta duas tarefas e as diferentes fontes de dados que devem ser acessadas para sua execução efetiva.

Tabela 2 – Dois cenários representando o requerimento de informação potencial do pessoal técnico da GF.

Sistemas de informação da GF	Informação Requerida		
	Sistema Computarizado de Gestão da Manutenção (CMMS)	Sistema Eletrônico de Gestão da Manutenção (EDMS)	Sistema de Automação da Edificação (BAS)
Diagnóstico de Equipamento Quebrado	<ul style="list-style-type: none"> · Abrir Ordens de Serviço para o Equipamento, · Histórico de Ordens de Serviço, informação de subcomponentes, · Informação sobre testes e balanceamento. 	<ul style="list-style-type: none"> · Manuais e garantia de operação e manutenção · Reportes de inicialização, · Reportes de testes de funcionalidade, Localização do equipamento, · Informação de ocupação e horários, · Informação de tabelas de desenho, · Narrativa de desenho descrevendo brevemente o sistema · Visualização 3D mostrando componentes principais e distribuição 	<ul style="list-style-type: none"> · Áreas atendidas pelo equipamento · Informação de sensor, verificação de <i>set points</i> · Comparar desenho, versus inicialização versus dados atuais · Pontos de referência dos dados para verificação · Sequência de operações · Análise de rede em sistemas de distribuição · Vários pontos para diagnósticos
Cliente não confortável com temperatura da sala		<ul style="list-style-type: none"> · Localização do volume variável de ar (VAV) do espaço, · Localização de termostato 	<ul style="list-style-type: none"> · Informação de sala de sensores, coordenação de sala para espaço · Espaço atendido por diversos equipamentos, · Reverso entre leituras e controles de VAV e AHU

Fonte: Adaptado de Becerik-Gerber et al., 2011.

Para dar resposta a falhas nos sistemas de forma rápida, não é suficiente que os sistemas de GF operem perfeitamente de forma isolada; eles também precisam intercambiar informação automaticamente, além da otimização do processo de coleta de informação relativa a manutenção. Os BEMS e BAS detectam e notificam à GF quando acontece uma falha num sistema de aquecimento ou refrigeração; depois de notificado, o pessoal de manutenção procura informação para resolver o problema. A GF e o pessoal de manutenção perdem uma ampla proporção do tempo com tarefas que não são produtivas, tais como visualização de modelos, busca e validação de diferentes partes da informação devido à falta de suporte de informação (Yang e Ergan, 2015).

2.3. BIM PARA A GESTÃO DE FACILIDADES

A utilização do BIM na GF ainda é incipiente. Até a metade da década dos 90, existia a necessidade de resolver o problema da transferência da informação das etapas de projeto e construção para ser aproveitada na GF, pois existiam diversos *softwares* no mercado, de interoperabilidade inexistente. No ano 1995, formou-se a *Industry Alliance for Interoperability* (IAI), a qual criou um modelo de dados baseado em objetos com tradutores abertos que podiam interpretar a informação dos edifícios de várias plataformas de *software*. O formato é conhecido como IFC. Atualmente, o formato é mantido pela *building SMART alliance* e permite aos projetistas, construtores e proprietários utilizar diferentes *softwares* ao longo do ciclo de vida dos projetos, sem perda de informação, conforme à natureza individual de cada um destes *softwares*. Outra tecnologia que surge para atender os problemas da interoperabilidade é o COBie, desenvolvido pelo NIMBS em 2005. O objetivo do COBie é utilizar o formato IFC para melhorar a captação da informação nas etapas de projeto e construção, para depois ser transferida aos proprietários para dar início as operações da GF (Wetzel e Thabet, 2015).

A adoção e utilização do BIM na indústria da GF é um assunto complexo e menos direto do que na indústria da construção. Não existem práticas bem estabelecidas para o uso do BIM no setor da GF. A utilização de qualquer *software*, incluindo o BIM, na GF varia dependendo da missão e dos requerimentos da infraestrutura de facilidades para suporte. O BIM tem se posicionado para oferecer um novo nível de funcionalidade para a gestão dos edifícios e os bens físicos dentro destes, motivando empresas do setor a adotar o BIM de forma rápida. As tecnologias BIM oferecem aos gestores das facilidades e aos proprietários/operadores uma ferramenta poderosa para recuperar informação de um modelo virtual, fisicamente correto de uma facilidade física. O BIM não irá substituir necessariamente a ampla gama de tecnologias utilizadas pela GF, mas pode apoiar, alavancar e melhorá-las (Teicholz, 2013).

Becerik-Gerber *et al.* (2011) evidenciam que, devido às atividades multidisciplinares e requerimentos extensivos de informação da GF, a utilização do BIM promete a criação de valor em toda a indústria da construção. Também observaram o início da implementação do BIM numa diversidade de processos da GF, nos quais ainda existem possibilidades subdesenvolvidas para fornecer e suportar práticas que aproveitem as funcionalidades de visualização, análise e controle dentre outras.

A Figura 3, apresenta o resultado de uma enquete a empresas da GF usuárias e não usuárias do BIM, identificando quais são as áreas de maior potencial para GF. Percebe-se que a localização de componentes nos edifícios, o acesso em tempo real dos dados e a visualização e *marketing* são considerados como as três áreas com maior potencial de aproveitamento na aplicação do BIM na GF.

Figura 2 – Áreas Potenciais nas quais o BIM pode ser utilizado na GF.



Fonte: Adaptado de Becerik-Gerber et al., 2011.

A localização de componentes, refere-se à navegação física do edifício por parte do pessoal técnico com a assistência do modelo tridimensional. Dele podem ser extraídas informações de localização, aproveitando as funções de visualização, pesquisa, filtragem e destaque dos elementos de interesse mesmos estando escondidos da vista dentro de paredes, falsos tetos e pisos. Isto ajuda a reduzir o custo da manutenção, eliminando a necessidade de adivinhar a localização dos elementos a serem instalados, reparados ou substituídos.

Como exposto anteriormente, a necessidade de acesso a dados em tempo real é latente na operação e manutenção, e pode ser atendida pela incorporação do BIM no processo de trabalho da GF. Os dados, somados ao conhecimento obtido durante o processo de O&M pode resultar numa base de dados de conhecimento, a qual é transferível por meio do BIM. O acesso efetivo e imediato à informação, minimiza o tempo e esforço requerido para recuperá-la e ajuda a evitar decisões ineficazes na ausência de informação. (Ergen *et al.*, 2007)

A melhoria de visualização que o BIM aporta produz benefícios amplamente demonstrados no processo construtivo e durante a etapa de projeto, benefícios que podem ser aproveitados no caso de renovações durante a etapa de operação da facilidade. Uma visualização do modelo melhorado, também permite ao pessoal da GF realizar análises de simulação de cenários e aprimorar apresentações para o processo de tomada de decisões por parte da gestão.

Cabe destacar que, mais da metade dos entrevistados usuários de BIM, consideram que maioria das áreas restantes (verificar capacidade de realizar manutenção, criação de bens digitais, gerenciamento de espaço, planejamento e estudos de factibilidade, gestão de emergências e controle e monitoramento de energia) podem se beneficiar da utilização do BIM na GF.

Becerik-Gerber *et al.* (2011) propõem a integração das informações contidas no CMMS, o EDMS e o BAS em uma única base de dados dentro de um BIM. Da Tabela 3 pode-se apreciar que o BIM é a solução mais completa em termos da diversidade de dados que pode conter. A utilização de ferramentas que integram os diferentes sistemas (CMMS, BAS etc.) com o BIM, tem resultado no aumento de eficiência na captação de dados de alta qualidade para a realização de ações corretivas (Shalabi e Turkan, 2016).

O CMMS contém informações de gerenciamento de trabalhos que são criadas e representadas em todo momento de forma digital e que podem ser incorporados ao BIM acrescentando dados como ordens de trabalho aos elementos definidos no BIM. Se, desde o início, tem-se a visão de utilizar o BIM para o GF, as informações contidas nos EDMS já estarão inclusas no BIM desde a construção e *handover* da fase de construção à fase de operação, tornando o EDMS redundante e com menos facilidade de acessibilidade comparado com o BIM. No BAS existe uma mistura de informações pré-existentes no BIM (manuais de operação), com informações do mundo físico, as quais são captadas pelos sensores automatizados dos equipamentos assim como as leituras e verificações feitas manualmente pelo pessoal técnico (temperatura, luminosidade, pressão atmosférica, humidade, detectores de presença, detectores de fumaça, ruído dentre outros).

Tabela 3 – Diversas fontes de dados dos edifícios.

Propriedades	Sistemas de Gestão de Ciclo de Vida de Edificações				
	BIM	CMMS	COBIE	CAFM	CAS
Geometria	✓				
Definição de bens	✓	✓	✓	✓	✓
Propriedades de bens	✓	✓		✓	
Definições e propriedades dos componentes da edificação	✓				✓
Condição dos bens	✓	✓		✓	✓
Resultados de inspeções	✓	✓	✓	✓	✓
Programação de manutenção		✓			✓
Hierarquia de bens	✓	✓	✓	✓	✓
Relação entre os sistemas de distribuição	✓			✓	
Localizações	✓	✓		✓	✓
Histórico do ben	✓	✓		✓	✓
Dados de leitura dos sensores	✓	✓		✓	✓

Fonte: Adaptado de Motamedi et al. (2014).

Através da utilização da análise, modelagem e armações de intercâmbio de dados, os pesquisadores estão perseguindo a interação transparente entre as etapas de construção e

pós-ocupação. Desenvolvedores de *softwares*, como *Bentley Systems* estão desenvolvendo modelos inteligentes para capturar, organizar e apresentar dados dos equipamentos e das facilidades de vários *softwares* diferentes para integrá-los em um único modelo. Soluções de *softwares* intermediários, ou *middlewares* tais como *EcoDomus* atuam como uma ponte entre o BIM ou base de dados e uma aplicação. Estes sistemas têm-se demonstrado promissores para organizações de grande porte, porém são relativamente custosos (Parsanezhad e Dimyadi, 2013). Ferramentas de menor custo como *Navistools*, *Datatools* e *iConstruct*, foram desenvolvidas para atacar uma tarefa em particular, mas não são suficientemente abrangentes para dar serviço a todas as necessidades de transferência de dados (Wetzel e Thabet, 2015). No entanto, a ampla gama de informações que estão disponíveis mediante o BIM no final da construção, assim como as ferramentas existentes para facilitar a transferência de informação, a prática comum atual não aproveita estas ferramentas e para a transferência de informação aos *softwares* de GF, pois ainda é requerida a entrada manual da informação (East e Brodt, 2007).

As Tabelas 4 e 5, apresentam as características e aplicabilidade ao BIM das diferentes tecnologias utilizadas na captação de dados. A Tabela 6 apresenta um resumo dos *softwares* que integram captação de dados para BIM ou CAD tradicional. Cabe destacar que estas pesquisas do estado da arte, indicam uma concentração da aplicação das tecnologias de captação de dados para o processo de criação do BIM para prédios existentes, para a transferência de dados entre o fim da construção e o início da operação da facilidade, ou para monitorar o processo construtivo das edificações. Percebe-se que existe a oportunidade de explorar a aplicabilidade de certas destas tecnologias (ex. o uso de câmeras de vídeo) na GF.

Tabela 4 – Mapeamento de tecnologias de captação de dados com requerimentos de captação de dados.

Tarefa	Requerimentos para captação de dados	Tecnologia de campo
Identificação de recurso	Capabilidade de escritura e leitura de dados	Código de barras, RFID
Localização de recurso	Localizar recursos em ambiente interiores ou exteriores	GPS, RFID, WLAN, UWB, Infravermelho
Rastreamento de recurso	Rastreamento de movimento em tempo real	GPS, WLAN, IMU
Levantamento de Quantidades	Capabilidade de extrair area e volume	LADAR, camera de video
Deteção de defetos	Capabilidade de extrair informação geométrica	LADAR, camera de video, camera digital
Monitoramento de condições ambientais	Capabilidade de sensoreamento de condições ambientais	Sensores de temperatura, humidade e pressão
Monitoramento de condições da area de trabalho	Capabilidade de deteção de tráfego, obstruções e condições de superfície	Camera de video, GPS, LiDAR, estação total, camera digital
Rastreamento de pessoal, equipamentos e maquinár interiores e exteriores	Capabilidade de rastreamento de quadrilhas de trabalho em ambientes interiores e exteriores	GPS, Camera de video, LiDAR flash, WLAN, OBI

Fonte: Adaptado de Taneja et al. (2010).

Tabela 5 – Características das principais técnicas de captação de dados no setor da construção.

Caraterísticas Decisivas	Técnicas de captura de dados			
	Varredura a laser	Fotogrametria	Tags RFID	Código de Barras
Aplicabilidade em edificações existentes	Sim	Sim	Limitada	Limitada
Custo	Alta	Media	Media	Baixa
Tempo	Media	Rapida	Rapida	Rapida
Presição espacial, Nível de Detalhe (LoD)	Alta	Alta	Media	Media
Influencia do tamanho e complexidade da cena	Alta	Alta	Baixa	Baixa
Influencia das condições ambientais	Alta	Alta	Baixa	Baixa
Importabilidade ao BIM	Sim	Sim	Não	Não
Volume de dados	Alta	Media	Baixa	Baixa
Nível de automação	Media	Media	Baixa	Baixa
Operabilidade	Baixa	Media	Media	Media
Portabilidade do equipamento	Baixa	Alta	Alta	Alta
Durabilidade do equipamento	Media	Alta	Alta	Media

Fonte: Adaptado de Volt et al., (2014).

Tabela 6 – Análise de tecnologias de softwares comerciais de captura, processamento e modelagem com respeito da integração de BIM ou CAD.

Software Comercial	Técnicas de captura de dados					Integração BIM	Integração CAD	Comentários
	Varreruda a Laser	Foto-grametria	RFID	Código de barras	Outros			
Australis	-	X	-	-	-	Não	Sim	Exporta DFX e ASCII
Autodesk ImageModeler	-	X	-	-	-	Sim	Sim	Aplicação arquitetónica, exporta arquivo DWG
Canoma	-	X	-	-	X*	Não	Sim	Texturação da superfície de objetos CAD
INOVx RealityLinx Model	X	X	-	-	-	Não	Sim	Aplicação de planta
NuBAU freac	-	-	-	-	X	Sim	Não	Criação interativa de planos de piso
PhotoModeler	-	X	-	-	-	Não	Sim	Exporta em DXF, superfícies texturadas e planos de elevação
Polyworks Modeler	X	-	-	-	-	Não	Sim	Importa arquivos IGES/STEP, sem aplicação arquitetónica ainda
Geomagic Design X	X	-	-	-	-	Não	Sim	Modelagem paramétrica, sem aplicação arquitetónica ainda
RiSCANPro	X	-	-	-	X*	Não	Sim	Criação interativa de planos de piso
Vela Systems Field BIM			X	X		Sim	Não	Integração em Autodesk Navisworks

X: Técnica utilizada

* Fotografias digitais

Fonte: Adaptado de Volt et al., (2014).

2.3.1. BIM em tempo real para Gestão de Facilidades

Apesar do desenvolvimento recente na tecnologia BIM, as abordagens sobre retroalimentação em tempo real ainda estão relacionadas exclusivamente às atualizações relativas ao gerenciamento da construção tais como andamento da construção e não apresentam relação com a otimização dos impactos ambientais, econômicos nem societários das edificações. Logo, em termos da otimização integral das edificações, as armações atuais de BIM podem ser consideradas “estáticas”. Em outras palavras, mesmo sendo o BIM uma base de dados enorme da estrutura das edificações, não o é suficientemente ativo para realizar avaliações em tempo real das facilidades, incluindo a implementação de dados de sensores, e/ou algoritmos de controle, em tempo real, para oferecer soluções otimizadas para avaliar os impactos ao meio ambiente, econômicos e à sociedade das facilidades. Com a adoção generalizada do BIM por parte dos arquitetos e engenheiros para realizar projetos de baixo impacto energético nas funções de O&M, deve ser reconhecido que é crucial incorporar o monitoramento contínuo com sistemas de retroalimentação em tempo real dentro do BIM. Colocado de outra forma, uma abordagem “dinâmica” ao BIM é essencial o que não somente

consiga identificar o fluxo energético, mas que também possa reagir às mudanças de estado da facilidade (Srinivasan *et al.*, 2012).

Pesquisas recentes avaliaram as vantagens da utilização do BIM na GF em tempo real, com destaque particular para a melhoria da integração, no compartilhamento e transferência de dados, na melhoria da exatidão dos dados disponíveis à GF e o aumento da eficiência da execução dos trabalhos de manutenção:

Kim *et al.* (2013), alavancaram as relações semânticas do BIM, incluindo as informações sobre os espaços e usuários, desenvolvendo um marco de referência para a avaliação automatizada da utilização do espaço, habilitando a predição e atualização da utilização do espaço de forma simultânea sob a perspectiva do espaço, o usuário e a atividade. Os resultados da pesquisa demonstraram suportar o processo iterativo de reforma do espaço arquitetônico e sua utilização pela predição da utilização e a visualização dos resultados de forma automática, constituindo assim uma ferramenta consistente, clara e eficiente da análise de utilização do espaço para suportar a tomada de decisões dos arquitetos e dos clientes sobre o projeto.

Identificaram os dados requeridos para criar a base de conhecimento necessária para a avaliação da utilização do espaço segundo apresentado na Tabela 7.

Ploennigs *et al.* (2011), criaram um sensor virtual simples e escalável, apoiado no BIM, que permite a avaliação do consumo de calefação de um edifício, com precisão até o nível de quarto, utilizando principalmente sensores de temperatura. Com a informação capturada na base de dados, foi possível alimentar a tomada de decisões para identificar as melhores formas de otimizar a eficiência do sistema predial reduzindo ao mesmo tempo o custo de monitoramento. Entre as conclusões da pesquisa foi destacada a importância das portas externas no relativo à perda de calor na edificação. Também foi identificada uma relação entre o conforto do usuário e o consumo de calefação como apresentado na Figura 4.

Tabela 7 - Informação requerida para construir a base de conhecimento para análise de utilização de espaço.

Conceito para análise de uso de espaço	Informação Requerida
Usuário	Nome Quantidade de usuários Usuários regulares ou importantes
Atividade do Usuario	Usuario Ação Preferências (requerimentos de espaço) Limitações (requerimentos de espaço) Razão ^a Frequência ^b
Ação	Tamanho do grupo Duração ^c Critério de espaço
Requerimentos de espaço ^d (Em caso de requerimentos de uso da sala completa)	Nome do espaço Número do espaço Tamanho mínimo do espaço Tipo do espaço Condições do espaço
Requerimentos de espaço ^d (Em caso de requerimentos de uso de equipamentos)	Nome do espaço Nome do equipamento Número do equipamento Tamanho mínimo do equipamento Tipo do equipamento Condições do equipamento
Espaço	Tamanho Tipo Número Condições Horário de funcionamento Grupo de usuário inacessível
Conjunto de equipamento	Conjunto de equipamentos se o espaço não for ocupável Equipamento Número do equipamento Condições do equipamento Horário de funcionamento do equipamento Grupo de usuário inacessível
Equipamento	Tamanho Tipo

^a Qual porcentagem dos usuários estão envolvidos nesta atividade - 1.0 indica que todos os usuarios do grupo estão envolvidos.

^b Quantas vezes por dia um usuário se encontra envolvido em esta atividade.

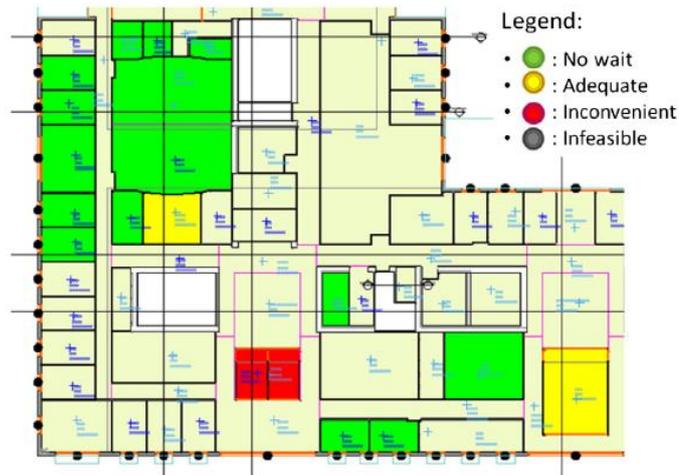
^c Quantas horas continua uma ação por ocorrência.

^d Valores para todas as propriedades não são mandatórias

Fonte: Adaptado de Kim et al., (2013).

A Figura 3 mostra o sistema indicando a utilização dos espaços em tempo real.

Figura 3 - Resumo de utilização na planta arquitetônica do prédio Y2E2.



Fonte: Kim et al., (2013).

Figura 4 – Consumo de calefação versus conforto do usuário.

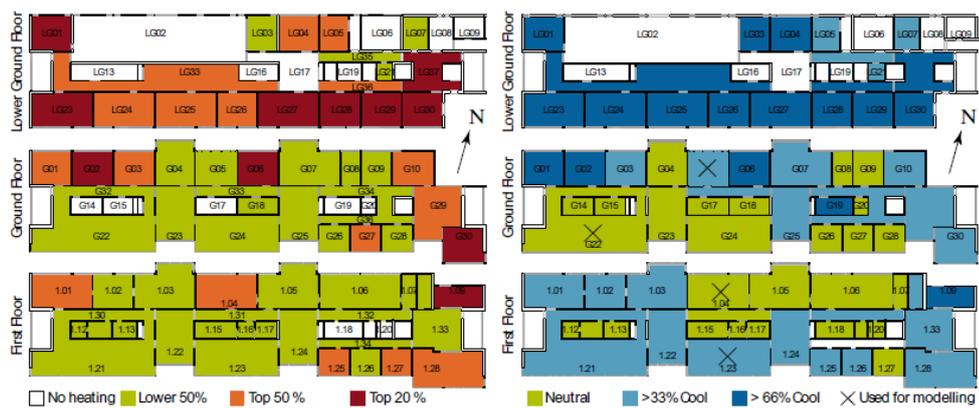


Fig. 8. (Left) Results for the heat consumption at the ERI (see Fig. 5 for color scheme). (Right) User comfort for the ERI (see Fig. 7 for color scheme). (For interpretation of the references to color in this figure legend, the reader is referred to the web version of this article.)

Fonte: Ploennigs et al., (2011)

Liu e Akinci (2009), indicam que os dados dos sensores de forma isolada não permitem a análise integrada das condições de uma facilidade, devido à necessidade de entender o contexto espacial fornecido pelo BIM no qual os dados são coletados. Trabalhando a partir dos padrões existentes de integração de metadata de sensores (SensorML) com IFC, implementaram um protótipo para a criação de modelos integrados de informação de sensores e informação da edificação. A Tabela 8, apresenta a equivalência das propriedades do SensorML implementadas no IFC como parte do modelo integrado desenvolvido.

Tabela 8 – Representação de metadata de sensores em diferentes padrões.

Information item	SensorML	IFC	ANSI N42.42
Location	<i>location or position and spatialReferenceFrame</i>	<i>Element.ObjectPlacement</i>	
Measured object		<i>IfcObject</i>	<i>MeasuredItemInformation</i>
Measurement	<i>MetadataGroup.classifier</i>	<i>IfcPropertyEnumeratedValue</i>	<i>InstrumentType</i>
Calibration	<i>Outputs</i>	<i>IfcPropertyEnumeratedValue</i>	<i>Calibration</i>
Sensor reading storage	<i>DataSource</i>	<i>IfcComplexProperty and IfcPropertySingleValue</i>	
Interface	<i>Interfaces</i>	<i>IfcComplexProperty and IfcPropertySingleValue</i>	
Functional aggregation	<i>ComponentArray.components</i>	<i>IfcGroup and IfcRelAssignsToGroup</i>	
Spatial aggregation	<i>ComponentArray.components</i>	<i>IfcRelContainedInSpatialStructure</i>	

Fonte: Liu e Akinci (2009).

Hajian e Becerik-Gerber (2009) investigaram a carência de pesquisas sobre a aplicação de tecnologias avançadas de captura de dados na indústria da AEC. Identificaram que na GF, as aplicações potenciais podem incluir a atualização em tempo real dos dados com um nível de detalhamento útil para a GF, permitindo a realização de projeções de custos, simulações, a partir do modelo e estudos de utilização de espaço sem interromper as atividades no espaço. Também identificaram a detecção de alterações como janelas quebradas, manchas de água ou equipamento faltante por meio da utilização da robótica e sensores. Identificaram utilidade no contexto de vigilância, observando espaços restritos, no monitoramento do transporte público ou privado e na segurança diplomática. Outra utilidade indicada foi na inspeção das facilidades.

Li *et al.* (2011), desenvolveram um algoritmo de detecção de localização em ambientes interiores baseado em identificação de rádio frequência (RFID) de etiquetas virtuais para detecção de presença e cálculo de localização. Concluíram que a tecnologia desenvolvida pode melhorar a experiência do ocupante, e ser aproveitada na segurança física dos funcionários, segurança de bens, facilitar as práticas da GF e na resposta a emergências dentro das edificações.

Motamedi *et al.* (2014), pesquisaram a detecção da causa original de falhas na GF com uma abordagem de análise visual auxiliada por conhecimento baseada em BIM. A partir da integração no BIM, foram criadas visualizações por meio de uma interface gráfica interativa para aproveitar a habilidade de solução de problemas heurísticos do pessoal técnico para achar as causas originais das falhas nas facilidades. Para validar o modelo, realizou-se um estudo de caso utilizando os dados do Centro de Pesquisa Genômica da Universidade de Concordia. Para este estudo, a AV foi utilizada para ajudar aos técnicos a identificar as causas

possíveis de incidentes de temperatura muito alta na facilidade. O modelo BIM foi criado a partir dos planos 2D, adicionando novos atributos e propriedades sobre as condições dos elementos mecânicos assim como códigos de visualização para AV. A Tabela 9, apresenta um exemplo do código do IFC para adicionar as relações lógicas. Entre as possíveis causas de falha de ajuste de temperatura num espaço que poderiam ser identificadas pelo sistema desenvolvido se encontram: falha no equipamento de ar condicionado, falha no sensor de temperatura ou termóstato, problemas no fechamento de aberturas do prédio, janela ou porta não fechada adequadamente, transferência de calor de espaços adjuntos e geração de calor excessivo por equipamento dentro da sala. A Figura 5, apresenta o resultado da visualização do sistema indicando o estado dos equipamentos afetando o evento de temperatura muito alta, destacando o estado da unidade de resfriamento, dos ductos, do termômetro, das janelas e das portas.

Tabela 9 – Exemplo de código EXPRESS e relações lógicas.

EXPRESS code	Comment
#71 = IFCSPACE('GUID',#33;'EV5','\$,#58,#70,'Room',ELEMENT,...INTERNAL,\$);	Definition of the room (EV5)
#345347 = IFCBUILDINGELEMENTPROXY('GUID',#33;'CHILLER_3','\$,'148 Tons',#345346, #345343;'607869',ELEMENT);	Definition of the chiller (CHILLER_3)
#373306 = IFCSYSTEM('GUID',#33;'HVAC_3','\$,\$);	Definition of the HVAC system (HVAC_3)
#33522 = IFCRELSERVICESBUILDINGS('GUID',#33,\$,\$,#37306,(#71,...));	Logical relationships between spaces (e.g., EV5) and a system (i.e., HVAC_3); (R_{HVAC}^{EV5}) ($R_{HVAC}^{Service}$)
#6946 = IFCRELASSIGNSTOGROUP('GUID',#33,\$,\$,(#345347,...),PRODUCT,#373306);	Logical relationships between components (e.g., CHILLER_3) and a system (i.e., HVAC_3); ($R_{CHILLER}^{HVAC}$) (R_{HVAC}^{member})

Fonte: Motamedi et al. (2014).

Figura 5 – Estado dos equipamentos afetados por temperatura muito alta.

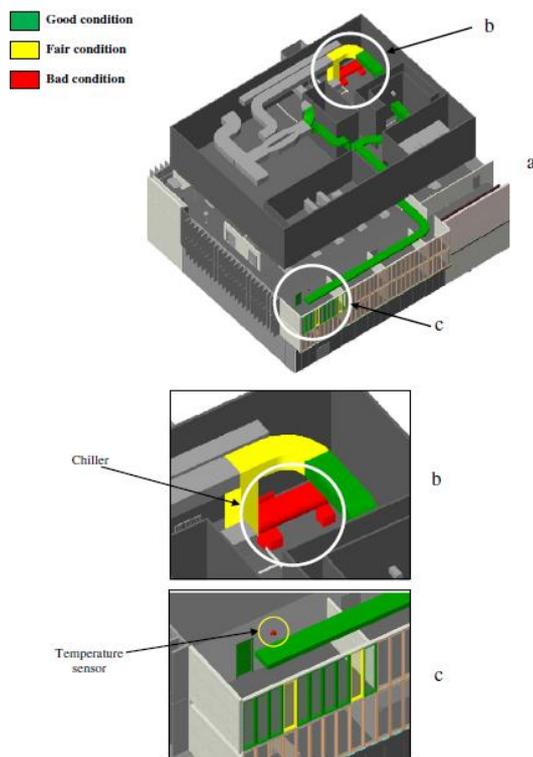


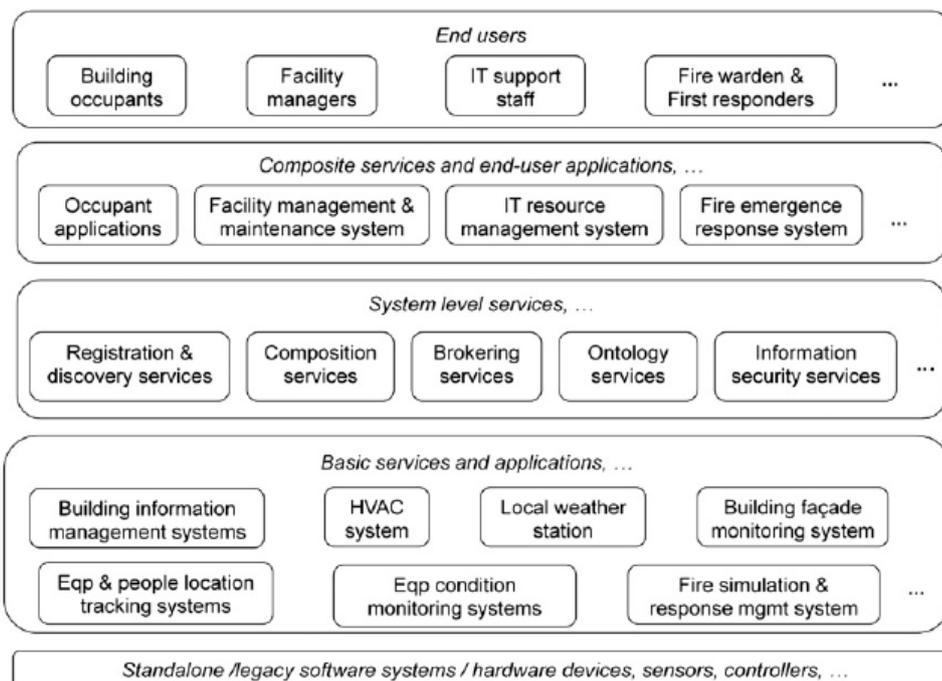
Fig. 10. Visualization of the results of the query.

Fonte: Motamedi et al. (2014).

Shen *et al.* (2012) apresentam um sistema de serviços *web* baseados em agentes e orientados ao serviço, para a integração de dados, informação e conhecimento capturados e acumulados durante todo o ciclo de vida das facilidades. Realizaram um estudo de caso em uma facilidade de pesquisa, com a finalidade de oferecer suporte para a tomada de decisões por parte dos usuários. A saber, fornecer informação aos operadores da facilidade sobre a condição física do prédio e dos bens materiais, localização e disponibilidade de equipamento ou ferramentas especializadas; fornecer informação ao gestor da facilidade para garantir o funcionamento e confiabilidade do ambiente construído; fornecer informação às brigadas contra incêndio sobre procedimentos e certificados do equipamento de emergências, assim como acesso em tempo real da localização de elemento de importância durante a ocorrência de uma emergência; fornece aos profissionais da TI informações de rastreamento e inventário em tempo real do equipamento sob sua responsabilidade. A arquitetura do *software* proposta é apresentada na Figura 6.

Para validar o sistema proposto, implementaram o rastreamento em tempo real dos bens, apresentado a localização de forma visual por meio de um mapa bidimensional gerado pelo *AeroScout Mobile View*, e um modelo tridimensional *Collada* gerado pelo *BIM Server*, o qual possui um visualizador de implementado em *Java3D* customizado para aceitar solicitações do sistema de *CMMS*, acomodando vários requerimentos de integração como manutenção baseada em condição, coleta de dados em tempo real, *RFID*, redes de sensores sem fios, e aplicações *BIM*.

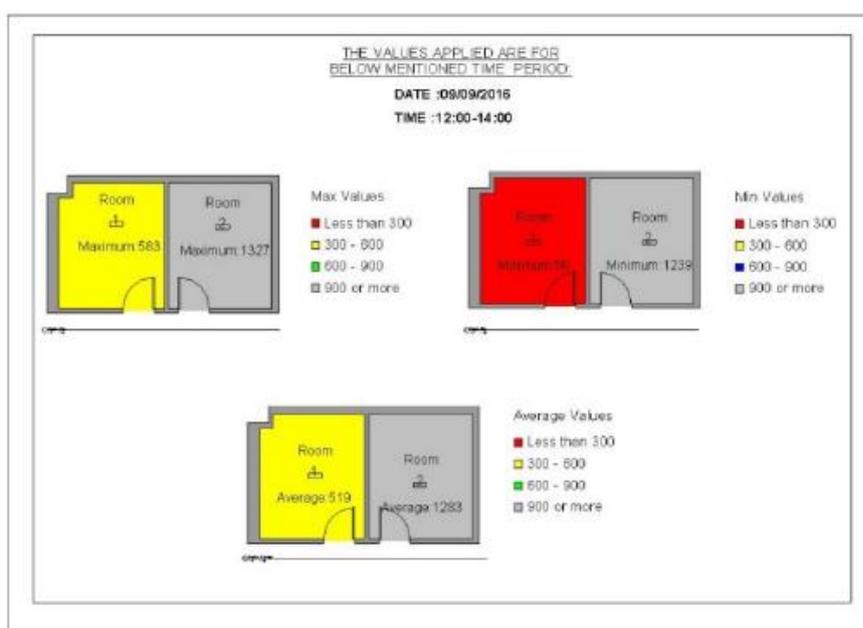
Figura 6 – Implementação da arquitetura do sistema num caso de estudo.



Fonte: Shen et al. (2012).

Suprabhas e Dib (2016), desenvolveram um aplicativo que integra dados de sensores coletados através de uma rede de sensores sem fio (WSN), reportando os dados ao BIM da edificação. O alvo do aplicativo é assistir aos funcionários com a detecção precoce de falhas, e nas verificações de manutenção. O aplicativo foi validado através de um estudo de caso que fez o monitoramento de sensores de luminosidade em duas salas do campus da universidade de Purdue. A Figura 7, demonstra os resultados visualizados dentro do ambiente BIM no aplicativo *Revit*.

Figura 7 – Valores de sensores aplicados a salas empregando o Revit com configuração de cores para faixas de valores de Lux.



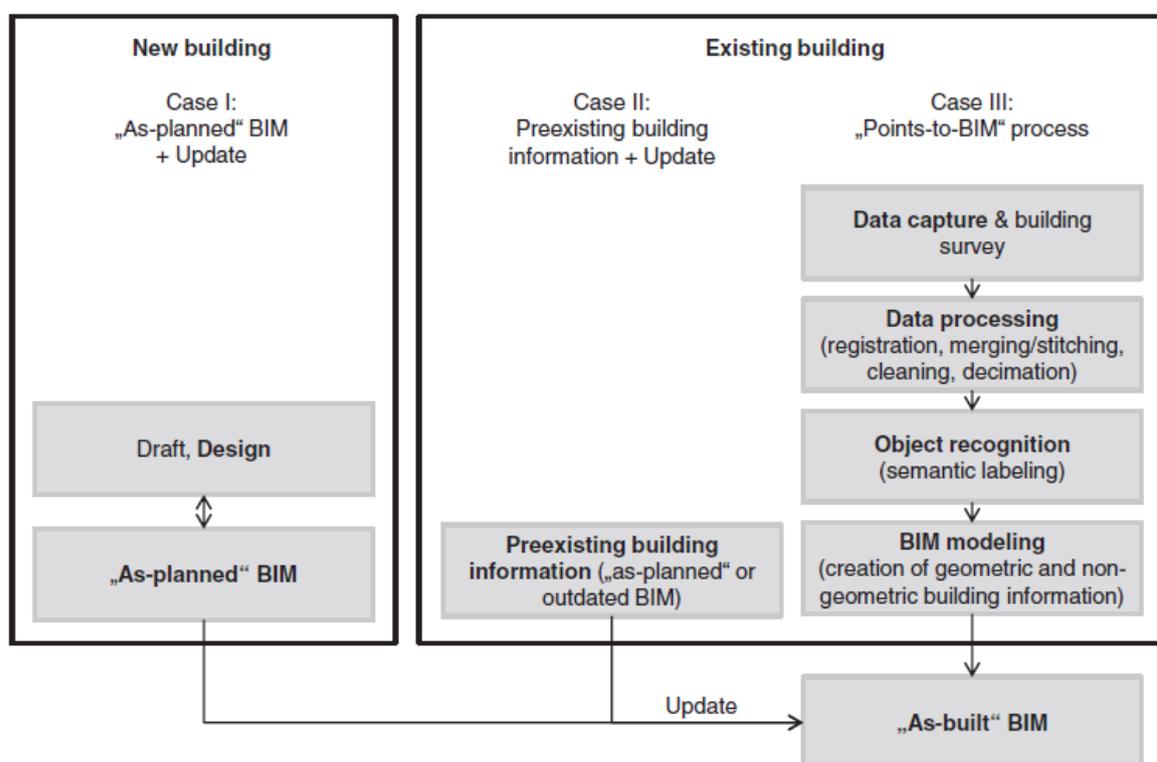
Fonte: Suprabhas e Dib (2016).

2.5. UTILIZAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL NO BIM

No sentido mais básico, o BIM é modelado para atender funcionalidades preestabelecidas. Quando aplicado a edificações novas o nível de detalhe (LoD) relativo à funcionalidade determina as especificações de captura de dados, de processamento e criação do modelo BIM. A criação do BIM pode ser diferenciada para edificações novas ou existentes, devido à variabilidade da qualidade da informação, disponibilidade de informação e requerimento de funcionalidade. Para novas edificações, a criação do modelo BIM *as-planned*, é feita através de um processo interativo e iterativo com *software* comercial, e permite a atualização até um *as-built* (Caso 1). Como a maioria das edificações existentes possuem documentação de construção preexistente insuficiente, ou um BIM preexistente é atualizado

(Caso 2), ou um processo “pontos-a-BIM” é realizado para capturar e modelar as condições atuais da edificação (Caso 3), como ilustrado na Figura 8 (Volk *et al.*, 2014).

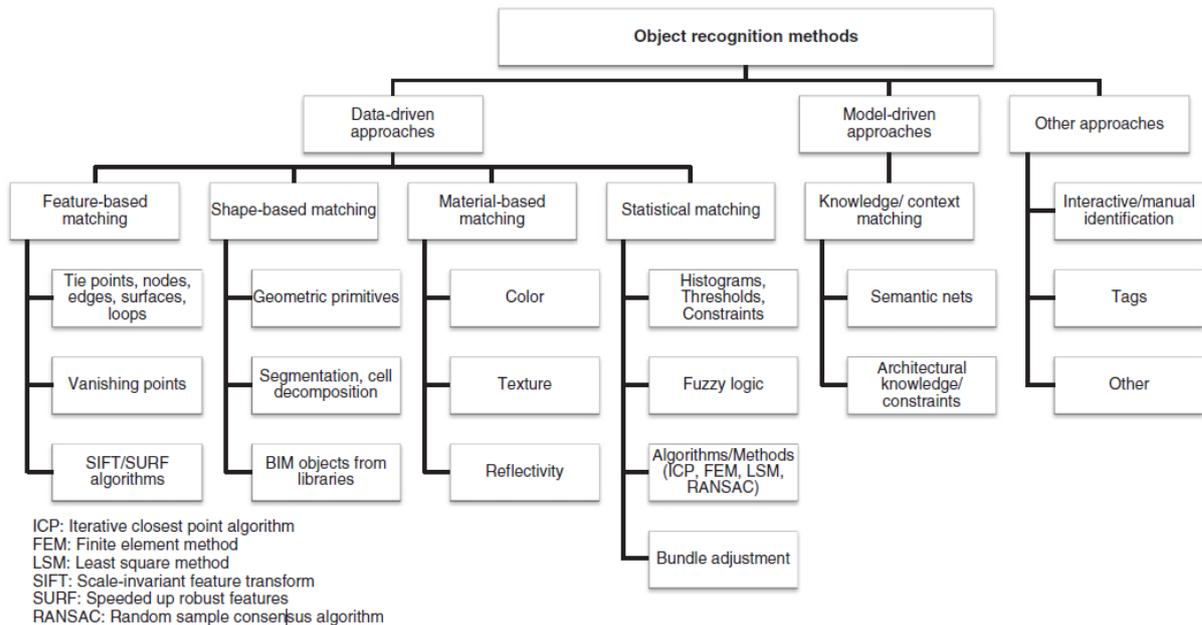
Figura 8 – Processo de criação do BIM para edificações novas e existentes.



Fonte: Volk et al. (2014).

Para a criação de BIM, no Caso 3, podem-se utilizar técnicas de contato (como fita métrica) ou sem contato (como VC, laser, RFID). As técnicas de captação por imagem e sensores de distância extraem principalmente dados espaciais, de cor e refletividade. A tecnologia prevalente é a utilização de estação total com laser. O processo de criação do BIM, baseado em imagens, inclui a captação inicial da informação e posterior processamento para limpar o ruído, ajustar distorções, alinhamento com um sistema de coordenadas comum e preparo para processamento subsequente. Os dados captados e processados da edificação são utilizados para reconhecimento de componentes da edificação e as características relevantes para as funcionalidades requeridas. O reconhecimento de objetos inclui a classificação, extração de informação semântica e relacional, assim como tratamento de ocultação e limpeza de sobrantes. A Figura 9 apresenta os diferentes métodos de reconhecimento de objetos utilizados para a criação de BIM para edificações existentes (Volk *et al.*, 2014).

Figura 9 – Resumo sistêmico de abordagens para reconhecimento de objetos aplicados em edificações existentes.



Fonte: Volk et al. (2014).

Existem abordagens baseadas em dados, em modelos e em outras abordagens. As abordagens baseadas em dados, extraem informação da edificação a partir dos dados capturados e processados e podem diferenciar entre métodos de correspondência de características, forma, material e estatísticos. As abordagens baseadas em modelos, trabalham a partir de estruturas predefinidas tais como relações ou restrições topológicas e acham a correspondência dos dados captados através do conhecimento de informação contextual. Algumas publicações misturam vários métodos para se sobrepôr às desvantagens de cada método particular (Clemen e Gruendig, 2009; Adán e Huber, 2010; Xiong e Huber, 2010; Huber *et al.*, 2011).

Além da utilização de técnicas de VC para a criação de um BIM, previamente inexistente, algumas pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de monitorar o andamento do processo construtivo, e atualizar um BIM para identificar desvios do cronograma de construção planejado:

Bosche e Haas (2008), Tang e Akinci (2012) e Anil *et al.* (2013), desenvolveram um método automatizado para a identificação de objetos no BIM a partir de imagens tridimensionais geradas a partir de nuvens de pontos, pela utilização de uma estação total a laser. Demonstraram, aplicações para detecção de defeitos dimensionais e controle de qualidade nos elementos *as-built* das edificações. Bhatla *et al.* (2012), trabalharam os mesmos conceitos de qualidade utilizando imagens de câmeras digitais comuns.

Ibrahim *et al.* (2009), realizaram um sistema que utiliza VC para reportar o avanço da construção por meio da utilização de câmeras fixas na edificação. El-Omari e Moselhi (2011), fizeram controle de avanço utilizando uma mistura de tecnologias como códigos de barras, RFID, mapeamento a laser, fotogrametria, multimídia entre outros. Turkan *et al.* (2012), reportam o avanço da construção utilizando mapeamento tridimensional a laser conjuntamente com cronogramas 4D do BIM. Dimitrov e Golparvar-Fard (2014), propõem um método para monitorar o progresso da construção baseado na identificação de texturas dos materiais utilizados tipicamente nas construções.

Golparvar-Fard *et al.* (2011), conseguiram avaliar uma construção em andamento em termos de avanço, produtividade, qualidade e segurança por meio da aplicação e comparação de diversos algoritmos de VC a partir de nuvens de pontos e fotos de documentação diária da construção aplicando análise de estrutura a partir de movimento (SfM).

Yeh *et al.* (2012), Park *et al.* (2013), Jiao *et al.* (2013), Wang *et al.* (2014), Wang, Love, *et al.* (2013), Kwon *et al.* (2014), Chi *et al.* (2013), Meža *et al.* (2014), Koch *et al.* (2014), Williams *et al.* (2014) e Wang, Kim, *et al.* (2013), exibem aplicações da Realidade Aumentada no ambiente construído alavancando a informação disponível do BIM com técnicas de VC, detecção de localização e projeção e visualização sobre a estrutura existente de formas diversas.

2.6. UTILIZAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL NA GESTÃO DE FACILIDADES

A utilização da VC na GF no contexto acadêmico apresenta menos exemplares de pesquisas quando comparados com a utilização do BIM. Autores têm identificado oportunidades até então pouco aproveitadas de estudar a utilização de novas tecnologias tais como RFID, sensores infravermelhos e câmeras de vigilâncias de alta resolução tanto no campo geral da GF, quanto em áreas específicas como o estudo do comportamento dos usuários (Deighton *et al.*, 2012; Larsen e Sigurdsson, 2016). Múltiplas pesquisas aproveitam o vídeo das câmeras de vigilância como fonte de dados para realizar análise comportamental dos usuários de facilidades comerciais tais como lojas:

Larsen *et al.* (2017), criaram um sistema conceitual para detectar e modelar o comportamento e escolhas de produtos feitas pelos clientes de uma loja utilizando câmeras de segurança. Utilizaram o *Shopper Flow® Tracking System* para o rastreamento automatizado dos clientes fazendo relacionamentos entre o equipamento para carregar (utilizado carrinho, cestas ou levando nas mãos), a localização, percurso, velocidade média ao caminhar, tempo total de permanência na loja e as escolhas e volumes de produtos comprados pelos mesmos.

Shu *et al.* (2005), exploram o *IBM Smart Surveillance System (S3)* como uma ferramenta aberta e extensível para vigilância baseada em eventos. Identificam os seguintes eventos a serem monitorados no contexto de segurança num aeroporto: detecção de violação de perímetro em tempo real, detecção em tempo real de diversas atividades acontecendo no perímetro do aeroporto, detecção em tempo real de acesso não autorizado a áreas de segurança por meio de perseguição, provimento de informação em tempo real das atividades tanto de clientes quanto de empregados, dentre os clientes do aeroporto e capacidade de investigar eventos. As ferramentas utilizadas para atingir esses requerimentos de detecção foram: sistemas baseados em vídeo para detecção de atividades e violação de perímetro; detecção de perseguição; sistema de captura e reconhecimento facial para monitorar passageiros entrando no terminal e um sistema de reconhecimento de placas dos veículos estacionados.

Bramberger *et al.* (2006), desenvolveram um sistema de câmeras inteligentes com infraestrutura de computação e comunicação a bordo para utilização como parte de prédios inteligentes, vigilância, rastreamento e análise de movimento, onde o processamento se encontra distribuído e integrado no sistema de cooperação entre as câmeras.

Sedky *et al.* (2005), introduziram um sistema de classificação para sistemas de vigilância inteligentes, dependendo da sua aplicação comercial, relacionando as capacidades dos algoritmos de VC utilizados. A Tabela 10 indica a aplicabilidade de vários algoritmos comerciais de VC, com o tipo de aplicação ao que corresponde. A Tabela 11 indica a relação entre o tipo de algoritmo e o campo de aplicação para o qual se mostra indispensável (E), desejado (D), opcional (O) ou ainda não relevante (X). Observa-se que o Monitoramento de Atividades Cotidianas, Espaços Interativos Inteligentes e a GF, encontram indispensável a utilização de todos os tipos de algoritmos de VC.

Tabela 10 – Capacidades dos Sistemas de Vigilância por Vídeo.

Algorithm Application	Change Detection	Region Localization	Region Tracking	Object Classification	Object Tracking	Identification	Movement Classification	Activity Classification
VIEWS	✓	✓	✓	✓				✓
PASSWORDS	✓	✓	✓	✓				✓
VSAM/CMU Sarnoff	✓	✓	✓	✓			✓	
VSAM/MIT	✓	✓	✓	✓				✓
Texas Instruments	✓	✓	✓	✓				✓
Orwell et al.	✓	✓	✓					
Remagnino et al.	✓	✓	✓	✓			✓	✓
Foresti	✓	✓	✓	✓				
W ⁴ /W ⁴ _{AT}	✓			✓	✓			
W ⁴ S	✓	✓		✓	✓			
CMU Cyberscout	✓		✓	✓	✓			
ObjectVideo	✓		✓	✓	✓		✓	✓
RoboGuard	✓		✓	✓	✓		✓	✓
IBM Face Cataloger	✓	✓	✓	✓	✓	✓		

Fonte: Sedky et al. (2005).

Tabela 11 – Requerimentos das Aplicações para a Melhoria da Eficiência.

Algorithm Application	Change Detection	Region Localization	Region Tracking	Object Classification	Object Tracking	Identification	Movement Classification	Activity Classification
Log Routine Tasks	X	X	X	X	X	F	X	X
Measuring Traffic Flow	E	E	E	E	E	O	E	O
Detecting Accidents	E	E	E	E	E	E	D	D
Monitoring Daily Tasks	E	E	E	E	E	E	E	E
Co-ordination in Workplace	E	E	O	E	E	E	D	O
Facility Management	E	E	E	E	E	E	E	E
Smart Interactive Spaces	E	E	E	E	E	E	E	E
Personalized Training	X	X	X	E	E	X	E	X
Autonomous Navigation	E	E	E	E	E	X	X	X
Compiling Consumer Demographics	E	E	X	E	E	X	E	X
Count Endangered Species	E	E	E	E	E	E	E	X

Fonte: Sedky et al. (2005).

Kalaivani e Roomi (2017), pesquisaram as diversas técnicas para a resumo e detecção de eventos incomuns em vídeo, apresentando o estado atual da pesquisa na área. O estudo lista o foco principal de diversos pesquisadores, *datasets* em utilização e características que estão sendo consideradas para suas abordagens. A Tabela 12, apresenta uma comparação dos métodos de detecção de eventos incomuns no estado da arte. A Tabela 13, compara os métodos de resumo de vídeos no estado da arte, e finalmente a Tabela 14, apresenta o estado da arte das técnicas de detecção de eventos por área de aplicação.

Tabela 12 – Métodos de detecção de Eventos Incomuns.

First author	Methodology	Features	Dataset
Wahyono [1]	Multi-threading strategy, GUI, Mixture of Gaussian model	--	i-LIDS
Hua Zhong [2]	Histogram, Co-occurrence matrix, Bipartite graph co-clustering	Motion, color, texture	--
Chen Change [3]	Lucas-Kanade method for optical flow, Bayes classifier	Motion	--
Gal Lavee [4]	Nearest neighbor algorithm with Euclidean distance	Color, texture, shape	CanonZ100 camcorder Video
Adam A [5]	Lucas-Kanade method for calculation of optical flow, pdf histogram.	Region based	--
Claudio [6]	Support Vector Machine for trajectory based analysis	Spatial features	--
Reddy V [7]	Region based segmentation, Cascaded model for classification.	Speed, size and texture	UCSD
Weilun Lao [8]	Four level frame work for human motion analysis.	Shape	--
Vijay [9]	Temporal and spatial anomaly maps are fusion and threshold detection	MDT, spatial saliency	UCSD
Zhigang [10]	Semantic analysis via Intermediate Representation	Low level features	TRECVID MED11
Ivanov I [11]	Acceleration and velocity of the objects are used for unusual detection.	Acceleration, velocity	PETS
Nahum [12]	Probability density function of motion features.	Motion features	SONYTRV900E PAL
Bin Shao [13]	Dictionary learning, sliding window method for event definition, sparse coding based reconstruction	--	--
Carter De [14]	Probabilistic Latent component Analysis mixture model	Optical flow features	PETS 2001
Nor Surayahani [16]	Framework for sudden event recognition, requirements and comparative study, decision-making techniques	--	--
Than V. [17]	Pixel-based background modeling, HOG for object classification,	--	MIT pedestrian dataset
Balakrishna [18]	Latent Dirichlet Allocation (LDA) for Bag-of-words approach, Bhattacharya distance and Kullback-Leibler divergence for detection	Spatio-temporal features	Own video data captured
Hong Lin [19]	Harris 3D and HOG/HOF descriptors, Bag-of-Words approach, view invariant feature representation.	Spatio-temporal interest points, global	IXMAS dataset
Hanning [20]	Coupled Hidden Markov Model(CHMM)	Visual feature	Terrascope dataset
Huiwen [21]	Probabilistic Graphical Model, Dynamic Time Warping, Monte Carlo	--	--

Fonte: Kalaivani e Roomi (2017).

Tabela 13 – Métodos de resumo de vídeos.

First author	Methodology	Features	Dataset
Carter De [14]	Probabilistic Latent Component Analysis(PLCA)	Motion	Own dataset and PETS2001
Shiyang [22]	Bag-of-Importance model with group sparse property.	Local visual features	Open video project (OVP), VSUMM, Youtube database.
Shi Lu [23]	Skimming length by structure and content entropy, spatial-temporal relation graph and optimization	--	--
Alex Rav [24]	Simultaneous display of many activities happened at different time.	--	--
Yael Pritch [25]	Clustering, SIFT descriptor, SVM classifier.	Appearance, motion	--
Michael [26]	Super frame temporal segmentation, selecting visual interestingness, combining subset of super frames	Temporal gradients, motion features	SumMe dataset, Berkeley Segmentation dataset.
Pratyush [27]	Change detection using Perceptual Hashing algorithm, temporal segmentation, merging segments.	--	--
Zheng Lu [28]	Static-transit for segmenting video into sub shots, SVM classifiers	Optical flow, blur feature	UT Egocentric (UTE), ADL
Kadir A. [29]	Temporal sub-sampling of motion	Motion	--
Sandra [30]	Histogram adaptation, line profiles, K-means algorithm	Color, visual descriptors	Open video storyboard.
Fatih [32]	Background subtraction, mean-shift analysis, Bayesian belief	Object based	ETRI dataset
muel [33]	Object based live video synopsis	--	--

Fonte: Kalaivani e Roomi (2017).

Tabela 14 – Técnicas de detecção de eventos por área de aplicação.

Category	First author	Year	Classifier Methodology	Events	Real time (Y/N)
Crime Prevention	Liu	2006	Hidden Markov Model	Snatching	N
	Julio Cezar	2007	Voronoi diagram	Attack Threatening	Y
	Ryoo	2009	Grammar Learning	Approach, attack, kick and punch	N
	Goya	2009	Nearest neighbor classifier	Purse snatching	N
	Jeong	2010	Markov logic network	Aggression, chasing, snatching	N
	Ibrahim	2012	Support Vector Machine	Snatching	N
Traffic Monitoring	Zhang	2012	Support Vector Machine	Approach, attack, fight	N
	Kamijo	2000	Hidden Markov Model	careless driving, hitting accident, unexpected and abrupt starting and stopping	N
	Xiaokun Li	2004	Hidden Markov Model	Behavior in highway traffic	Y
	Kamijo	2004	Logical reasoning	Detection of Calamities	N
	Kumar	2005	Bayesian classifier	Vehicle behavior	Y
	Veeraragha	2005	Trajectory Analysis	Changing the path, unexpected stopping	Y
	Chen	2007	MLP and RBF	Traffic behavior at intersection, car crash event	Y
	Veeraragha	2009	Grammar Learning	Change of lane, unexpected stopping at junction	Y
	Imran	2010	Expectation Maximization	Activities in traffic at junction	N
	Hernandez	2010	Hidden Markov Network	Activities in traffic at junction	N
Home care monitoring /Hospital assistant system	Hsieh	2011	Fuzzy SOM	Activities in traffic at junction	N
	Zhang	2011	Minimum Description Length	Traffic incidents at the crossroad	N
	Ge Wu	2000	Velocity profile	Sitting down, lying down, walking.	N
	Ji Tao	2005	Statistical Hypothesis testing	Indoor falling, walking, standing	N
	Cucchiara	2005	Bayesian classifier	Indoor falling, sitting, walking, bending down.	N
	Miaou	2006	Bounding box aspect ratio	Fall detection using omni camera view	N
	Anderson	2006	Hidden Markov Model	Indoor walking, fallen down, kneeling and getting up	N
	Jansen	2006	Context based learning model	3D image	N
	Thome	2006	Hidden Markov Model	Indoor walking, falling down	N
	Vishakarma	2007	Deterministic method based on gradient and fall angle.	Walking and falling in outdoor and indoor; falling in crowd.	N
	Juang	2007	Fuzzy	Indoor jogging, walking, bending, falling lying down.	N
	Rougier	2007	Ellipse ratio, orientation, motion	Indoor sitting, walking, falling, bending, lying down.	N
	Lin	2007	Centroid, vertical histogram projection	Indoor standing, squatting, fallen down	N
	Foroughi	2008	MLP neural network	Indoor sitting, walking, running, bending, limping, stumbling and lying down.	N
	Hazelhoff	2008	Gaussian Classifier	Indoor sitting, walking, falling and bending.	Y
	Anderson	2009	Fuzzy Logic	Different kind of falling.	N
	Liu	2010	KNN classifier	Various poses of sitting, standing and falling.	N
	Rougier	2011	Gaussian Mixture Model	Indoor sitting, walking, falling, bending and lying down.	N
	Liao	2012	Bayesian belief network	Both outdoor and indoor sitting, walking, standing, running, bending and lying down.	N
	Miao Yu	2012	Directed acyclic graph SVM	Indoor sitting, walking, lying on sofa, bending and falling	N
Olivieri	2012	KNN classifier	Indoor jogging, falling, bending, walking, lying down	N	
Brulin	2012	Nearest Neighbor, Fuzzy Logic	Indoor standing, squatting, lying, sitting, and falling	N	
Yu-Ling	2015	Bayesian network model	Abnormal voice	N	
Abdur	2016	Hidden Markov model	Clinical events hyper/hypo tension, bradycardia	Y	

Fonte: Kalaivani e Roomi (2017).

A maior parte da literatura associa os sistemas de vigilâncias com aplicações de segurança, em parte devido a: que o interesse principal do mercado sejam as aplicações de segurança, as primeiras gerações de sistemas de tv de circuito fechado (CCTV) eram voltadas para aplicações de segurança, os algoritmos de classificação ainda estão em desenvolvimento e a diversidade de comportamentos em diversas aplicações (Sedky *et al.*, 2005). Embora este seja o panorama no âmbito acadêmico, na prática os sistemas de CCTV estão sendo utilizados para outros fins além da segurança, tais como a melhoria na eficiência do fluxo de trabalho no ambiente de trabalho, a gestão de recursos, o atendimento de situações críticas e a coordenação de serviços e informação (Helten e Fischer, 2003).

Diversas soluções da indústria oferecem outras funcionalidades além do foco principal na vigilância e segurança:

Honeywell Video Analytics – Analisa o comportamento de até 20 objetos ao mesmo tempo, tanto no interior como no exterior. Divide a oferta em três soluções: *Active Alert* para funções tradicionais de vigilância como proteção do perímetro, controle de áreas restritas e detecção de comportamentos precursores de situações potencialmente ilícitas ou perigosas; *Smart Impressions*, para fornecer dados de rastreamento de pessoas e veículos, para fornecer as empresas com entendimento poderoso do design, uso e eficiência das operações e o *People Counter*, para contagem de pessoas, para o entendimento das operações e maximização das oportunidades de receita. A lista de eventos possíveis de detectar pelo *Active Alert* são apresentados na Tabela 15. O *Smart Impressions* é capaz de contar pessoas, veículos e bicicletas, assim como registrar seu movimento e fluxo, a entrada em zonas alvo e a permanência nas mesmas. As zonas alvo ou de interesse são definidas pelo desenho manual de polígonos bidimensionais sobre a imagem de cada ponto de coleta de dados (cada câmera) (Honeywell Video Systems, 2017).

Tabela 15 – Eventos detectáveis.

	Car speeding
PEOPLE EVENTS	Car made illegal u-turn
Person entered restricted area	Car parked in disabled parking space
Person exited restricted area	Car pulled off road
Person loitering in restricted area	Car needs assistance
Person started moving in wrong direction	Car exited restricted area
Person stopped moving in wrong direction	Car trespassing-tripwire
Person on fence line	VIDEO/CAMERA EVENTS
Person entered sterile zone	Video signal lost
Person started running	Video signal restored
Person stopped running	Camera sabotage features
People converged	COUNTING EVENTS
People passed by	Person counted as entering
Person trespassing-tripwire	Person counted as exiting
Person running in wrong direction	Car entered car park
CAR TRAFFIC EVENTS	Car exited car park
Car started moving in wrong direction	Car counted in lane
Car stopped moving in wrong direction	PREMIUM EVENTS
Car entered restricted area	Object left unattended
Car parked in restricted area	Object removed
Car entered sterile zone	Possible theft

Fonte: Honeywell Video Systems (2017).

Modcam – Com ofertas para dois mercados: Varejo e GF. Comercializa o sensor proprietário *MOD.01* que utiliza VC para determinar os movimentos de perfis dos visitantes de lojas de forma anônima, no ambiente de GF oferece dados de ocupação do piso e das mesas de trabalho, assim como fluxo de pessoas (Modcam, 2017).

VergeSense – Oferece um dispositivo proprietário baseado na inteligência artificial e fusão de sensores como infravermelho passivo, ótico, acústico, de temperatura e luminosidade ambiental para fornecer informação de contabilização de pessoas, utilização de mesas de trabalho, mapas de calor e proporção de pessoas sentadas ou em pé (Vergesense, 2017).

PointGrab Inc. – Comercializam o CogniPoint™ que é um sensor baseado na fusão de rastreamento visual de objetos com inteligência artificial a bordo do sensor. Fornece informação sobre gestão de espaço do escritório, detectando, contando e rastreando os ocupantes de um espaço de trabalho em tempo real e compilando dados de utilização do espaço e mesas, e gerenciamento de agendamento de salas de reuniões; fornece dados sobre presença, contagem e localização, assim como distribuição de sensoriamento de iluminação para economia de consumo energético; pode otimizar limpeza e manutenção alavancando os dados da plataforma; atende o segmento de lojista provendo um entendimento da atividade dos compradores incluindo fluxo, rotas, atenção a exposições, dinâmicas de fila e tempo ocioso; permite projetar os espaços de trabalho e a GF de forma flexível, o que permite otimizar a distribuição dos espaços baseado na análise de utilização dos espaços (Pointgrab, 2017).

Além dos exemplos apresentados existem numerosos outros empreendimentos comerciais (Countbox, 2017; Foxstream, 2017; Inexva, 2017; Peoplecounting, 2017; V-Count, 2017; Visiosafe, 2017; Visualize, 2017) com ofertas e soluções similares, principalmente consistindo em dispositivos proprietários com soluções particulares.

Ainda existem soluções de código aberto como a de Kerberos.io (2017), que oferece uma solução de vigilância gratuita que funciona com qualquer tipo de câmera. Um diferencial que oferece além de ser código aberto é que incorpora tecnologia de inteligência artificial com funções de detecção e rastreamento de veículos, pessoas e bicicletas fornecendo estas informações para o uso potencial na GF além das funções de segurança.

Com exceção de casos como o do Kerberos.io, que pela natureza de código aberto facilita a integração com outros sistemas, a maioria das soluções disponíveis no mercado exibe uma natureza fechada, na qual a interoperabilidade não é uma prioridade. Percebe-se uma maior atenção à exposição das características de alta segurança ou privacidade dos sistemas. As soluções não reconhecem a existência de outros sistemas tais como BAS, BEMS, CAFM, CMMS, BIM, etc., de utilização comum na GF que poderiam aproveitar e incorporar as informações levantadas.

Segundo as fichas técnicas das soluções aqui apresentadas, nenhuma das soluções integra informação geométrica do espaço baseada em projetos arquitetônicos digitais nem BIM.

2.7. INTEGRAÇÃO DA VISÃO COMPUTACIONAL E BIM PARA A GESTÃO DE FACILIDADES

Embora os algoritmos por trás das soluções de Vigilância e GF baseadas em VC sejam constantemente pesquisados e publicados (Chen, 2015), existe uma carência perceptível de

pesquisas avaliando a funcionalidade e arquitetura dos sistemas como um todo, e o impacto da aplicação das mesmas nas indústrias como a GF.

A captação de dados de forma manual tem limitantes em termos de velocidade, plenitude e precisão, que acaba tornando estes métodos não efetivos em ambientes altamente dinâmicos como construções e operações de prédios. As tecnologias de captação e sensoriamento remoto apresentam uma oportunidade para prover possíveis soluções aos requerimentos das operações dependendo da natureza e da fase da operação; tarefas como gerenciamento de recursos, particularmente, identificação de recursos, requerem tecnologias de identificação automatizadas que possam localizar fisicamente o recurso em ambientes interiores ou exteriores e rastrear os movimentos destes recursos (Taneja *et al.*, 2010). Os agentes de *software* precisam tomar decisões automatizadas e realizar ações quando for preciso, sendo completamente dependentes de sensores, ao invés da intervenção humana, para produzir informação em tempo real sobre parâmetros como localização, condição e cronometragem. Diversas tecnologias de captação de dados têm sido avaliadas além dos sensores tradicionais, tais como temperatura, luminosidade, pressão atmosférica, umidade, detectores de presença, detectores de fumaça e ruído dentre outros, sendo a RFID uma das mais estudadas apesar de seu alto custo, e devido a isto, mantendo-o proibitivo para a GF (Wing, 2006).

Rafiee (2014), desenvolveu um sistema que consegue melhorar a vigilância pela fusão de BIM, sistema de localização em tempo real baseado em sensores UWB (*Ultra-Wideband*) e câmeras de segurança PTZ (*Pan-Tilt-Zoom*). Nesse trabalho, o foco é apenas nas funções de segurança baseadas em identificação de pessoas, e o BIM é utilizado como uma ferramenta empregada para obter informação geométrica e não como um meio de comunicação e interoperabilidade que pode receber e refletir o estado atual da edificação.

Cabe destacar a carência percebida na literatura de avaliação de técnicas de visão computacional como ferramentas de captação de dados para a GF, no contexto do BIM, assim como tem sido avaliado para a construção. É neste fato que existe a oportunidade de criar um sistema que possa explorar a utilização da visão computacional para agir como uma ferramenta alternativa de captação de dados automática, em tempo real que alimente um BIM refletindo o estado atual do mesmo facilitando uma GF mais eficiente, à vez que reaproveita as câmeras de segurança sem acrescentar sensores, nem o incremento de custo, tipicamente associados aos sistemas de captação e sensoriamento de dados tradicionais.

3. Metodologia

Para a realização da pesquisa foi adotada a metodologia desenvolvida por Wetzel e Thabet (2016), para desenvolver arcabouços conceituais de segurança física dentro da GF com a utilização do BIM. Como a metodologia de referência tem por objetivo produzir resultados da mesma natureza aos procurados nesta pesquisa (arcabouço conceitual de uma nova disciplina na GF baseado em BIM), para a adoção da mesma, o foco na segurança física foi adaptado para VC. Foi necessário identificar, organizar e categorizar a informação de VC aplicável aos funcionários da GF, isto é realizado através de uma série de métodos de pesquisa, estruturados dentro do arcabouço teórico do método *Define-Measure-Analyze-Design-Verify* (DMADV) do Six Sigma.

3.1. DMADV

O arcabouço conceitual de VC na GF baseado em BIM, parte da análise qualitativa da lente teórica na abordagem metodológica Six Sigma. O DMADV é uma ferramenta analítica, por etapa, bem popular, utilizada para o desenvolvimento de processos, serviços ou produtos dentro da metodologia Six Sigma, Design for Six Sigma (DFSS) (Rumane, 2013).

O DMADV é o suficientemente flexível para ser utilizado como um método exclusivamente qualitativo ou como métodos misturados. Além de ser utilizado frequentemente nos âmbitos comerciais e de manufatura, a utilização de metodologias Six Sigma tem se mostrado como abordagens efetivas nas pesquisas da construção (Koziołek e Derlukiewicz, 2012; Lee e Su, 2012; Banawi, 2013; Paslawski, 2013; Vilasini *et al.*, 2014; Wetzel, 2016; Mahasneh e Thabet, 2017), na vigilância (Huang *et al.*, 2010), e processos de aquisição de informação (Kim *et al.*, 2010).

Esta pesquisa utiliza a análise qualitativa durante a coleta de dados na forma de revisão da literatura, estudo de casos, codificação da informação relativa à VC e entrevistas. A coleta de dados é validada numa segunda rodada de entrevistas com profissionais da indústria. Os dados codificados depois são organizados, padronizados e interpretados em um modelo do produto e fluxograma. Um protótipo é desenvolvido como prova de conceito da funcionalidade do sistema e arcabouço.

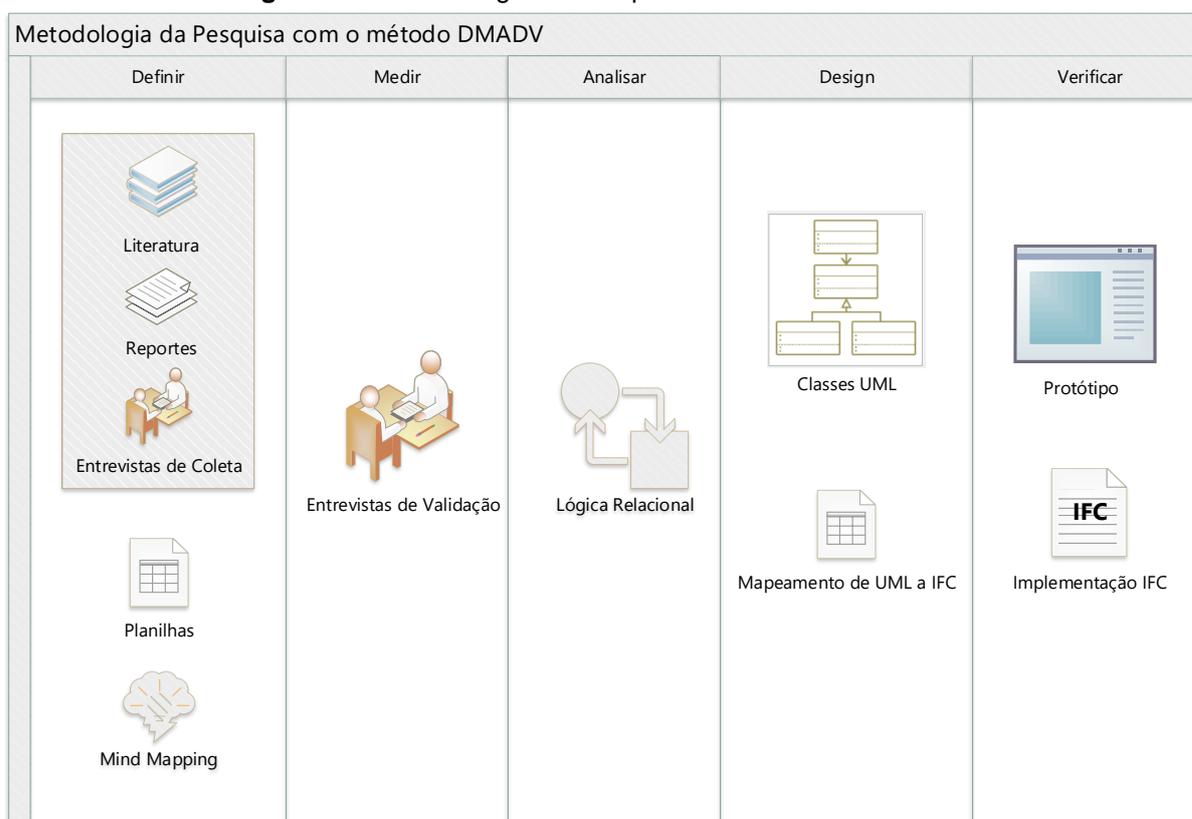
A Tabela 16 apresenta a definição de cada etapa da metodologia DMADV no contexto desta pesquisa. A Figura 10 é uma representação gráfica da metodologia, com os produtos e ferramentas a serem utilizados na sua execução.

Tabela 16 – Etapas DMADV da pesquisa.

Etapa	Definição
Definir	Identificação dos dados e informação para os objetivos estabelecidos.
Medir	Validação dos dados coletados nas entrevistas de coleta da etapa <i>Definir</i> .
Analisar	Análise qualitativo da informação coletada durante as etapas <i>Definir</i> e <i>Medir</i> .
Design	Implementação do conhecimento obtido nas etapas <i>Definir</i> , <i>Medir</i> e <i>Analisar</i> .
Verificar	Verificação do sistema desenvolvido pela aplicação do protótipo.

Fonte: Produzida pelo autor (2017).

Figura 10 – Metodologia da Pesquisa com o método DMADV.



Fonte: Produzida pelo autor (2017).

3.1.1. Definir

Os eventos de interesse para a GF que possam ser atendidos pela VC são identificados utilizando descobrimento e coleta de dados na literatura. A codificação qualitativa de estudos de casos pela análise de ordens de trabalho, reportes de manutenção, reportes de ocorrência de incidentes, reportes de utilização de espaço, manuais de operação e manutenção, dentre outros permite estabelecer um vínculo entre os eventos identificados na literatura e sua ocorrência no contexto profissional. Permite, ainda, a identificação e codificação de outros eventos não contemplados na literatura que possam ser atendidos pela VC. Na procura da

correspondência e codificação de eventos também são utilizadas entrevistas abertas semiestruturadas com profissionais da área. A informação é inicialmente organizada em planilhas de Excel para identificar pontos em comum e depois os dados são categorizados utilizando *mind mapping* (técnica gráfica que expressa pensamento radiante).

Com o objetivo de identificar eventos na GF que possam ser detectados aplicando técnicas de VC aos sistemas de segurança existentes, uma diversidade de casos de estudo, correspondendo a várias categorias, são avaliados objetivando desenvolver códigos de eventos através da codificação qualitativa. Estes códigos são elementos de informação relevantes ao contexto de ocorrência. Utiliza-se a análise temática para avaliar a frequência de ocorrência, ocorrência simultânea e relações entre os códigos, que são organizados e categorizados para apoiar generalizações analíticas. Os reportes são codificados manualmente ou dentro de um software de anotações de arquivos .pdf. Os códigos são introduzidos numa planilha de Excel para organização de forma prévia a sua organização por meio de *mind mapping*.

Cada estudo de caso procura responder as seguintes perguntas: O evento acontece dentro de uma área sob cobertura do sistema de vigilância? Qual é a disciplina interessada no evento? O evento acontece de forma isolada ou em conjunto com outros indicadores? O evento acontece de forma instantânea ou possui uma duração definida? Quais são os parâmetros de interesse associados ao evento?

A Codificação Qualitativa também será utilizada como fonte de informação para desenvolver códigos de VC da literatura padrão da indústria, tais como manuais de operação e manutenção, Guias de Gestão de Facilidades, dentre outros. A Codificação Qualitativa utiliza o processo analítico de organização de dados não tratados em temáticas que assistam na interpretação dos dados (Zhao, 2013). Os dados qualitativos serão codificados manualmente e registrados em uma planilha de Excel para organização, antes de serem reorganizados mediante a utilização de *mind mapping*. De forma similar à análise de estudos de caso e entrevistas, a análise temática é utilizada para buscar informação relevante de eventos necessários para a realização deste estudo. Os dados resgatados destes documentos com frequência se encontram sem categorização e, portanto, a importância e utilização ou não dos mesmos fica na discricção do autor. A informação é posteriormente validada por meio de Entrevistas de Validação de Dados.

Entrevistas Abertas, Semiestruturadas – As Entrevistas de Coleta de Dados com especialistas no campo de GF ajudarão na compilação e categorização de eventos de interesse. De forma similar aos outros métodos de coleta de dados, as Entrevistas de Coleta de Dados têm a intenção de gerar códigos por meio da codificação qualitativa das transcrições e da análise temática. Estes códigos serão incorporados no arcabouço, de forma similar aos

códigos identificados nos reportes e da literatura. Esta pesquisa utiliza saturação para as áreas de Operação e Manutenção, Gestão de Espaços, Segurança e Vigilância, Gestão de Emergências, Gestão de Reformas, Serviços Administrativos e Sustentabilidade sendo o número de participantes ainda desconhecido. As entrevistas não são completamente estruturadas e se caracterizam como conversas guiadas, mais do que como enquetes estruturadas. Este método permite uma entrevista mais fluida e dinâmica na qual é perseguida uma linha de questionamento consistente, porém o formato oferece a oportunidade de realizar perguntas de seguimento assim como linhas paralelas de pesquisa (Yin, 2013). A amostragem dos participantes será intencional, procurando um grupo particular de pessoas baseado no critério de conhecimento da aplicação da GF. Os participantes neste estudo atendem aos seguintes critérios de inclusão:

- Profissional da Gestão de Facilidades - Isto pode incluir funcionários de campo ou, administrativos ou supervisores.

- Acima de 18 anos de idade.

- Mínimo de 6 meses trabalhando na posição atual – Isto com a intenção de evitar entrevistas com pessoas em treinamento ou indivíduos que não conheçam bem o campo.

- Capazes de falar e escrever em português.

O modelo da entrevista aplicada encontra-se no Apêndice A.

O *Mind Mapping* é uma técnica gráfica que expressa o pensamento radiante, permitindo ao usuário exibir relações entre vários conceitos e ideias em uma única página (Mento *et al.*, 1999). Dentro de um mapa mental o tema de interesse se encontra como a imagem central, com os temas chave (ou palavras) irradiando ao redor do sujeito como ramos. Estes ramos podem ser apresentados utilizando um sistema hierárquico, com itens de menor importância irradiando de forma mais distante do sujeito principal. A técnica de *mind mapping* é utilizada para organizar os dados qualitativos codificados obtidos dos casos de estudos, entrevistas e literatura. Organizar os dados dos três métodos de coleta fornece um único referencial gráfico para os dados codificados. Ao organizar a informação numa hierarquia gráfica, a transição a um modelo de produto e fluxograma é simplificado.

3.1.2. Medir

As entrevistas de validação realizadas durante esta etapa servem para validar a informação obtida durante a etapa Definir. Nesta etapa, o entrevistado verifica os parâmetros e eventos críticos, e valida que os dados obtidos previamente sejam compreensivos, precisos e proporcionais com os padrões da indústria.

As Entrevistas de Validação de Dados são utilizadas para validar os dados compilados por meio da análise de estudo de casos, da literatura e das Entrevistas de Coleta de Dados. As Entrevistas de Validação de Dados utilizam os entrevistados para validar a saturação e precisão dos dados. Devido à natureza das entrevistas, as perguntas são focadas na validação dos dados coletados. Para as entrevistas de validação será utilizada uma escala de cinco pontos para validar a utilidade ou importância percebida do arcabouço proposto pelo entrevistado. A escala a utilizar será a implementada frequentemente por os *SmartMarket Report: The Business Value of BIM* para não usuários de BIM (2009) (2012) (2017).

As entrevistas têm gravação de áudio e são feitas anotações em campo para a análise qualitativa. As entrevistas têm uma duração de entre 30 e 60 minutos, pessoais com o entrevistador, num local identificado pelo entrevistado. Se uma entrevista pessoal não for possível por restrições de viagem ou horário, uma reunião virtual (por exemplo *Skype*) é uma alternativa aceitável. Os participantes são identificados localizando facilidades que tenham funcionários que possam cumprir com os critérios de inclusão. Uma vez que um encarregado da GF é identificado na facilidade, será feita uma ligação para confirmar a informação de contato com o encarregado, confirmar cumprimento dos critérios de inclusão, e obter o nível de interesse de participação no estudo. No caso em que a pessoa acionada tenha interesse em participar, um e-mail será enviado comunicando os detalhes do estudo. Será permitido que o participante selecionado sugira outros participantes potencialmente interessados.

3.1.3. Analisar

Baseado nos parâmetros e eventos identificados e validados, a lógica relacional é desenvolvida para estruturar e definir a funcionalidade do arcabouço conceitual baseado em BIM.

Desenvolver *designs* conceituais, avaliar e selecionar os melhores componentes: definir regras e relações para adicionar lógica à informação dos eventos, obtida nas etapas de Definição e Medição para poder desenvolver grupos padronizados de VC, diagramas de processo e funcionamento do protótipo são fases desta etapa.

3.1.4. Design

A etapa de *design* possui dois propósitos:

Desenvolver um arcabouço conceitual para padronizar os eventos particulares de cada contexto de forma que possam ser transportados desde sua origem até o usuário final em um único repositório baseado em BIM.

3.1.4.1. Arcabouço Conceitual

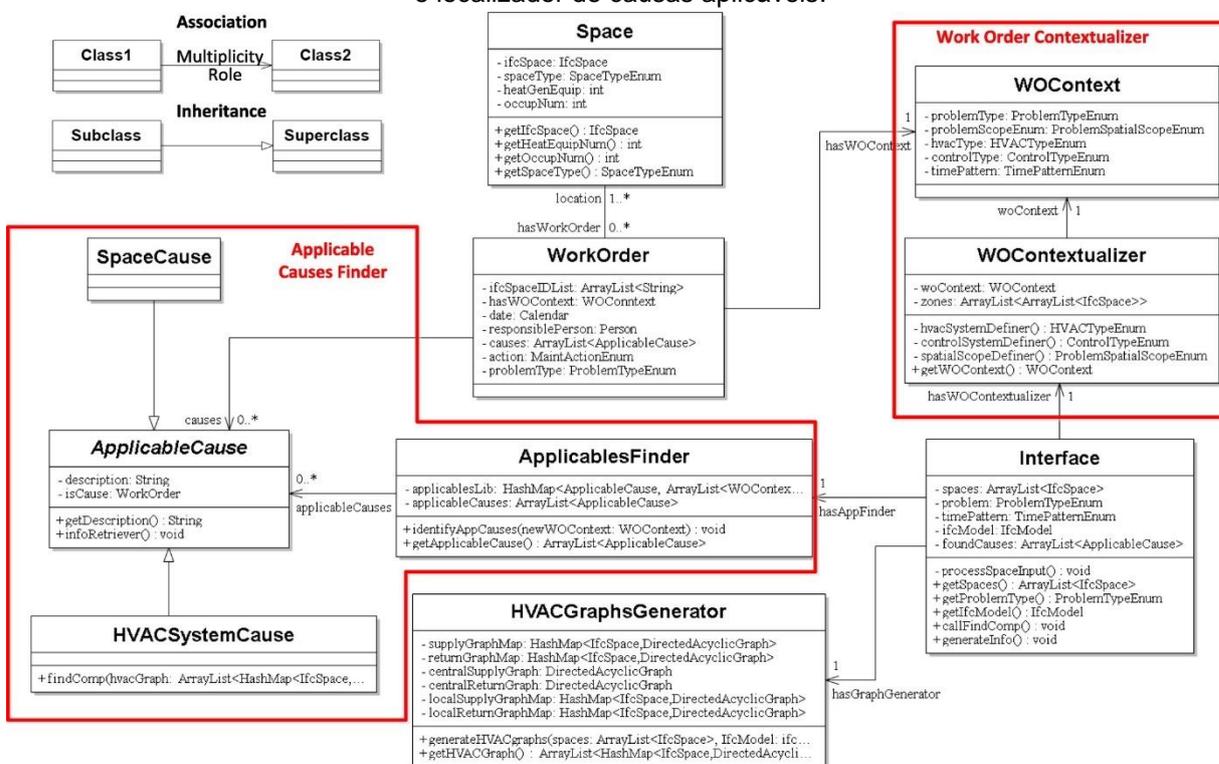
Os arcabouços conceituais de objetos e componentes, representam um ramo especial dos sistemas orientados a objetos – são peças extensíveis de software semiconcluídos. Completar o *software* semiconcluído produz diversas peças de *software*, tipicamente aplicações específicas, que compartilham o mesmo núcleo. Embora os arcabouços conceituais são desenvolvidos para uma ampla gama de domínios, eles utilizam princípios construtivos comuns (Fontoura *et al.*, 2000). A Linguagem de Modelagem Unificada (do inglês, UML - *Universal Modeling Language*) é uma das ferramentas que consegue capturar estes princípios construtivos comuns para a definição dos arcabouços conceituais, sendo utilizados frequentemente para estes fins, como exemplificado por (Balsters, 2003; Ben-Abdallah *et al.*, 2004; Ferreira *et al.*, 2007; Silingas e Butleris, 2008; Wetzel, 2016).

3.1.4.1.1 Classes UML

A informação codificada e organizada da planilha de Excel e o *mind mapping* alimenta um modelo de produto desenvolvido utilizando Diagramas de Classes do UML. O UML é um formato padronizado de visualização de sistemas orientados a objeto adotado pelo *Object Management Group* (OMG) (Omg, 2017) e os padrões ISO/IEC 19505-1:2012 (Iso, 2017a) e ISO/IEC 19505-2:2012 (Iso, 2017b). A utilização do UML permite desenvolver a estrutura, relações e funcionamento do sistema de forma independente de uma linguagem de programação particular, e expressar as características de um sistema de forma clara para que possa ser implementada em qualquer linguagem ou ambiente de programação. No UML existem 13 tipos diferentes de diagramas, divididos em três categorias: Diagramas de Estrutura, para representar a estrutura estática da aplicação; os Diagramas de Comportamento e os Diagramas de Interação. Nesta pesquisa será utilizado um tipo de Diagrama de Estrutura chamado Diagrama de Classe, o qual apresenta as classes do sistema, os seus atributos, as operações ou métodos e as relações entre os objetos. Os Diagramas de Classe podem ser utilizados para a modelagem conceitual do sistema das aplicações, para modelagem detalhada, com a finalidade de traduzir os modelos em código de programação e para modelagem de dados. Este último é o caso de implementação adotado, permitindo a identificação dos atributos e relações dos eventos de VC em um formato apropriado para a estruturação e armazenagem de um arcabouço conceitual (Pilone e Pitman, 2005). A Figura 11 apresenta um exemplo da utilização do UML para definir a implementação no BIM de um sistema automatizado para a solução eficiente de problemas de sistemas de ar condicionado (Yang e Ergan, 2015).

A ferramenta utilizada para desenvolver o UML é o *Microsoft Vision Professional* (Microsoft, 2017).

Figura 11 – Diagrama UML da representação esquemática do contextualizador de ordens de trabalho e localizador de causas aplicáveis.



Fonte: Yang e Ergon (2015).

3.1.5. Verificar

Esta etapa sustenta a qualidade do arcabouço que esta pesquisa desenvolve. A verificação é realizada implementando o arcabouço conceitual no protótipo, gerando um arquivo IFC funcional (e arquivos de suporte correspondentes) como prova de conceito, e posteriormente avaliando a funcionalidade do arcabouço com expertos da indústria. Os resultados da etapa de verificação serão utilizados em pesquisas futuras e como possível continuação do desenvolvimento deste arcabouço conceitual.

Será desenvolvido um protótipo do sistema, para implementar os eventos identificados no arcabouço conceitual, em formato IFC, para ser validados a compatibilidade nas ferramentas de visualização e colaboração, e que atenda às necessidades de interoperabilidade e medições de performance em tempo real.

3.1.5.1 Implementação IFC

Utilizando o UML desenvolvido, o mesmo é implementado em um gabarito no formato IFC. É utilizada a versão 4 do IFC (ou IFC4) escrito utilizando a linguagem de definição de dados EXPRESS, definida pela ISO 10303-11:2004 (Iso, 2017c). Este tem a vantagem de ser compacto e bem adequado à inclusão de regras de validação de dados dentro da especificação dos dados. A estrutura de intercâmbio de arquivos IFC (a sintaxe dos arquivos de dados IFC com a extensão “.ifc”) é também chamado de formato de arquivo físico STEP, definido pela ISO 10303-21:2016 (Iso, 2017d). É um formato de arquivo ASCII utilizado para o intercâmbio IFC entre diferentes aplicações.

A implementação do UML no IFC permite validar a portabilidade e compatibilidade do sistema desenvolvido com vários *softwares* de interoperabilidade de BIM que aceitam o formato de arquivo “.ifc”. Os *softwares* de teste são *Autodesk Navisworks Manage* (Autodesk, 2017b), *Autodesk Navisworks Freedom* (Autodesk, 2017a), *BIMserver* (Bimserver, 2017), *FZKViewer* (Hütter, 2016) e *Tekla BIMsight* (Trimble, 2017). Comprovar que as novas propriedades implementadas no IFC sejam visíveis e acessíveis em uma diversidade de *softwares* permite garantir a interoperabilidade e aplicabilidade do arcabouço conceitual definido no UML.

A ferramenta utilizada para a implementação do UML no IFC é um editor de texto ASCII.

3.1.5.2. Protótipo

Um protótipo não exaustivo é desenvolvido como plataforma de teste, na qual possa ser demonstrada a funcionalidade do arcabouço conceitual, assim como a aplicabilidade da implementação em IFC proposta. O protótipo tem o intuito de testar os princípios básicos explorados nesta pesquisa:

- Viabilidade da implementação de um sistema de VC, para detecção de eventos baseado nas câmeras dos sistemas de vigilância preexistentes nas facilidades.

- Capturar as características relevantes dos eventos previamente definidos em um arcabouço conceitual relevante.

- Capacidade de capturar e disponibilizar informação em tempo real.

- Utilizar BIM para atender as necessidades de: acessibilidade, integração, visualização e interoperabilidade.

3.1.5.2.1. Modelagem BIM

Um modelo BIM correspondente para a aplicação dos cenários é gerado a partir de uma planta arquitetônica genérica disponível, adicionando os elementos a serem monitorados pelos eventos detectados. A ferramenta a utilizar para modelar é o *Autodesk Revit Architecture*

2018 (Autodesk, 2017c). O modelo é exportado do *Revit* no formato IFC 4, com extensão de arquivo “.ifc”. Neste arquivo são posteriormente adicionadas as propriedades de VC da implementação IFC definida na seção 3.1.4.1.2 desta pesquisa.

3.1.5.2.2. *Vinculo BIM*

O IFC produzido na etapa 3.1.4.2.3 é gerenciado por uma instalação local do *software BIMserver* versão 1.4.0. O protótipo se comunica com o *BIMserver* utilizando JSON (do inglês *Java Script Object Notation*) que é um formato padrão aberto que utiliza texto legível a humanos para transmitir objetos de dados de forma assíncrona entre navegador/servidor.

4. Resultados

Segundo o apresentado no capítulo 3, esta pesquisa acompanha a metodologia proposta por Wetzel e Thabet (2016), precedido por um teste conceitual na etapa preliminar da pesquisa, com o qual foi confirmada de forma básica a possibilidade do sistema produzir um resultado viável.

4.1 TESTE CONCEITUAL

Para verificação preliminar do sistema proposto, um pré-teste simples foi realizado. O pré-teste consistiu na eleição de um evento particular: detectar o estado físico de uma porta (aberta ou fechada) como evento influenciador do consumo energético, conforto térmico e fluxo de pessoas (Klein *et al.*, 2012).

Para o pré-teste, ao invés de um *dataset* da literatura, foi utilizado um quarto da moradia do autor da pesquisa. Particularmente um ângulo com imagens de baixa resolução e frequência, as quais capturam uma parede que possui a porta monitorada.

O conjunto de imagens cobre um período de 30 minutos com imagens realizadas a 15Hz para um total de 27,000 imagens. Dentro deste período de tempo a porta foi aberta 4 vezes e fechada 3 vezes. Todas as imagens resultantes foram catalogadas dependendo do estado da porta.

Um modelo BIM foi realizado a partir de um levantamento do quarto e foram renderizadas imagens em qualidade *BEST* no *Revit Architecture 2014*, tanto com a porta aberta quanto com a porta fechada e com a renderização do canal alfa correspondente de cada estado como apresentado na Figura 16. O BIM foi exportado em formato IFC e as propriedades relativas à porta foram acrescentadas, no caso a propriedade booleana *isClosed* do grupo de propriedades "*FMState*", a qual pode aceitar valores VERDADEIRO ou FALSO para indicar se a porta está aberta ou fechada.

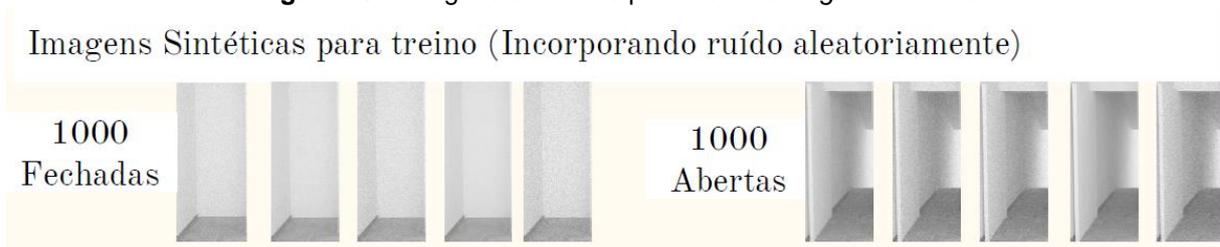
Figura 12 - Renderizado Sintético, Alfa e Real. Porta fechada e aberta.



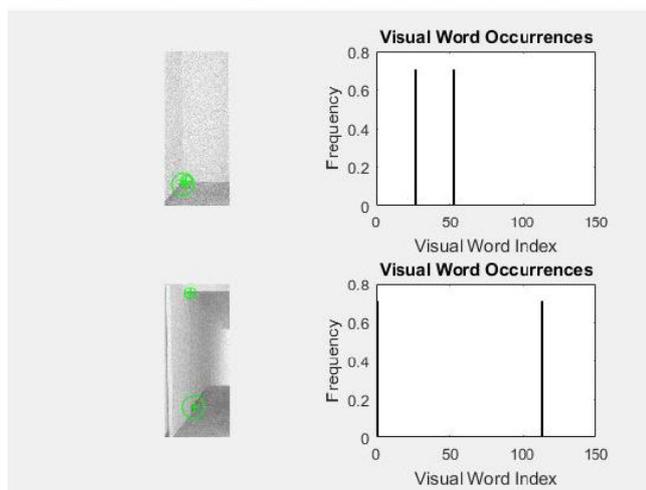
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

As imagens renderizadas foram subsequentemente pré-processadas, convertidas em tons de cinza, recortadas segundo a região de interesse definida pelo canal alfa exportado e com a adição de ruído gaussiano aleatório distribuído normalmente para produzir um total de 1.000 imagens sintéticas da porta fechada e 1.000 com a porta aberta. A metade das imagens sintéticas foi utilizada para gerar um Vocabulário Visual (*Bag of Features*) de características *SURF* com até 128 palavras, como exemplificado na Figura 17.

Figura 13 - Imagens sintéticas para treino e *Bag of Features*.



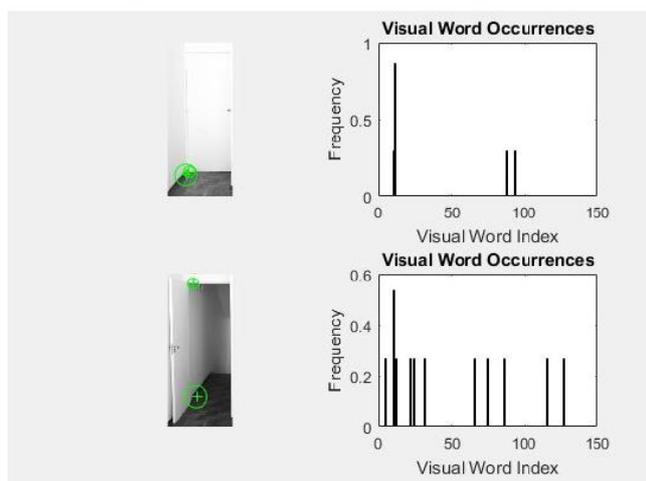
Bag of Features gerado com imagens Sintéticas



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A partir do *Bag of Features* gerado foram treinados 23 modelos de classificação correspondentes aos tipos *Decision Trees*, *Discriminant Analysis*, *Support Vector Machines*, *Logistic Regression*, *Nearest Neighbor* e *Ensamble*. Depois do treino, a precisão dos modelos foi avaliada nas imagens reais. A Figura 14 apresenta os casos de detecção da porta aberta e fechada.

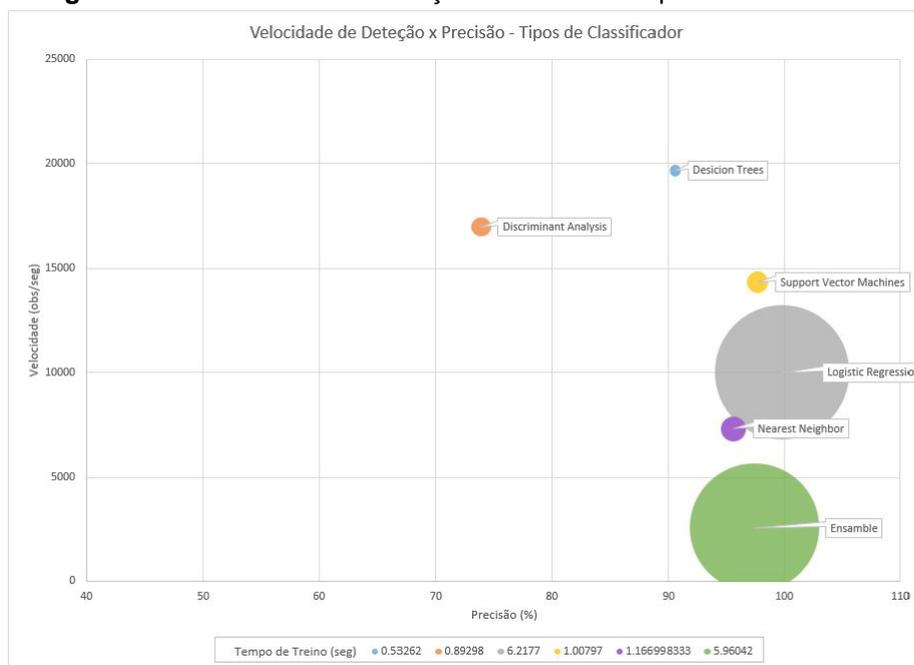
Figura 14 - Detecção em set real utilizando Bag of Features Sintético.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

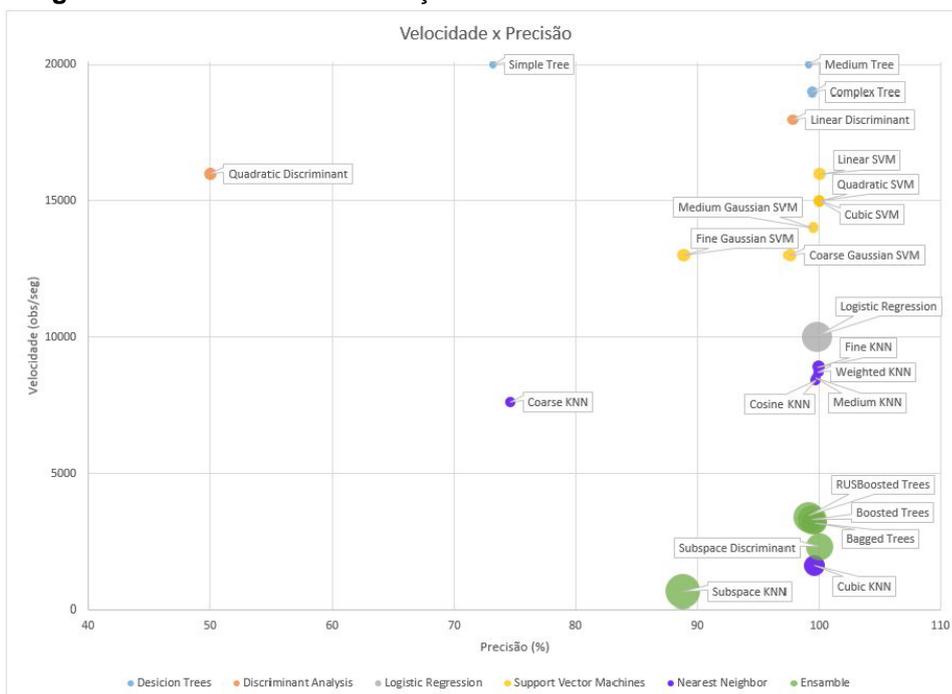
Os resultados da precisão dos modelos de classificação indicam uma performance superior dos classificadores do tipo *Support Vector Machines*, com classificadores como o SVM linear, quadrático e cúbico detectando o evento corretamente 100% das vezes e com velocidades de até 15kHz, ou mil vezes mais rápido do que a frequência das imagens na sequência dos vídeos. Os resultados agrupados por tipo e individualmente são apresentados nas Figuras 15 e 16.

Figura 15 - Velocidade de Detecção x Precisão – Tipo de Classificador.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

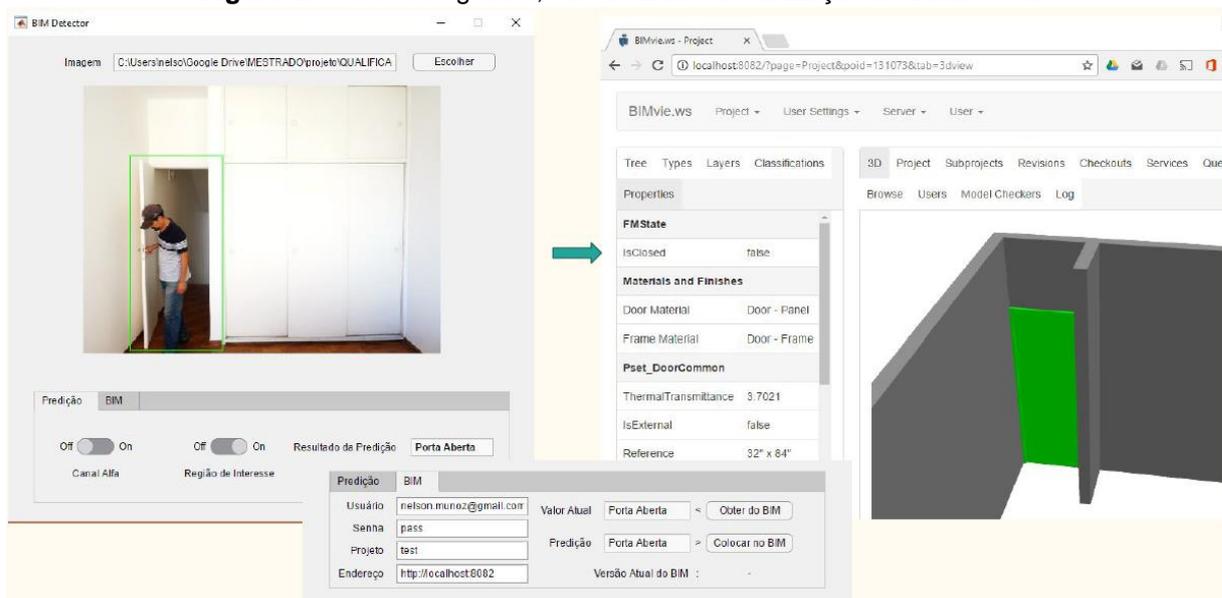
Figura 16 - Velocidade de Detecção x Precisão – Classificadores individuais.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A Figura 17, apresenta a interface gráfica do protótipo desenvolvido para o pré-teste assim como o vínculo e a transferência do estado da porta em questão ao IFC hospedado no *BIMserver*, sendo acessado de forma prática por um navegador e visualizando tridimensionalmente o elemento consultado.

Figura 17 - Interface gráfica, vínculo BIM e visualização no BIMserver.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

O pré-teste consegue validar o processo de pesquisa proposto e estudo, de identificação de um evento de interesse (abrir ou fechar porta), implementação deste evento como uma propriedade no IFC, um formato aberto de interoperabilidade. A detecção em tempo real do evento e a retroalimentação deste novo estado ao BIM, permitindo a acessibilidade mediante um servidor *web* de código aberto que possui capacidade de visualização tridimensional que oferece os dados relevantes de forma rápida e prática.

4.2. DEFINIR

Este capítulo detalha como foi obtida a informação codificada e os resultados da coleta de dados. Esta informação é utilizada para identificar os eventos que fazem parte do arcabouço conceitual, formatando o mesmo levando em consideração que resultado seja compatível com uma subsequente implementação no formato IFC, segundo a documentação do formato que especifica que os termos e conceitos utilizem as palavras em inglês (Limited, 2017).

A etapa Definir da metodologia foi aplicada de forma seguinte:

1. Realizou-se uma pesquisa na literatura sobre as aplicações de VC que podem ser aproveitadas na GF, sendo extraídos os eventos e identificadas as áreas de aplicação, segundo a classificação das áreas da GF estabelecidas por *National Research Council* (2008).
2. Foram feitas entrevistas em quatro facilidades, as quais foram processadas para extrair um segundo grupo de eventos de interesse da GF, segundo os profissionais da área de cada facilidade.

3. No final de cada entrevista foram solicitadas reportes de inspeção contendo parâmetros verificados nas vistorias realizadas de forma periódica em cada facilidade, os quais foram analisados para extrair um terceiro grupo de eventos, de interesse para GF.
4. Os eventos obtidos nas fases anteriores foram classificados e categorizados sendo organizados em planilhas, e posteriormente esquematizados utilizando *mind mapping* para mostrar visualmente a relação e dependência entre as áreas e os eventos da GF, que podem ser atendidos pela aplicação da VC.

Os seguintes itens apresentam o detalhe das fontes de dados e exemplos de como foram extraídos os eventos relevantes à GF.

Na definição do formato IFC (2017), um evento é definido como algo pontual que gera uma ação ou resposta, sem duração alguma. Como o intuito do arcabouço conceitual é ser compatível com uma implementação no formato IFC, os eventos foram identificados e definidos tomando este requerimento em consideração. No IFC, os eventos têm campos de valores associados, nos quais é complementada a informação relativa à ocorrência de um evento, desta forma, os atributos complementares podem ser utilizados para inferir características adicionais além da definição estrita do formato, como por exemplo, início e fim e subsequentemente o intervalo de tempo entre os mesmos (que poderia ser considerado uma duração). Na etapa Definir, a preocupação principal foi a identificação e classificação dos eventos e não os possíveis valores de atributos complementares; a definição dos atributos e possíveis valores complementares foi realizada na implementação do protótipo. Se em uma entrevista é identificada a necessidade de monitorar quando um veículo entra ao estacionamento, se estaciona, ingressa em uma área restrita, etc., ao invés de definir eventos separados para cada caso é definido um evento genérico, por exemplo, "*transport activity*", que terá atividade particular do veículo (entra ao estacionamento, se estaciona, ingressa em uma área restrita, etc.,) como atributo.

4.2.1. Literatura

Foi realizada uma classificação dos eventos identificados na literatura, obtendo uma panorâmica da relação entre os conceitos e verificando a ocorrência dos eventos da literatura na prática profissional, ao todo, 89 eventos foram extraídos da literatura. A literatura consistiu em artigos de jornais de revisão por pares, que estudaram casos de aplicação tecnologias específicas, assim como artigos de revisão bibliográfica detalhando o estado da arte das diferentes disciplinas, coletados em parte por Muñoz Matos e Acevedo (2018). Também foram utilizadas fichas técnicas de *softwares* comerciais e *softwares* de código aberto usados na GF.

A Tabela 17 apresenta um exemplo de eventos identificados e o relacionamento entre as áreas da GF de aproveitam eles e as fontes da literatura onde foram identificados.

Tabela 17- Exemplo de classificação de eventos a partir da literatura.

Actual Position	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO DE TRABALHO, ALOCAÇÃO E GESTÃO	Yeh et al. (2012), Park et al. (2013), Jiao et al. (2013), Wang et al. (2014), Wang, Love, et al. (2013), Kwon et al. (2014), Chi et al. (2013), Meža et al. (2014), Koch et al. (2014), Williams et al. (2014) e Wang, Kim, et al. (2013)
Orientation		
Size		
Surface Color / Texture		
Desk usage	SUSTENTABILIDADE	Modcam, 2017 VergeSense
Light Usage		PointGrab
Curtains Open		
Curtains Closed		
Dimensions	GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO	BHATLA, A. et al. (2012)
Position		Turkan et al.
Construction phase ID		
Activity Id		
Recognized Visible Progress		

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Os eventos identificados como resultado da análise da literatura encontram-se no apêndice G.

4.2.2. Entrevistas

Foram realizadas entrevistas a 4 facilidades localizadas na cidade de Belo Horizonte. As facilidades foram selecionadas por serem grandes empreendimentos com extensiva cobertura de câmeras de segurança, um deles sendo um hotel de rede internacional que recebeu delegações das Olimpíadas do Rio 2016 e os outros três sendo shoppings com entre 8 e 22 milhões de visitas por mês. Além do anterior foi necessário que os empreendimentos tivessem departamentos de operação e manutenção *in loco*, e que os entrevistados tivessem pelo menos um ano de experiência no cargo. Como acréscimos inesperados o entrevistado B exerceu previamente como encarregado de empresa terceirizada de GF, a entrevista A teve participação da encarregada de O&M e a entrevista D teve participação do supervisor terceirizado de GF que opera na empresa D. A Tabela 18 apresenta um resumo das entrevistas realizadas, as quais se apresentam na totalidade nos apêndices C-F.

Tabela 18- Dados gerais das entrevistas realizadas

ENTREVISTA	CARGO	TIPO DE EMPRESA
A	-Encarregado de redes e tecnologia -Encarregada de O&M	Hotel 4 estrelas de rede internacional, com capacidade de 379 apartamentos
B	Coordenador de operações	-Shopping de 21.136,45 m ² -170 lojas -21 milhões de pessoas por mês
C	Encarregado de manutenção	-Shopping de 21.384 m ² -269 lojas - 8,9 milhões de visitas por ano
D	-Coordenador de operações -Supervisor da prestadora terceirizada de serviços de GF	- Shopping de 47.169 m ² - 441 lojas - 13,9 milhões de visitas por ano

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

As entrevistas produziram resultados específicos de eventos monitorados, como exemplo, no quadro 1 se apresenta um extrato da entrevista B da qual foi identificado o evento *Movimento Detectado* (texto relevante marcado pelo autor).

Quadro 1- Extrato entrevista B.

<p>Pergunta: 8. Existe algum sistema de vigilância digital? Quais eventos são registrados?</p> <p>Resposta: “ (...) hoje a gente tem câmeras aí de 360 graus, que filma em 360 graus, por infravermelho, por movimento, então por exemplo, está vamos dizer, na noite, na madrugada, <u>teve qualquer movimento</u>, ela já busca o foco e começa a gravar. ”</p>

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A tabela 19 apresenta um exemplo de alguns eventos identificados na entrevista B, sendo identificada a área da GF na qual o evento é relevante.

Tabela 19- Exemplo de eventos identificados, entrevista B.

EVENTO	AREA
People Count	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO, ALOCAÇÃO E GESTÃO
Actual Position	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO DE TRABALHO, ALOCAÇÃO E GESTÃO
Orientation	
Size	
Illumination Level	SUSTENTABILIDADE
Window Opened/Closed	
Recognized Visible Progress	GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Os eventos identificados como produto das entrevistas encontram-se no Apêndice G.

O processo de análise das entrevistas foi iterativo, identificando os conceitos comuns entre as diferentes entrevistas e a literatura previamente analisada, escolhendo termos em inglês que possam ser utilizados para nomear os eventos da forma mais genérica possível, sem perder a ideia identificada na entrevista. Em alguns casos, o evento identificado foi produto da exposição literal da necessidade do entrevistado de monitorar um tipo de evento particular, e em outros casos, foi identificado um evento extraído da literatura que pudesse atender um problema ou necessidade do entrevistado, mesmo que fosse inferido indiretamente e não dito literalmente pelo mesmo. As tabelas seguintes (20-23), apresentam um extrato da entrevista e o evento correspondente identificado.

Tabela 20- Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade A.

Extrato Entrevista Facilidade A	Eventos
[8c] ...tem umas telas de eventos que a gente tem em cada sala com informações do evento que está acontecendo em aquele momento. Até que na verdade não sou eu que olho, é o próprio funcionário de eventos que faz esse teste, e qualquer coisa ele entra em contato com a gente, e a gente da manutenção...	Electronic Signage Functioning
[8c] ...de rotina a gente também olha a iluminação, (...) nível de reservatório...	Lights State Change Water Level
[8c] ...A gente tem um programa de pintura e marcenaria que a gente tem duas especialidades à parte né que a gente tem separado mesmo, então entra no cronograma de pintor, aí entram todos os quartos, salas de eventos, enfim as áreas comuns de pintura e marcenaria todos os reparos de marcenaria que precisam ser feitos...	Surface Color / Texture Change

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 21- Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade B.

Extrato Entrevista Facilidade B	Eventos
[5b]...que aí entra alguma permissão de trabalho, dos nossos bombeiros, que se tem a necessidade de acompanhamento de bombeiros, a questão de EPI, dos equipamentos de proteção mesmo, do técnico que vai trabalhar, avaliação de risco...	Technician Detected Technician PPE Detected
[5b]...Pintor a gente tem tanto de manhã quanto a noite, prediais a gente tem também. E atende as regulamentações, tem que ter auxiliar junto...	Technician Crew Complete
[5b]...então tem toda essa logística, o elevador tem que estar funcionando... [8a]...N: E além da contagem do fluxo de pessoas, tem alguma outra contagem estatística? T: De fluxo de veículos, esse é feito através da própria cancela de entrada e saída, porque ele tira o tíquete. As nossas cancelas de entrada e saída, além do controle das câmeras do CFTV comum, você tem na própria terminal uma câmera	Transport State Change Transport Queue

<p>interna que ele focaliza bem o rosto do condutor e tem câmeras que reconhecem a placa, então se cadastrarmos uma placa de um determinado veículo, assim que ele chegar, ele também é sinalizado, da mesma forma também que quem é mensalista aqui igual é o meu caso, eu não preciso tirar ticket nem nada na hora que meu carro já chega a placa já é reconhecida e libera a cancela, então ela reconhece tanto para entrar quanto para sair, então esse fluxo de veículos também tem essa estatística...</p>	
<p>[5b] ...então quando a gente faz as paradas, a gente fica umas 6 horas com o shopping todo desligado, só o gerador funcionando, só que ele abrange só a iluminação, então assim, parte fica 25, 30% de iluminação, elevadores parados, então há impacto nessa logística. Então a gente sempre combina no dia que vai impactar menos e mesmo assim passa uma circular comunicando todo mundo. Tem obras também, as obras normalmente a energia é nossa, que durante o período de obras eles não tem medidor e então a gente é que fornece energia...</p>	<p>Lights State Change Light State Abnormal</p>
<p>[5c] N: Quando tem que fazer uns serviços técnicos como no quarto de bombas, você fala que tem que ir com um auxiliar? T: Ou vai com um auxiliar ou comunica na central que está indo. Até porque tem uns sensores de porta então quando abre a central já alarma, então o técnico sempre avisa “central qti”, aí usa o código q (que estou indo), “qti central de bombas” aí termina lá “55” que resolveu está tudo ok, agora se precisa de alguma coisa “us, us” us é urgência, se aconteceu, então aí a gente já sabe que está lá e a gente envia bombeiro, alguém de resgate. [6]...Vou dar um exemplo de fornecimento de água, por mais que o técnico vá 5 vezes ao dia checar essa bomba está funcionando, se a bomba reserva está ok, em caso dela parar se está no sistema automático, que ele vai automaticamente e uma para e a outra entra, o sistema de boias, vai comunicar, por mais que ele faça isso várias vezes, ele pode acabar de chegar na caixa de água ver que o nível está ok, e aí ele vira as costas e coincidentemente uma eletro boia queima e pronto, aí até ele voltar gera um período, incluso nossos reservatórios não são tão grandes: faltou água, “pô, mas eu estive lá agora”...</p>	<p>Work Visit</p>
<p>[5c] ...nós criamos alguns supervisores por sistema sonoro e visual. Na nossa doca, como a central de bombas ela fica próxima, aí nós criamos um sistema sonoro, com a sirene e luzes...</p>	<p>Electronic Signage Functioning</p>

<p>[5c]...Ou alguém abriu alguma coisa acidentalmente, então assim, como o ambiente da bomba fica muito enclausurado, a gente não consegue escutar, nesse ambiente da doca tem um vigiante 24 horas então qualquer coisa já é treinado, ou os demais que toda vez que alarme ele já chama na hora, na central ao bombeiro, para ir visualizar, então tem esse sistema aí.</p> <p>[5d] N: Quando tem que fazer uns serviços técnicos como no quarto de bombas, você fala que tem que ir com um auxiliar? T: Ou vai com um auxiliar ou comunica na central que está indo. Até porque tem uns sensores de porta então quando abre a central já alarma...A questão da segurança física é questão de comportamento né, se o cara tem um posto delimitado, se ele está saindo daquele local, abandonando o posto, quantas vezes no horário dele ele saiu...</p> <p>[8c]...Em alguns pontos, na maioria dos pontos o operadora de CFTV ele consegue visualizar a pessoa indo e tudo para que isso não gere nenhum alarme, ele antes, quando a gente tinha uma empresa para fazer a gestão desse processo, quando a pessoa deixava de ir num determinado horário essa central da empresa ligava e avisada, “olha até o momento não foi feita a ronda das 6h” ou “não iniciou a rotina” mas hoje tem internamente, a gestão é feita por nós, e agente confere por meio de relatórios, vai lá tira aleatoriamente para ver se a pessoa está indo, durante a madrugada, que a gente precisa saber que a pessoa está indo, mas é uma forma de fechar esse círculo...</p>	<p>Restricted Activity Security Guard Detected Security Guard away from post / route Security Area not Visited Security Routine not Started</p>
<p>[5d]...até porque tem uns sensores de porta então quando abre a central já alarma...[6b]...aí já vem um técnico da predial também, já checa portas, trincos, se as portas estão fechando...</p>	<p>Door Open</p>
<p>[5c]...a gente tem um sistema antigo americano que você tira do gancho e já cai direto na central então do local que você está já aparecia para eles na central “oh, tá na casa de bombas”, sei lá, tem uma pessoa acidentada, socorro, o cara já sabe que está lá, ou se tirasse do gancho e não falasse nada, na central já sabem onde que é....</p>	<p>Falling/Incapacitated</p>
<p>[6b] N: Então para lâmpadas tipo marca, modelo de lâmpada, vocês têm estatísticas de qual funciona melhor? T: Temos, nós fizemos um retrofit dessa área de lâmpadas em 2014. 100% de nossas lâmpadas são LED hoje, então a gente já diminuiu bastante a carga operacional, o tempo ali. Diariamente era 15 e 20 OS para substituição de lâmpada, não só no Mall, como nas rampas, hoje deve ter uns três anos que não troca nem uma lâmpada.</p>	<p>Illumination Level</p>
<p>[6b]...e tem uma pessoa da limpeza também que faz essa vistoria questão de estéticas, eles já todos têm checklist que já chegam o supervisor já registra quando tem algum problema que consegue resolver na hora ele já anota que existiu o problema foi corrigido na hora...</p>	<p>Surface Color / Texture Change</p>

[8]...hoje a gente tem câmeras aí de 360 graus, que filma em 360 graus, por infravermelho, por movimento, então por exemplo, está vamos dizer, na noite, na madrugada, teve qualquer movimento ela já busca o foco e começa a gravar...	Motion
[8] ...temos câmeras de reconhecimento facial nas portarias, de contagem de fluxo de pessoas... [8a]...a gente consegue mensurar quantas pessoas entram no banheiro (...) Mas aí a gente tem número das pessoas que visitam os banheiros diariamente, saber os banheiros mais visitados, incidência e tudo para mensurar o consumo de papel, de descartável e tudo, assim ter esse paralelo entre o consumo diário descartável per capita que em média cada pessoa consome, então esses números aí a gente consegue ter...	People Count Face Recognition
[8a]...a gente tem ocorrência sim de pessoas suspeitas, então normalmente a gente quando há uma pessoa suspeita, uma vez que a gente rastreia uma pessoa, ou ela comete um delito internamente, a gente cadastra ela, assim como fizer o cadastramento dela, eu vou ser muito sincero, já aconteceu duas ou três vezes, que a pessoa quando ela entra ela já sinaliza na central, aí a central já coloca um vigilante para acompanhar e tudo...	Actual Position
[8c] ...ah nós temos acessos biométricos também, por exemplo para entrar no shopping...	Area Access
[8c] ...os funcionários aqui, o acesso a nossa administração, tanto aqui o acesso é só de quem trabalha aqui dentro...	Secure Area Access
[5c]...então aí induze a ir ao local e qualquer anormalidade que ele vê, um barulho, um ruído, uma fumaça, além, de que nós temos uma cobertura muito ampla de sensores de calor, detector de fumaça, coisas dessa automação que nos ajuda a sinalizar, a monitorar, pela automação se está tendo alguma anormalidade...	Fire Detected

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 22- Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade C.

Extrato Entrevista Facilidade C	Eventos
[5a]...o técnico passa e vê uma lâmpada queimada, ele mesmo vai lá digita o local que está, qual equipamento é, e qual a correção que ele tem que fazer...	Light State Abnormal
[5a]...a partir do momento em que ele abre uma corretiva o programa começa a registrar o tempo dele...	Work Visit
[5b]...todo dia o bombeiro faz a leitura do hidrômetro e marca, aí o sistema pega esse dado e monta um gráfico de acordo com o que foi registrado, dá para saber o consumo, monta um gráfico de acordo do que foi registrado... [5d]...quando são tarefas não rotineiras, é realizada uma análise de risco através de um documento chamado APR, análise preliminar de risco, e tem outros dois tipos de processos que dependem também do tipo de tarefa que seja...	Associated Procedure / Current Activity

[5d]...geralmente por uma equipe. Mas o sistema tem login individual. Se aparece alguma tarefa que o funcionário não consegue fazer sozinho e precisa de apoio ele vai fazer com ajuda dos integrantes da equipe dele, mas o programa permite que você registre que outro funcionário estava trabalhando com você...	Technician Crew Complete
[5d]...tem uma lista de mais de 100 dispositivos diferentes que vai desde extintor incêndios a um chiller...	Fire Extinguisher Removed
[8a] ...até quando fechou o shopping e ficou um garfo em cima da mesa o segurança registra...	Abandoned Object Detection

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 23- Codificação da entrevista de coleta de dados da facilidade D.

Extrato Entrevista Facilidade D	Eventos
[5d]...acontece as duas coisas, você tem tarefas que são realizadas por uma pessoa, e tem tarefas por mais de uma pessoa, normalmente as tarefas do setor elétrico tem mais de uma pessoa. As “OSes” preventivas normalmente são feitas por uma pessoa. Mas nas ações de corretiva normalmente tem mais de uma pessoa...	Technician Crew Complete
[6a]...para veículos temos as cancelas, elas informam quantidades de veículos que entraram e saíram...	Transport State Change Transport Queue
[8]...os acessos das diferentes áreas especiais, áreas técnicas, administração etc., é controlado via biometria...	Work Visit
[8]... (as portas) elas são ligadas in loco, com uma pessoa atuando no botão...	Door Opened/Closed
[8]...QRcode colocados em determinados locais, não é a segurança que faz isso, é o bombeiro civil que faz isso em pontos estratégicos, a ideia é que ele circule por aí e ver que está tudo o ok...	Security Guard Detected
[8a]...Pessoas que passam mal, caiu, pegou fogo numa loja, roubo, escada rolante mordeu um sapato, bateu, machucou a cabeça...tudo isso vai no relatório de segurança...	Fire Detected Sprinkler Activation Person Signaling Person Trapped Falling/Incapacitated Person Running

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.2.1. Características das facilidades entrevistadas

Nas facilidades entrevistadas foi possível observar certo grau de ocorrência de uso de tecnologias que beneficiam a GF (BIM, VC, dados em tempo real), assim como a experimentação de problemas típicos da GF previamente estudados na literatura.

Em nenhuma das facilidades existe o uso do BIM formalmente, em nenhum aspecto da GF, embora, na facilidade D existem sistemas automatizados de monitoramento de consumo de energia e estado da central de água gelada (como mostrado na *Figura 18*), baseado em um

modelo tridimensional e interativo do *shopping*, o mesmo, não poderia se chamar de BIM pois cada sistema foi desenvolvido para um fim particular que não permite a adição de outras informações nem usos diferentes aos do *design* original, e não possui intercomunicação nem interoperabilidade com outros sistemas. Também, foi evidenciado que não existem planos de implementação de algum sistema BIM devido a que nenhum dos entrevistados conhecia o conceito prévio à entrevista. Mesmo assim, o coordenador de operações da facilidade D, relatou que tem tido bons resultados das automações implementadas e com o intuito de continuar automatizando e integrando outros sistemas.

Figura 18 - Sistemas automatizados de monitoramento de consumo de energia e estado da central de água gelada, facilidade D.



Fonte: Arquivo pessoal do autor (2018).

Das 4 facilidades entrevistadas, apenas na facilidade B existe a utilização de sistemas de VC. O sistema utilizado na facilidade B implementa reconhecimento facial, rastreamento, contagem de pessoas, detecção de movimento, controle de acesso ao estacionamento e leitura de placas de veículos, todo isto viabilizado por uma extensa cobertura de câmeras de vigilância que incluem câmeras de alta resolução, de 360 graus e infravermelhas. Este sistema não conta com integração a outros sistemas e fica sob o uso exclusivo do departamento de vigilância do shopping. Apenas o dado de contagem de pessoas é fornecido ao departamento de marketing (uma área que originalmente não estava sendo considerada como relacionada à GF). Também não tem integração com nenhuma representação gráfica ou modelada da estrutura física da edificação. O coordenador de operações reporta alta satisfação com o sistema de vigilância com VC, indicando que consegue ter dados mais precisos do que com outros sistemas, por exemplo, a contagem de pessoas por reconhecimento facial, pode identificar grupos de pessoas entrando juntas ao shopping, enquanto o sistema tradicional de contagem por sensor infravermelho, não consegue diferenciar entre uma pessoa entrando sozinha e um grupo passando ao mesmo tempo por uma porta.

O coordenador de operações da facilidade B expressou alto interesse em ferramentas capazes de fornecer dados em tempo real, um exemplo citado pelo mesmo foi o de uma pessoa que se acidentou ao cair após tropeçar em um buraco na porta do shopping, a pessoa processou judicialmente ao shopping e ganhou. A análise de causa raiz realizado pelo shopping achou que o buraco não foi detectado anteriormente, devido a que as vistorias de manutenção não são realizadas diariamente. O coordenador expressou que se contassem com um sistema que avisasse da irregularidade em tempo real, o custo potencial do sistema poderia ser avaliado contra o custo de perder um processo legal, tornando mais justificáveis os investimentos em tecnologia que possam prevenir essas situações. Outro exemplo de necessidade de informação em tempo real é a verificação da localização do mobiliário segundo o plano de localização de paisagismo, dado que toda noite os mobiliários são movimentados para limpeza e normalmente não voltam a sua posição original, o que também pode decorrer em acidentes de clientes que tropeçarem com mobiliário fora de lugar, como por exemplo interrompendo a circulação em um corredor. Atualmente não possuem o pessoal necessário para realizar essa verificação com planos em mãos diariamente, identificando assim uma oportunidade para sistemas automatizados em tempo real.

A facilidade C, relatou que devido a uma alta rotação do pessoal encarregado da GF, tem perdido os históricos de manutenção decorrente da falta de uma base de dados digital e padronizada para a GF, acarretando o retrabalho e a reconstrução das informações necessárias cada vez que é necessário fazer a manutenção de algum equipamento preexistente ao atual encarregado do departamento de manutenção, parte do problema é que

os planos originais do shopping foram realizados em papel e ainda não foram digitalizados. Esta situação é similar aos resultados do estudo de Yang e Ergan (2015), no qual apontam ao BIM como uma ferramenta viável para evitar este tipo de problema.

Um fator comum entre todas as facilidades é a falta de programas de treinamento específicos de GF, devido a utilização de serviços terceirizados de GF. Isto implica um desafio a ser superado para a implementação de qualquer adoção de sistemas integrados de GF, pois não seria apenas a facilidade que teria que mudar senão também as prestadoras de serviços terceirizados.

4.2.3. Reportes de Inspeção

Foram avaliados reportes de inspeção de cada empresa para identificar as necessidades de verificação rotineiras e periódicas registradas formalmente pelos departamentos de GF. A tabela 24 apresenta um resumo dos reportes obtidos.

Tabela 24-Resumo de reportes de inspeção obtidos.

FACILIDADE	REPORTE
A	Checklist de verificação diária de TI.
	Checklist de verificação diária O&M espaços comuns.
	Checklist de verificação diária O&M apartamentos.
B	Plano de avaliação de checklists
	Relatório mensal consolidado regional.
	Vistorias bombeiros
	Vistorias limpeza
D	Resumo de OS por equipe e natureza
	Relatório de checklist consolidados bombeiros
	Relatório de checklist consolidados elétrica
	Relatório de checklist consolidados mecânica
	Relatório de checklist consolidados civil
	Relatório de checklist consolidado de manutenção

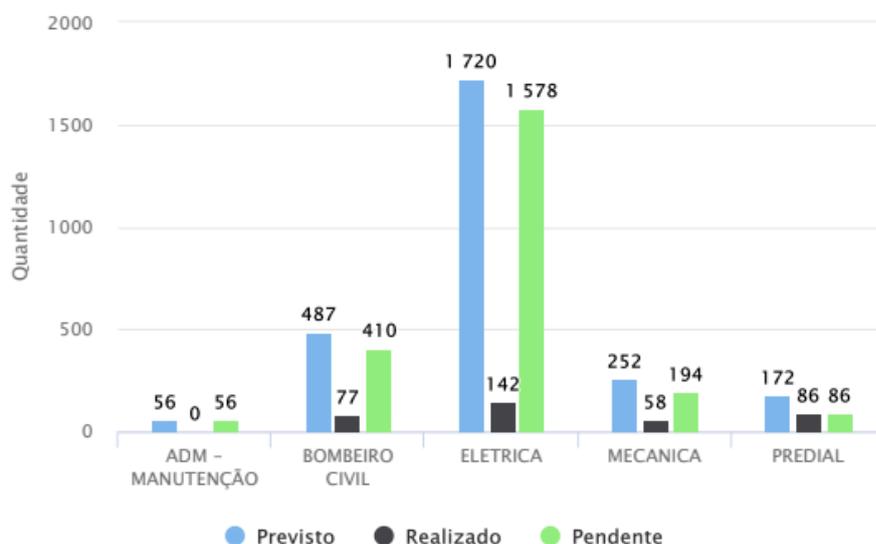
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Ficou evidente que em todas as facilidades existem diferentes níveis de padronização dos reportes de inspeção. Os reportes de inspeção de algumas áreas são bem específicos e detalhados, enquanto os reportes de outras áreas são abertos e pouco estruturados, inclusive em alguns casos, várias vistorias são realizadas, porém não possuem relatórios nem reportes de inspeção, ficando apenas documentados os processos de compras e/ou financeiros, se houver. Uma explicação fornecida pelos entrevistados é que como utilizam prestadoras de

serviços terceirizadas, os coordenadores dependem de relatórios consolidados e sem muito detalhe, que possam digerir rapidamente. Quando foram questionados sobre como verificam o desempenho das prestadoras de serviços, três das quatro facilidades responderam que se baseiam em auditorias periódicas para avaliar o cumprimento dos requerimentos contratuais da prestadora terceirizada. Em alguns casos, essas auditorias podem ter frequência de até uma vez por ano, o qual deixa à facilidade sem dados estatísticos atualizados de várias áreas no intervalo entre uma auditoria e outra. Um mecanismo que utilizam para complementar o monitoramento das prestadoras é contar com um funcionário encarregado especificamente de supervisionar às prestadoras. Segundo as entrevistas realizadas, as prestadoras de limpeza, mecânica, elétrica e os bombeiros civis devem apresentar relatórios exaustivos diariamente. Outras áreas, como vigilância, predial e pintura não utilizam checklists de forma rotineira, e apenas realizam relatórios pontuais na medida que são reportadas ordens de serviço corretivo.

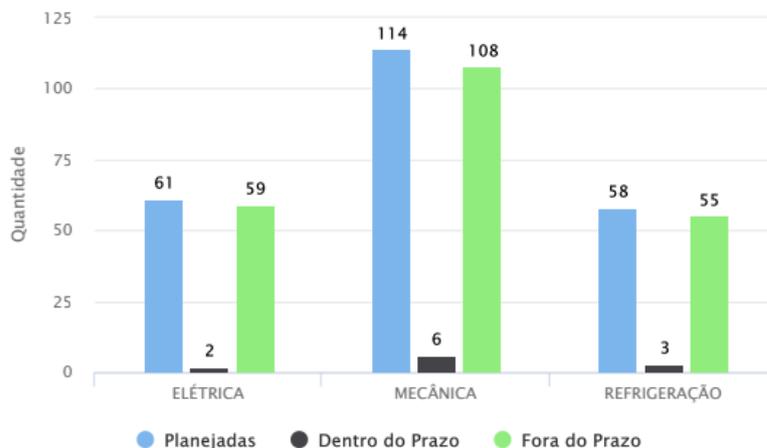
As figuras 19-22 exemplificam os relatórios que são apresentados à coordenação de operações da facilidade D. A mesma consiste em consolidados atualizados até o dia do mês em questão, esses gráficos são alimentados diretamente pelas prestadoras de serviços terceirizada e verificados pelo supervisor do departamento. A Figura 19 indica um atraso significativo comparando as OS pendentes com os dias percorridos do mês (figura 22). Comparando a Figura 20 com a Figura 21, se pode concluir que as OS planejadas (figura 20) estão ficando fora do prazo devido em parte ao tempo empregado atendendo as OS corretivas, como se pode apreciar na Figura 21, na qual a quantidade de OS preventivas executadas é mínima quando comparada com as previstas (ou planejadas). Em termos gerais, isto é indicativo de uma necessidade marcada de melhorar os procedimentos do departamento de GF.

Figura 19 - Checklist previsto, realizado, pendente x equipe (área).



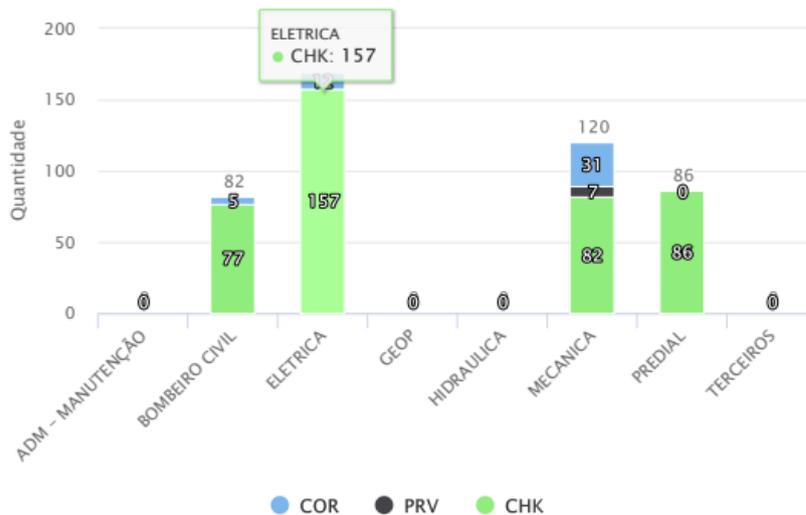
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 20 - Quantidade de preventivas planejadas x executadas (dentro e fora do prazo) x tipo de OS.



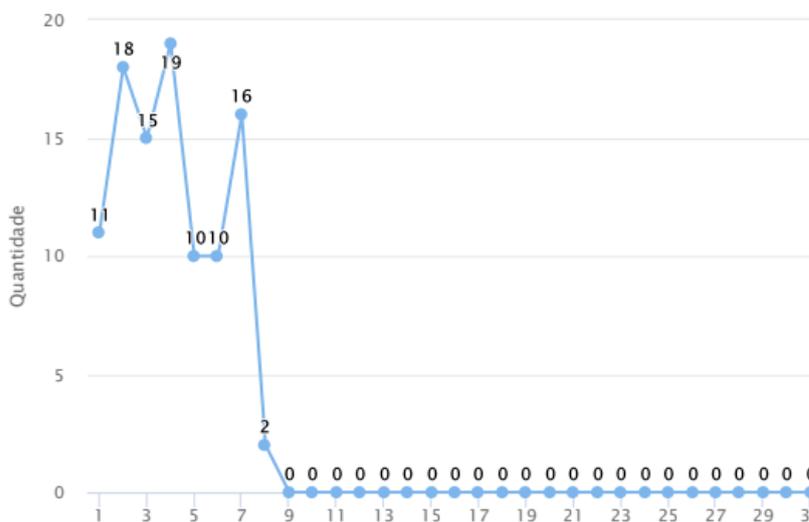
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 21 - Quantidade de OSs realizadas x equipe.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 22 - Quantidade de OSs abertas x dia.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

O processo consistiu na leitura detalhada dos reportes, identificando e marcando extratos que poderiam ser atendidos pela VC segundo a literatura preexistente, após ter marcado todas as ocorrências consideradas como possíveis de monitorar, foi criado um nome de evento tentando capturar o intuito do parâmetro monitorado de uma forma mais genérica à observada diretamente no reporte de inspeção. Por exemplo, a tabela 25 apresenta uma descrição de um reporte dos bombeiros civis da facilidade B, no qual é explicitado a necessidade de desobstruir o acesso a uma casa de máquinas, o evento criado a partir de esta ocorrência foi chamado de *Path obstruction*, o qual generaliza o caso à obstrução de qualquer rota de acesso crítico (como corredores de serviço e saídas de emergência, os quais sempre são monitorados por câmeras de segurança) para equipes de urgências (não apenas limitando a bombeiros).

Tabela 25- Extrato de vistoria dos bombeiros da facilidade B.

Risco	Causa relacionada	O que	Quem	Como	Quando	Realizado	Resultados / pontos problemáticos	Reprogramado
4	Loja X com sistema de combate com manutenção deficiente	Limpar filtros inerciais, coifas e grelhas, regular dumper corta-fogo, instalar alarme de incêndio na loja, manutenção no quadro de alarme do sistema CO ₂ saponificante, instalar porcas tipo volante nas portas de visita, instalar válvula solenoide no sistema de GLP. Instalar detector de gás na cozinha, desobstruir casa de máquina pois a Brigada do shopping não tem acesso a mesma		Cobrando lojista a manutenção do sistema. E adequação de acordo com a NBR 14519				

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Nas entrevistas foi possível evidenciar a falta de formatos padronizados de reportes de inspeção. Esta pesquisa não conseguiu, na etapa de revisão bibliográfica, identificar a existência de formatos de reportes de inspeção de GF ou O&M padronizados por nenhuma instituição de padrões internacionais.

Cabe destacar que os reportes de inspeção aplicados ao interior dos banheiros não foram avaliados para extração de eventos devido a que em nenhuma das facilidades estudadas existem câmeras de vigilância dentro dos banheiros por motivos de privacidade e a

pesquisa apenas considera os eventos que poderiam ser detectados no campo de visão das câmeras de segurança.

O Apêndice H apresenta o resumo de todos os eventos extraídos a partir dos reportes de inspeção das três facilidades que os facilitaram.

4.2.4. Categorização e Mindmapping

Os eventos identificados na literatura, nas entrevistas e nos reportes de inspeção foram relacionados em uma planilha onde o eixo vertical indicava as áreas de GF e o eixo horizontal as fontes onde os eventos foram identificados, com os nomes dos eventos ocupando as células interiores, relacionando a área com a fonte e o evento. A Figura 23 visualiza uma porção da planilha de trabalho de categorização.

Dos quais foi possível observar que houve uma correspondência de número com os 85 eventos resultantes da somatória das entrevistas e reportes de incidência, embora após a eliminação das coincidências o número total de eventos passou de 174 para 137, com uma predominância dos eventos da literatura, indicando um amplo potencial de monitoração ainda não explorado no contexto profissional.

Figura 23 - Extrato da planilha de trabalho de categorização

EVENTOS IDENTIFICADOS		FONTES DE IDENTIFICAÇÃO						
ÁREAS DE GESTÃO DE FACILIDADES								
Space Planning, Allocation, and Management • Space forecasting (micro-level, one location) • Space management	Detected	LARSEN, N. M.; SIGURDSSON, V.; BREVIK, J. The Use of Observational Technology to Study In-Store Behavior: Consumer Choice, Video Surveillance, and Retail Analytics. Entrevista 02	Choice Behaviour	Socializing Behaviour	Assistance Related Behaviour	Other Behaviours	People Count	Modcam, 2017
		Walking Behaviour	Browsing	Talking (phone)	Consulting Smartphone	Parking carts and baskets		Space Usage
		Direction	Touching	Speaking (with customers)	Consulting Personnel	Placing / arranging items in the cart/basket		
		Speed	Holding	Speaking (with personnel)	Using hand-held cameras	Eating		
		Paths	Tasting		Choosing carrying equipment	Uttering		
		Navigating	Switching		Using a shopping list			
		Visiting	Buying		Using a shopping bag			
		Stopping			Bringing to the store his/her own bag			
		Facing Display						
		Queueing						
Workplace Planning, Allocation, and Management • "As built" maintenance • Move, add, change (MAC) management and record keeping • Alteration management • Renovation management • Furniture installation • Relocations • Preparation of "as built" and updates	Detected	Yeh et al. (2012), Park et al. (2013), Jiao et al. (2013),	Entrevista 02	Calculated	Author			
		Identified Object ID	Actual Position	Position Deviation				
		Orientation	Orientation	Orientation Deviation				
		Size	Proper Position	Position Within Threshold				
		Proper Orientation	Proper Orientation	Orientation With Threshold				
				Position Threshold				
				Orientation Threshold				
Sustainability (these functions normally done concurrently with other • Workplace improvements for productivity • Daylighting • Thermal comfort	Detected	Modcam, 2017	PointGrab	Entrevista 02	Author			
		Desk usage	Light Usage	Illumination Level	Curtains Open			
				Window Open	Curtains Closed			
				Window Closed				
Construction Project Management • Construction management • Preparation of "as built" • Post occupancy evaluation	Detected	Author	BHATLA, A. et al. Evaluatio	Vision-based material reco	Entrevista 02	Turkan et al.	Calculated	
		Identified Construction Volume	Identified Object ID	Construction phase ID	Object Identification	TimeStamp	Activity id	
		Works Isolation Barrier Detected	Dimensions				Schedule Status	
			Position				Recognized Visible Progress	
						Scheduled Progress		
Operations, Maintenance and Repair • Exterior maintenance (roofs, shell, and window systems) • Breakdown maintenance • Grounds maintenance • Road maintenance • Trash removal • Hazardous waste management	Detected	Entrevista 02	Entrevista 01	Author	Calculated	Entrevista 02	Checklist Avaliação Entre	Entrevista 03
		Area Access	Surface Color / Textur	Escalator State Change	Light State Abnormal	Technical Visit Scheduled Start / End	Garbage Bin Level	Associated Procedure / Current Activity
		Secure Area Access	Electronic Signage Fun	Moving Walkway State Cha	Area Use Heatmap	Technical Visit Detected / Not Det	Drinking Fountains Used	
		Unauthorized Activity	Pool Water Level	Access point Queue		Technical Visit Duration		
		Uttering	Elevators Working			Technical Visit Actual Start / End		
		Lights State Change	Signage			Equipment Inspected		
		Caminhão Detectado	Structure			Technician PPE Detected		

Energy management			Furniture in Place Furniture Missing Door Open Door Closed Window Open Window Closed			Technician Detected Technician Crew Complete				
Technology Management										
Integrated workplace management system (IWMS)										
Facility Emergency Management	Detected	Entrevista 02_03	Entrevista 02_04	Entrevista 02_04	Checklist Bombeiros Entrev	Entrevista 02				
Threat assessment		Abandoned Object Detector	Person Running in w	Smoke Detected	Maintenance Path Obstru	Emergency Plan Verification				
Command, control, and communications				Fire Detected	Fire Extinguisher Remove					
Training, drill, and exercise				Sprinkler Activation						
				Fixed Structure Change Detected						
Security and Life-Safety Management	Detected	SHU, C.-F. et al. Ibm smart sur	KALAVANI, P.; ROOM	(Honeywell Video Systems) Entrevista 03	Author	Entrevista 04	Entrevista 02	Calculated		
Operations		Perimeter Violation	Snatching	Started Moving in wrong Di	Abandoned Object Detect	Unauthorized Activity	Door State Change	Security Guard Detected	Times post left	
Access control		Face Recognition	Aggression	Stopped Moving in wrong	Security Exit Obstruction	Escalator Stopped	Window State Change	Security Guard away from pos	Total duration post	
Electronic security		Secure Area Access	Vehicle:	Person on Fence line	Path Obstruction	Emergency Vehicle	Person Signalling	Security Area not Visited		
		Unauthorized Access	Unexpected Stopping	Person Running			Person Trapped	Security Routine not Started		
		License Plate Detection	Accident Detection	People Converged				Motion		
		Vehicle Detection	Falling/Incapacitated	Car Started Moving in wrong Direction				HeatMap		
		Vehicle Identification	Bending	Car Stopped Moving in wrong Direction				VectorMap		
		DetectedActivity		Car entered restricted Area						
		Loitering		Car exited restricted Area						
		Following		Car parked in restricted Area						
		Dropping Off		Car Speeding						
		Driver Face		Car Parked in disabled parking space						
		Vehicle Path		Car Needs Assistance						
		Parking								
		Queueing		Counting						
		Path		Person counted as entering						
		Event Start Time		Person counted as exiting						
		Event Stop Time		Car entered car park						
		Region of Interest		Car exited car park						
				Object Left Unattended						
				Object Removed						
				Possible Theft						
General Administrative Services	Detected	Entrevista 02_03								
Food services, refreshments, and vending		Space Usage								
Moving services		Queueing								
Concierge services and on-site vendors										
Marketing	Detected	Entrevista 02	Modcam, 2017							
		People Count	Space Usage							
		Male								
		Female								
		Child								

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Esta categorização preliminar foi subsequentemente consolidada em 9 áreas da GF indicando para cada uma Caso de Uso, Tipo de Evento, Nome do Evento e Dados complementares, assim como um destaque com os eventos derivados, indicando Caso de Uso, Tipo de Evento, Nome do Evento e Fonte de Derivação.

As tabelas foram posteriormente processadas criando *mindmappings* para conferir visualmente e transmitir a interligação dos eventos e as áreas. Finalmente, foi feita uma diferenciação entre os eventos de **detecção direta** (eventos que a literatura de VC sugere podem ser detectados com um mínimo de informação geométrica contextual do BIM) e eventos **derivados** (os quais dependem de informação contextual além da geométrica para ter significado, por exemplo, registrar um evento de identificação de um funcionário depende da informação dos funcionários registrados no BIM).

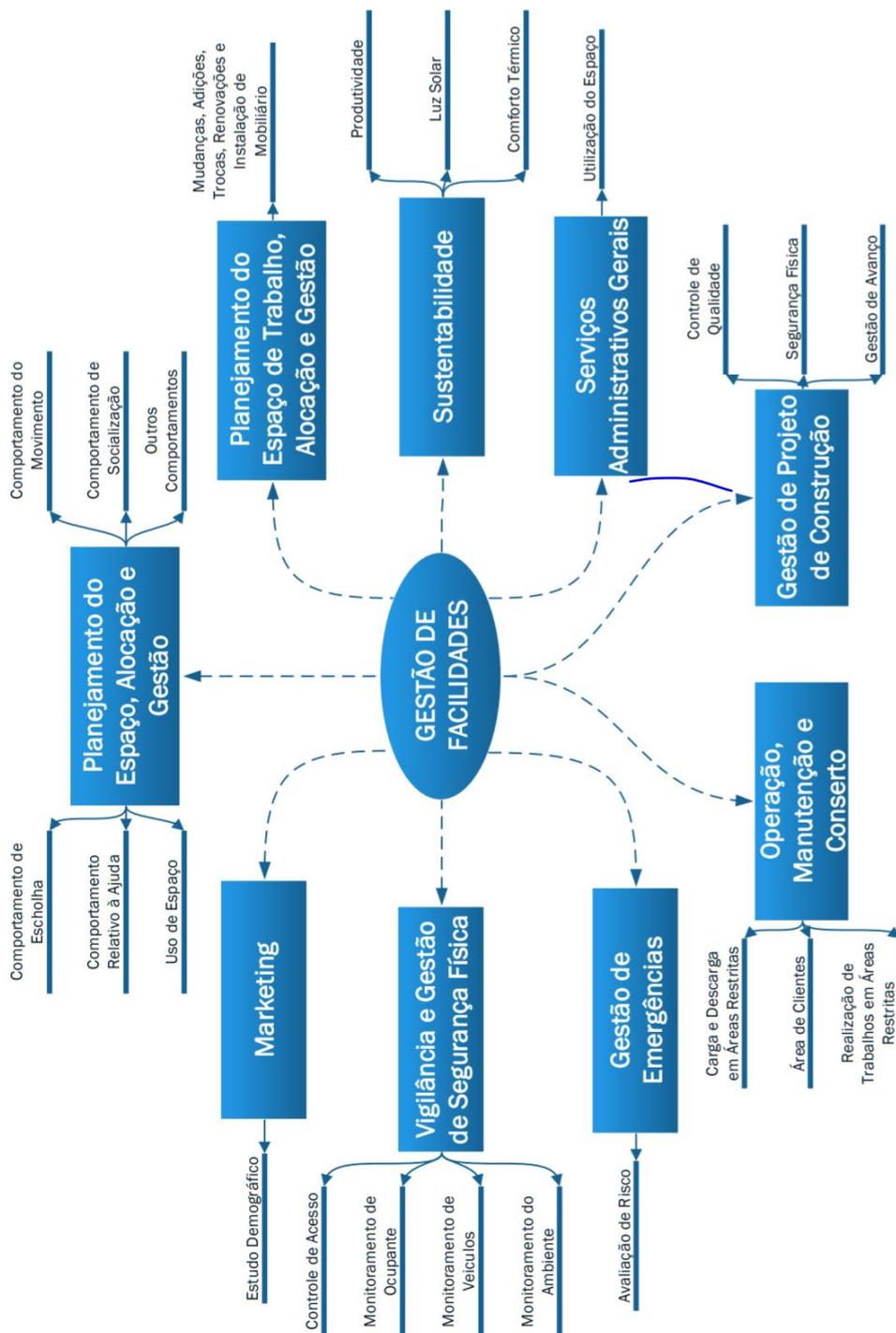
Cabe destacar que as tabelas apresentadas a continuação são o resultado final incluindo os eventos adicionais identificados na etapa de Medir, capítulo 4.3. Os eventos são referenciados na coluna “propriedades”, obedecendo ao formato IFC e acrescentando a coluna “dados BIM complementares” com o tipo de informação que seria necessária do BIM para contextualizar o evento.

4.2.4.1. Relação entre áreas e os casos de uso.

A Figura 24 representa as áreas da GF relevantes (nos quadros azuis) extraídas da Tabela 1 de *National Research Council* (2008), e os casos de uso identificados para cada área, com exceção da área de *marketing* não pertence as áreas estabelecidas na literatura, porém

foi reportada como uma área relacionada à GF nas entrevistas, e por isso foi incluída. Estas áreas são subsequentemente detalhadas adicionando os eventos associados nas tabelas e *mindmapping* dos itens 4.2.4.2 até o 4.2.4.10

Figura 24 - Gráfico de relação entre as áreas e os casos de uso.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.2. Planejamento do Espaço, Alocação e Gestão

Tabela 26- Planejamento do espaço, alocação e gestão – Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Comportamento do Movimento	<i>Occupant Activity</i>	<i>Walking</i>	Espaços Geometria Simulação de Uso
		<i>Direction</i>	
		<i>Speed</i>	
		<i>Sitting</i>	
		<i>Navigating</i>	
		<i>Visiting</i>	
		<i>Facing Display</i>	
Comportamento de Escolha		<i>Queueing</i>	
		<i>Browsing</i>	
		<i>Touching</i>	
		<i>Holding</i>	
Comportamento de Socialização		<i>Tasting</i>	
		<i>Switching</i>	
		<i>Buying</i>	
Comportamento relativo à Ajuda		<i>Talking on phone</i>	
		<i>Speaking (with customers)</i>	
		<i>Speaking (with personnel)</i>	
		<i>Consulting Smartphone</i>	
		<i>Consulting Personnel</i>	
		<i>Using hand-held cameras</i>	
Outros Comportamentos	<i>Choosing carrying equipment</i>		
	<i>Using a shopping list</i>		
	<i>Using a shopping bag</i>		
	<i>Using Parking carts and baskets</i>		
	<i>Eating</i>		
		<i>Linting</i>	

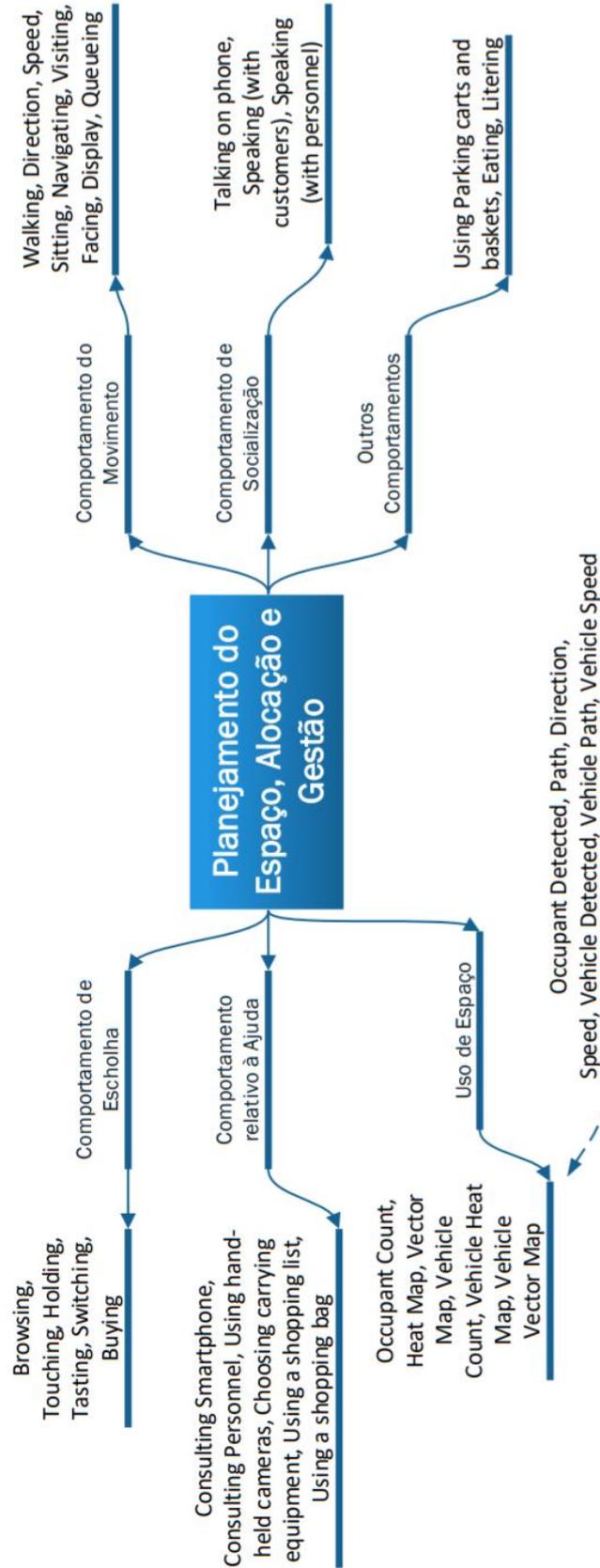
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 27- Planejamento do espaço, alocação e gestão – Eventos derivados.

DERIVATIVOS			
CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DERIVADO DE
Uso de Espaço	<i>Occupant Activity</i>	<i>Occupant Count</i>	<i>Occupant Detected Path Direction Speed</i>
		<i>Heat Map</i>	
		<i>Vector Map</i>	
	<i>Transpot Activity</i>	<i>Vehicle Count</i>	<i>Vehicle Detected Vehicle Path Vehicle Speed</i>
		<i>Vehicle Heat Map</i>	
		<i>Vehicle Vector Map</i>	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 25- Mindmapping do planejamento do espaço, alocação e gestão.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

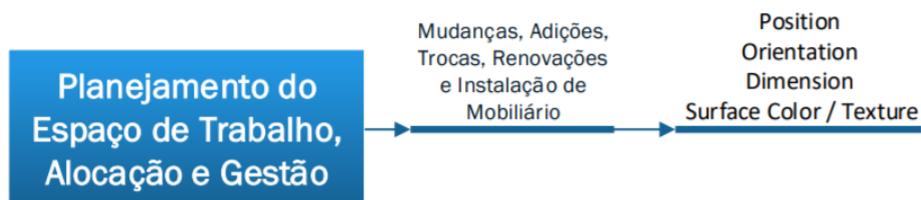
4.2.4.3. Planejamento do Espaço de Trabalho, Alocação e Gestão

Tabela 28- Planejamento do espaço de trabalho, alocação e gestão - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Mudanças, Adições, Trocas, Renovações e Instalação de Mobiliário	<i>Furniture State</i>	<i>Position</i>	Espaços Geometria Modelos Visuais
		<i>Orientation</i>	
		<i>Dimension</i>	
		<i>Surface Color / Texture</i>	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 26- Mindmapping do planejamento do espaço de trabalho, alocação e gestão.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

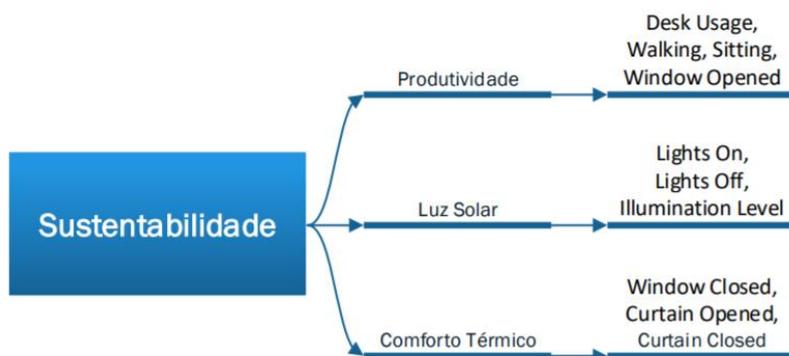
4.2.4.4. Sustentabilidade

Tabela 29- Sustentabilidade - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Produtividade	<i>Occupant Activity</i>	<i>Desk Usage</i>	Espaços Geometria Modelos Visuais Estudos Luminotécnicos
		<i>Walking</i>	
		<i>Sitting</i>	
Conforto térmico	<i>Element State</i>	<i>Window Opened</i>	
		<i>Window Closed</i>	
		<i>Curtain Opened</i>	
Luz Solar	<i>Space State</i>	<i>Curtain Closed</i>	
		<i>Illumination Level</i>	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 27- Mindmapping sustentabilidade.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.5. Gestão de Projeto de Construção

Tabela 30- Gestão de projeto de construção - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Controle de Qualidade	Element State	Dimension	Permissões Espaços Geometria Modelos Visuais Plano de Trabalho Equipamentos Materiais Política de Segurança
		Surface Color / Texture	
		Position	
Orientation			
Gestão de Avanço		Phase Detected	
		Visible Progress	
	Occupant Activity	Activity Detected	
Segurança Física	Equipments State	Equipment Detection	
	Object State	Material Detection	
Segurança Física	Element State	Access Door Opened Access Door Closed	
	Occupant State	PPE Detected	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 28- Mindmapping Gestão de projeto de construção.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.6. Operação, Manutenção e Conserto

Tabela 31- Operação, manutenção e conserto - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Realização de Trabalhos em Áreas Restritas	Occupant State	PPE Detected	Permissões Planos de Trabalho Espaços Geometria Política de Segurança Agendamento de Carga e
	Space State	Visual Indicator Detected	
	Element State	Surface Color/Texture Change	
Carga e Descarga em Áreas Restritas	Transport State	Vehicle Detected	
		Delivery Truck Detected	

Área de Clientes	Element State	Structural Shape Changed	Descarga Estudos Luminotécnicos
		Electronic Signage Detected	
		Door Opened	
		Door Closed	
		Window Opened	
		Window Closed	
		Water Level	
		Surface Color / Texture Changed	
		Light On	
		Light Off	
	Transport State	Elevator Door State	
		Elevator Door Closed	
		Elevator Occupied	
		Escalator Occupied	
		Moving Walkway Occupied	
		Escalator Operation	
		Moving Walkway Operation	
	Furniture State	Furniture Not In Place	
		Furniture Removed	
		Waste Collector Empty	
		Waste Collector Empty	
Started Using Drinking Fountain			
Stopped Using Drinking Fountain			
Occupant Activity	Litering		
	Queueing		
Space State	Illumination Level		

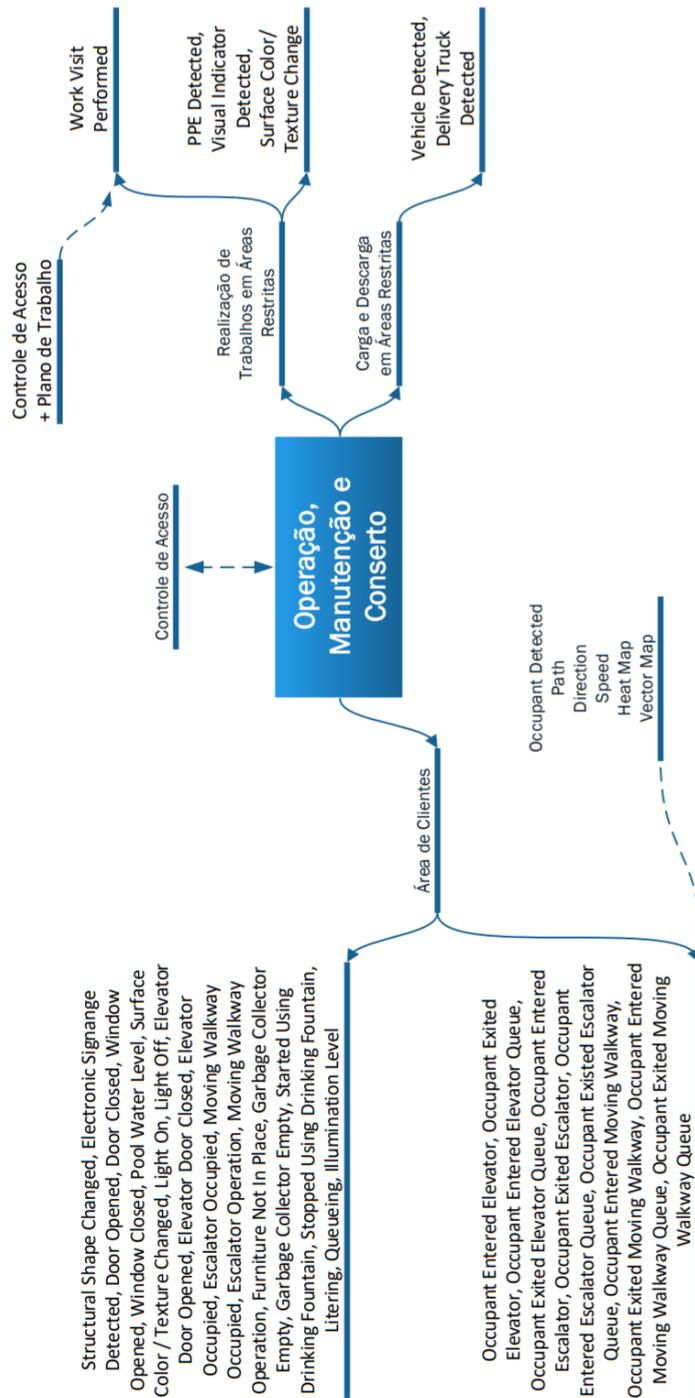
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 32- Operação, manutenção e conserto - Eventos derivados.

DERIVATIVOS			
CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DERIVADO DE
Realização de Trabalhos em Áreas Restritas	Occupant Activity	Work Visit	*Controle de Acesso + Plano de Trabalho

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 29- Mindmapping operação, manutenção e conserto.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.7. Gestão de Emergências

Tabela 33- Gestão de emergências - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Avaliação de Risco	Occupant Activity	Running	Permissões Plano de Trabalho Espaços Geometria Política de Emergências
		Running Direction Changed	
	Space State	Smoke Detected	
		Fire Detected	
		Sprinkler Operated	
		Critical Path Obstructed	
	Object State	Object Left Unattended	
	Element State	Structural Shape Changed	
		Fire Cabinet Opened	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 30- Mindmapping gestão de emergências.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.8. Vigilância e Gestão de Segurança Física

Tabela 34- Vigilância e gestão de segurança física - Eventos de detecção direta.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DADOS BIM COMPLEMENTARES
Controle de Acesso	Occupant State	Occupant Detected	Permissões Plano de Trabalho Espaços Geometria Política de Segurança
		Emergency Responder Detected	
		Face Detected	
		Face Recognized	
		Employee Identified	
		Guard Identified	
		Subject of Interest Identified	
Monitoramento de Ocupante	Occupant Activity	Aggression	
		Snatching	
		Possible Theft	
		Falling	

		Bending	
		Running	
		Converged	
		Person Signaling	
		Person Trapped	
		Loitering	
		Unexpected Motion	
Monitoramento de Veículos	Transport State	Vehicle Detection	
		Vehicle Driver Face	
		Vehicle Identification	
		Vehicle License Plate Detection	
	Transport Activity	Vehicle Accident	
		Vehicle Needs Assistance	
		Vehicle Following	
		Vehicle Dropping Off	
Monitoramento do Ambiente	Object State	Object Left Unattended	
		Object Removed	
	Space State	Critical Path Obstruction	
	Element State	Door Opened	
		Door Closed	

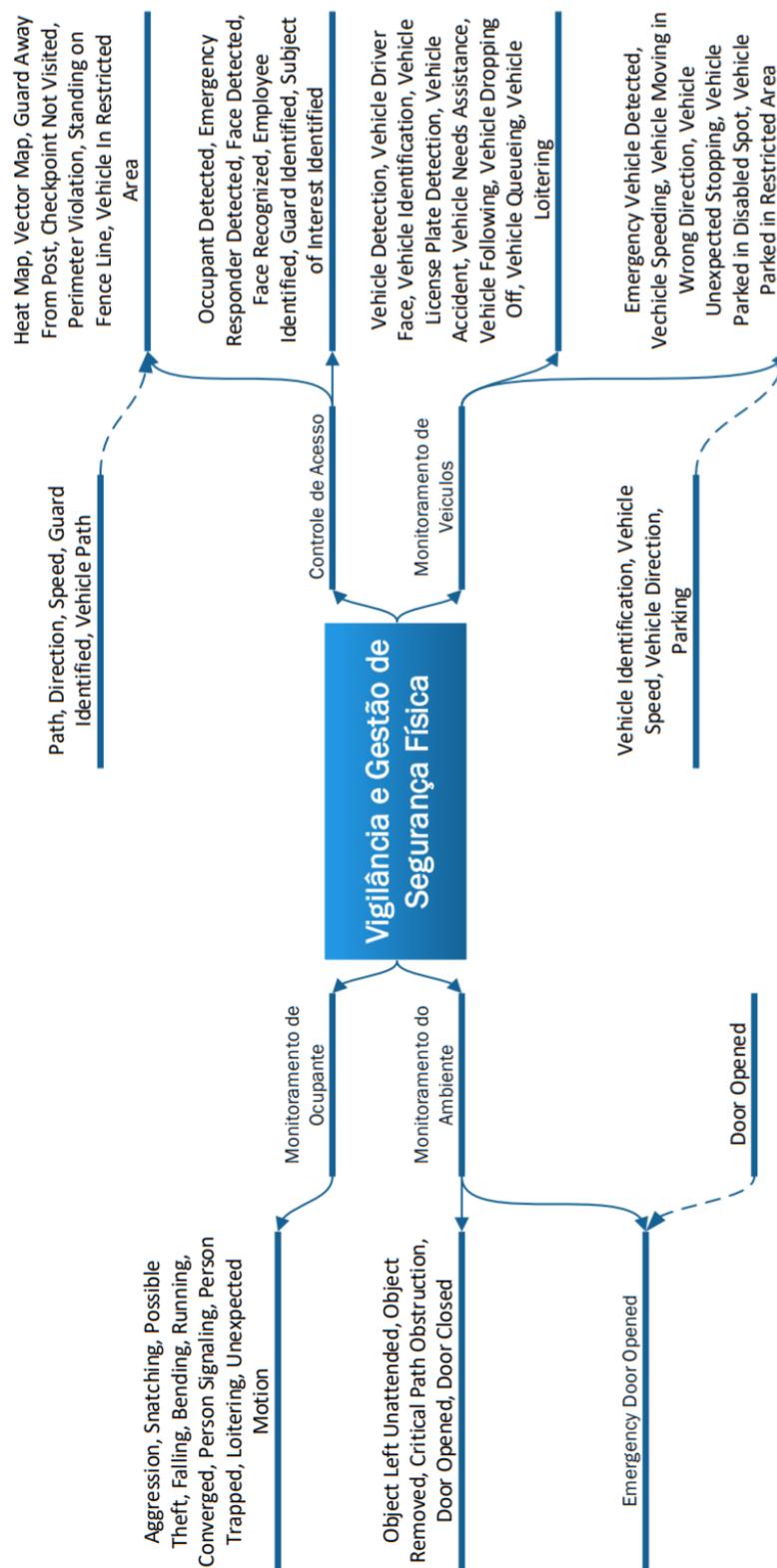
Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 35- Vigilância e gestão de segurança física - Eventos derivados.

DERIVATIVOS			
CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DERIVADO DE
Controle de Acesso	Occupant Activity	Heat Map	Path Direction Speed Guard Identified
		Vector Map	
		Guard Away From Post	
		Checkpoint Not Visited	
		Perimeter Violation	
		Standing on Fence Line	
Monitoramento de Veículos	Transport State	Vehicle In Restricted Area	Vehicle Path
	Transport Activity	Emergency Vehicle Detected	Vehicle Identification
		Vehicle Speeding	Vehicle Speed
		Vehicle Moving in Wrong Direction	Vehicle Direction
		Vehicle Unexpected Stopping	Parking
		Vehicle Parked in Disabled Spot	
Vehicle Parked in Restricted Area			
Monitoramento do Ambiente	Element State	Emergency Door Opened	Door Opened

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 31- Mindmapping Vigilância e gestão de segurança física.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.2.4.9. Serviços Administrativos Gerais

Tabela 36- Serviços administrativos gerais - Eventos derivados.

CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DERIVADO DE
Utilização do Espaço	Occupant Activity	Occupant Count	Occupant Detected Path Direction Speed
		Heat Map	
		Vector Map	
	Transpot Activity	Vehicle Count	Vehicle Detected Vehicle Path Vehicle Speed
		Vehicle Heat Map	
		Vehicle Vector Map	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 32- Mindmapping Serviços administrativos gerais.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

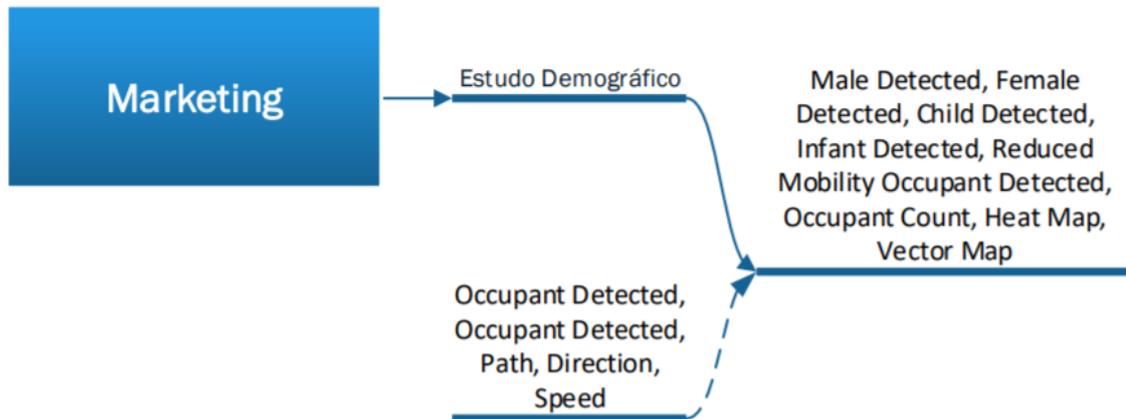
4.2.4.10. Marketing

Tabela 37- Marketing - Eventos derivados.

MARKETING			
CASO DE USO	TIPO DE EVENTO VC	PROPRIEDADE	DERIVADO DE
Estudo Demográfico	Occupant State	Male Detected	Occupant Detected
		Female Detected	
		Child Detected	
		Infant Detected	
		Reduced Mobility Occupant Detected	
	Occupant Activity	Occupant Count	Occupant Detected Path Direction Speed
		Heat Map	
		Vector Map	

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 33- Mindmapping marketing.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.3. MEDIR

Para as entrevistas de validação foi utilizada uma escala de cinco pontos para verificar a utilidade ou importância percebida do arcabouço proposto pelo entrevistado. A escala utilizada corresponde à implementada frequentemente nos *SmartMarket Report: The Business Value of BIM* para não usuários de BIM (2009) (2012) (2017).

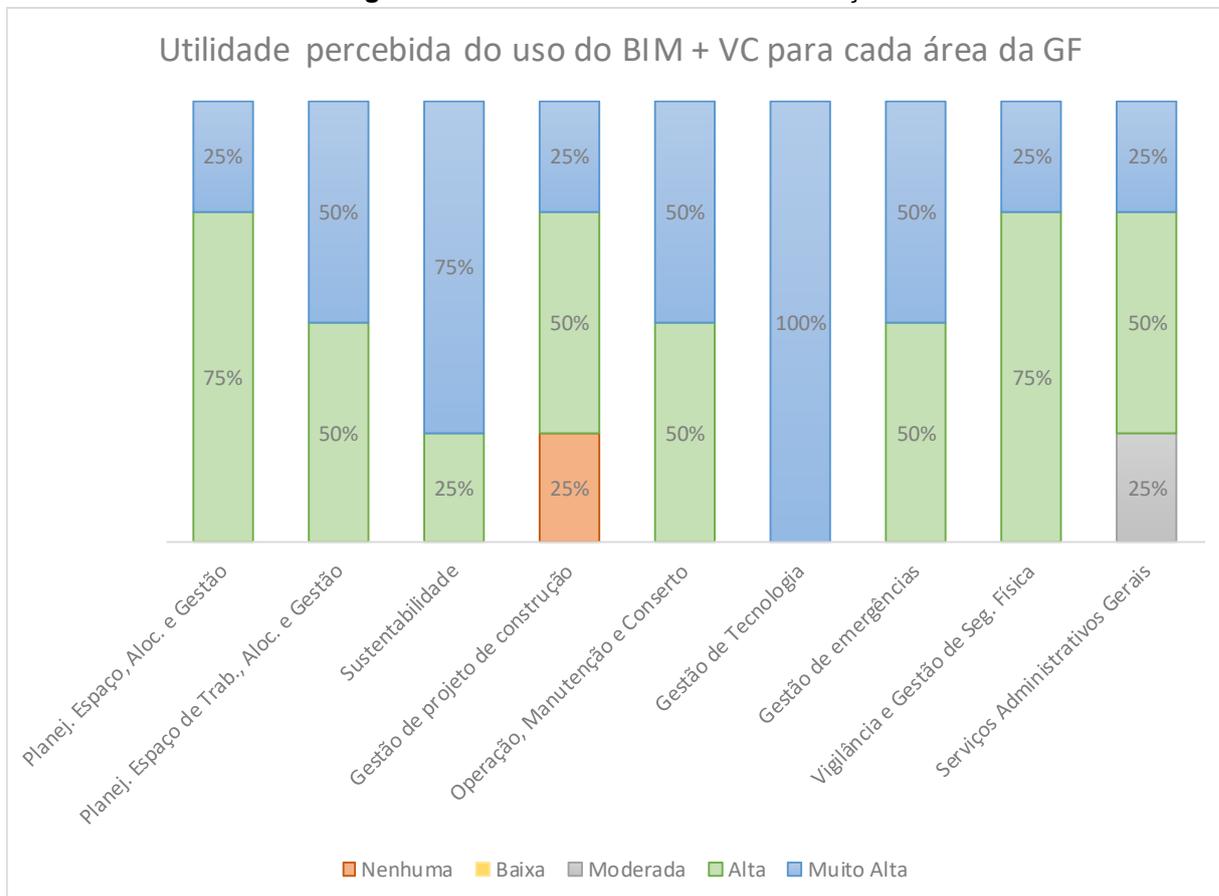
Os eventos obtidos nas fases anteriores foram compilados por áreas e realizou-se uma segunda rodada de entrevistas aos funcionários, apresentando de forma verbal o funcionamento do sistema e a relevância para cada área da GF, desta etapa se obteve um feedback que gerou um 4º grupo de eventos para complementar a abrangência do arcabouço.

Como se pode observar na figura 34, a percepção do sistema por parte dos entrevistados resultou positiva, um resultado de destaque desta etapa foi a observação realizada pelos entrevistados das facilidades B, C e D, respeito à gestão de projetos de construção com BIM e VC onde apontaram que o tipo de reformas e obras realizadas nos shoppings com maior regularidade incluem tapumes ao redor, isolando as áreas de trabalho das áreas de circulação dos clientes e por conseguinte obstruindo a visibilidade das câmeras de vigilância. Embora comentaram que sob algumas circunstâncias poderia ser de utilidade, seria necessária uma avaliação mais aprofundada de custo/benefício, considerando que fosse necessária a aquisição e colocação de câmeras novas dentro da área de obras, mesmo assim, o coordenador da facilidade B considerou que o monitoramento dentro da obra poderia constituir um risco de gerar processos trabalhistas, pois os trabalhadores poderiam sentir falta de privacidade devido a que muitas vezes os shoppings não possuem vestiários para os trabalhadores, e os mesmos utilizam o espaço da obra para mudar de roupas.

O fato da área de gestão de projetos de construção ter sido a área com maior dúvida de potencial de aproveitamento é significativo porque até o momento a literatura o que tem

estudado principalmente da aplicação da VC ao BIM é precisamente em contextos de construção, projetos e obras.

Figura 34- Resultados entrevista de validação.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Foram realizadas as entrevistas de validação nas quatro facilidades. Das respostas, duas das entrevistas geraram novos eventos a serem monitorados, como apresentadas nas tabelas 38 e 39.

Tabela 38- Eventos identificados nas entrevistas de validação, facilidade B.

Facilidade B	Eventos
...eu faço muito isso, a gente até detectamos que a gente tem um problema sério de renovação de ar nas nossas salas em cima, então sempre que eu posso, eu falo “gente vou desligar o ar um pouquinho, vou abrir as janelas até para renovar um pouco...	Window Opened/Closed
...então ela vai aí acompanhando a produção por exemplo, hoje produziu isso, pintou, levantou parede, no outro dia, a produtividade quase nada, foi menor, porque, daria para mensurar realmente, a evolução foi um dia de uma forma e no outro não, então nesse sentido, vamos dizer assim, o percentual maior de	Recognized Visible Progress

<p>obra aqui nosso é em loja eu não atribuiria ele muito positivo nessa questão, agora para obras do condomínio sim, a gente consegue acompanhar essa evolução...</p>	
<p>...Se o sistema avisar em tempo real vou te dar um exemplo, a nossa doca de carga e descarga é muito pequena e quase sempre aparece vários objetos que o lojista tira da loja e deposita lá e ele teria que dar a destinação certa, ai aparece ai a gente vai procurar o segurança do local e ele “ah eu não vi, porque eu fui abrir o portão e enquanto isso alguém desceu e jogou”, ai a gente vai nas imagens, ai a gente consegue ver mas ai tem que ir um tempo para ir lá ficar observando, não sabe que hora que aconteceu durante a madrugada e ai realmente que sim, qualquer anormalidade que seja cadastrado, se ele gerar uma alerta, puxa é o melhor dos mundos isso...</p>	<p>Caminhão Detectado Abandoned Object Detection</p>
<p>o garçom veio com um daqueles, e a gente não sabe exatamente o que que aconteceu, ele fala que foi aquilo, mas aquilo para chegar a estourar um bico desses aqui é 69 graus, ele fala que foi só isso que foi a temperatura que ele veio passando e que estourou, a gente acha que foi algum erro deles lá, inclusive depois achamos que ele foi tentar ascender e deu umas labaredas e que por isso que estourou o bico (...)...Se as pessoas estão realmente buscando informação, se estão procurando uma placa de repente é deficiente mesmo a sinalização, a gente faz um mapeamento disso...</p>	<p>Sprinkler Activation Signage</p>
<p>...de repente assim está todo mundo almoçando e paf, saindo agua para todo lado e deu barulho, o povo, todo mundo, quem conhece do sistema já sabe o nível de criticidade que é e não é correr, mas a maioria assusta e sai correndo, deixou o celular para trás, saiu sem pagar, depois voltou e tudo, mas deixou tudo para trás, e uma pessoa, foi muito estranho o negócio, ele vai correndo, entra para dentro de uma loja, entra para dentro de uma porta vai vem da cozinha ai um forro da cozinha abaixa e quebrou o forro no desespero...</p>	<p>Person Running in wrong direction</p>
<p>...nós tivemos um processo aqui que durante o fim de semana, vândalos retiraram pedras da calçada, pedra portuguesa para brigar e aí ficou o buraco, e como nossas vistorias não são diárias, ao redor, no entorno, a pessoa pisou torceu o pé, e aí como é em frente ao shopping aí fez uma ação contra nós, então é bem interessante nesse sentido...</p>	<p>Fixed Structure Change Detected</p>
<p>...para mensurar a ABL que é a Área Bruta Locável, a ABL daquele espaço ela tem um custo maior porque é um local com mais procura, mais visitaçã, é interessante...</p>	<p>Space Usage</p>

...muito positivo, só das fachadas, que se não tiver muita precisão, de resolução, aí talvez a gente não vai conseguir saber exatamente, até porque nós recentemente tivemos uma limpeza de fachada aqui essa semana, dos quatro lados, então nas vistorias que a gente faz externas, na calçada, até na entrada...	Surface Color / Texture Change
...Uma coisa que isso entra muito para a gente, embora a gente fez uma planta, mas não é todo dia que a gente anda verificando esse sistema, é nosso paisagismo, nosso projeto paisagístico, ele tem bancos em determinados lugares, floreiras, os vasos de plantas, lixeiras e tudo e o pessoal da noite tira tudo do lugar para lavar, conecta as máquinas vem tirando e volta para outro lugar, só que nunca volta exatamente (...) e ai realmente que sim, qualquer anormalidade que seja cadastrado, se ele gerar uma alerta, puxa é o melhor dos mundos isso....	Furniture not in place Furniture removed
...acho muito positivo, porque tem vários pontos aí, a gente tem um circuito sei lá por questão de fotocélula, né, escureceu ele acende a luz, que hoje acaba que fica quase tudo acesso nos pontos, principalmente em estacionamentos, dependendo da hora do dia que o sol começa a enfiar mais aqui, boa parte do estacionamento do G5 para acima, a gente poderia ter muitas lâmpadas podendo ficar desligadas durante esses períodos, então isso já ajudaria muito...	Lights State Change Light State Abnormal

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Tabela 39- Eventos identificados nas entrevistas de validação, facilidade C.

Facilidade C	Eventos
...na vistoria do bombeiro ele verifica (...) obstrução das saídas de emergência...	Security Exit Obstruction Path Obstruction
...acho interessante, porque às vezes por exemplo com o fluxo de pessoas eu sei que o tipo de venta específica naquele ponto não é atraente...	Space Usage
...O sistema que foi implantado aqui...conseguia acompanhar o nível da caixa d'água, abertura de portas...	Door Opened/Closed

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.4. DESIGN

O objetivo de criar um arcabouço conceitual que seja versátil para informar uma possível integração da VC e BIM em um sistema de produção que atenda às necessidades da GF de forma genérica e exportável, se desenvolveram dois produtos implementando as informações capturadas na etapa Definir e validadas com profissionais experientes da área na etapa Medir, do processo DAMDV. O arcabouço conceitual conta com duas partes:

- Diagrama de objetos exemplificando como implementar um sistema de VC no BIM (utilizando formato IFC) para a GF.
- Eventos de VC de interesse para a GF mapeados aos elementos e atributos correspondentes no formato IFC.

4.4.1. Implementação do Sistema de Visão Computacional no UML e IFC.

Para atingir os alvos indicados anteriormente se determinou utilizar ferramentas padronizadas e não proprietárias que representassem um formato de fácil acesso e comumente utilizado na indústria. Determinou-se utilizar a Unified Modeling Language (UML), que atende às necessidades de padronização, flexibilidade e aplicação na modelagem de sistemas em tempo real; a UML é definida por Booch et al. (2000), como uma linguagem-padrão para a elaboração da estrutura de projetos de software. Ela poderá ser empregada para a visualização, a especificação, a construção e a documentação de artefatos que façam uso de sistemas complexos de software. Em outras palavras, na área de Engenharia de Software, a UML é uma linguagem de modelagem que permite representar um sistema de forma padronizada (com intuito de facilitar a compreensão pré-implementação). A UML é adequada para a modelagem de sistemas, cuja abrangência poderá incluir desde sistemas de informação corporativos a serem distribuídos a aplicações baseadas na Web e até sistemas complexos embutidos de tempo real. É uma linguagem muito expressiva, abrangendo todas as visões necessárias ao desenvolvimento e implantação desses sistemas.

O sistema de VC foi implementado no BIM realizando uma modelagem gráfica das entidades e propriedades do formato IFC no UML, visando manter a associação do tipo de evento identificado previamente e identificando quais objetos podem ser relacionados com os eventos de VC segundo o padrão IFC, assim como a identificação da natureza das associações visando manter uma alta acessibilidade, interoperabilidade e capacidade de interação em tempo real.

O IFC é um formato ISO maduro de implementação padronizada de BIM em desenvolvimento desde 1995 (Liebich e Wix, 1999) que define os sistemas envolvidos ao longo de todo o ciclo de vida das edificações, esta abrangência extensiva confere ao formato uma alta complexidade (o formato possui acima de 2000 elementos com mais de 800 tipos complexos representando ocorrências de objetos relativos às edificações). Neste estudo foram destilados os tipos mais básicos que conseguissem representar os elementos envolvidos nos eventos identificados no arcabouço conceitual. O resultado desta destilação foi a identificação dos seguintes 8 tipos complexos definidos no formato IFC:

- *IfcBuildingElement* que representa todos os objetos com presença física ancorados na estrutura de uma edificação, por exemplo, paredes, lajes, colunas, pisos, chillers, geradores, etc.
- *IfcDoor* é um subtipo do *IfcBuildingElement* que representa todos os tipos de portas em uma edificação e que tem tido um tratamento diferenciado na literatura (Klein *et al.*, 2012; Motamedi *et al.*, 2014) por serem mecanismos acionáveis, não estáticos e sua função isolando áreas e afetando o consumo energético.
- *IfcFurniture* este tipo representa todos os mobiliários nas facilidades.
- *IfcOccupant* que representa uma pessoa que ocupa um espaço dentro de uma edificação.
- *IfcConstructionResource* este tipo inclui os subtipos *IfcConstructionEquipmentResource* e *IfcConstructionMaterialResource*, que representam os recursos de equipamento e material presentes ou necessários a uma obra de construção. Foi identificado que os dois subtipos são afetados pelos mesmos eventos e por isto foram referenciados pelo tipo que os incluem.
- *IfcSpace* é o tipo que define e representa os espaços discretos de uma edificação, a este tipo se associam eventos que afetam principalmente a um espaço e não um objeto em particular, por exemplo, a detecção de fogo, contabilização de pessoas em um lugar, níveis de iluminação, dentre outros.
- *IfcTransportElement* a definição deste tipo no formato IFC inclui todos os mecanismos ou dispositivos que possam transportar fisicamente objetos ou pessoas. Segundo esta definição são inclusos veículos, guindastes, elevadores, escadas e esteiras rolantes.
- *IfcWindow* é um subtipo do *IfcBuildingElement* que representa todos os tipos de janelas em uma edificação e que tem tido um tratamento diferenciado na literatura (Hajian e Becerik-Gerber, 2009; Klein *et al.*, 2012; Motamedi *et al.*, 2014) por serem mecanismos acionáveis, não estáticos e sua função isolando áreas e afetando o consumo energético.

O IFC modela sinteticamente a distribuição física das entidades nas edificações e também, o fluxo de informação simulando o fluxo dos dados no espaço físico.

Como apresentado no item 2.3 da literatura, Motamedi (2014) indica que o BIM é o sistema de gestão de ciclo de vida de edificações mais abrangente, sendo o alvo da modelagem em BIM representar o máximo de objetos possível assim como a relação semântica e funcional entre os mesmos. Atendendo a este critério, optou-se por representar os elementos abstratos dentro do IFC como uma base de dados BIM. Para estes fins, o IFC

conta com várias famílias de elementos abstratos que não necessariamente possuem uma representação física na edificação ou visual na sua representação tridimensional.

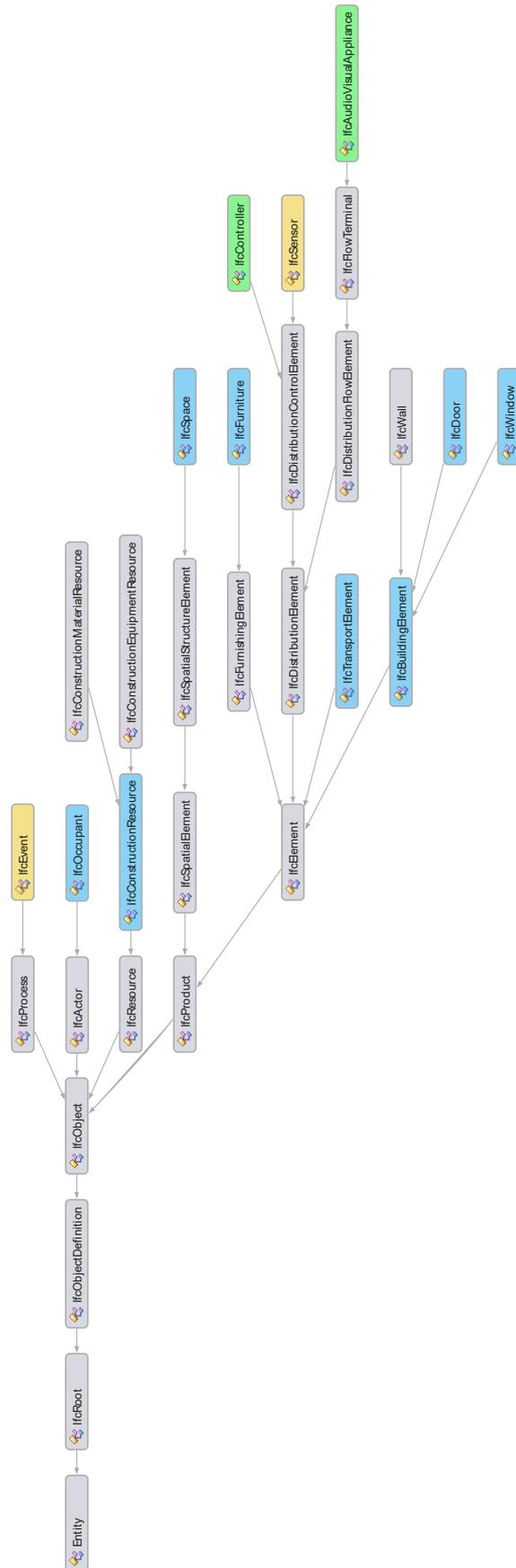
Nesta implementação se utilizaram os seguintes objetos abstratos para complementar informações associadas a ocorrências tangíveis:

- *IfcEvent* representa um evento definido como algo pontual que gera uma ação ou resposta, sem duração alguma.
- *IfcSensor* é uma camada de abstração sobre o *IfcAudioVisualAppliance* que representa uma câmera de vigilância. No caso foi necessário realizar essa abstração para cumprir a recomendação do formato IFC devido a que o *IfcAudioVisualAppliance* é descendente do *IfcDistributionFlowElement* e o *IfcSensor* é descendente do *IfcDistributionControlElement*, sendo que a documentação do formato estabelece que os dispositivos físicos que se conectam a um sistema de distribuição dentro do qual realizam medições devem seguir a hierarquia do *IfcDistributionFlowElement*, porém se o dispositivo monitora ou controla mas não se conecta dentro do fluxo do sistema o mesmo deve acompanhar a hierarquia do *IfcDistributionControlElement*. Em uma eventual implementação física de um sistema de VC em uma facilidade a interpretação e detecção dos eventos de VC aconteceria em um servidor de forma paralela e não **dentro** do fluxo de informação das câmeras de vigilância.
- *IfcAudioVisualAppliance* como indicado anteriormente, este elemento representa uma câmera de vigilância física.
- *IfcController* representa o elemento que processa as imagens capturadas pelas câmeras de vigilância (*IfcAudioVisualAppliance*) e gera os eventos de VC (*IfcEvent*). Este elemento pode ou não ter uma representação física na facilidade (pode ser um servidor instalado fisicamente na facilidade ou um serviço virtualizado ou na nuvem que exista fora da facilidade).

A Figura 35 representa a relação entre os elementos que compõem o arcabouço conceitual de aplicação de VC no BIM para GF. Os elementos em azul representam os tipos que podem ser afetados ou ter suas propriedades alteradas por um evento; os elementos em verde representam a parte física de um sistema de VC (câmeras e servidores), e os elementos em amarelo representam a parte abstrata de um sistema de VC.

A Figura 36 apresenta o diagrama de objetos UML desenvolvido para a implementação de um sistema de VC em IFC, o mesmo modela as instâncias das classes IFC e seus relacionamentos no tempo. Utiliza o *IfcDoor* para representar de forma genérica a interpelação e dependências dos diferentes elementos do sistema. O mesmo é explicado com mais detalhe nos próximos itens.

Figura 35- Diagrama de árvore dos tipos de elementos do sistema de VC.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

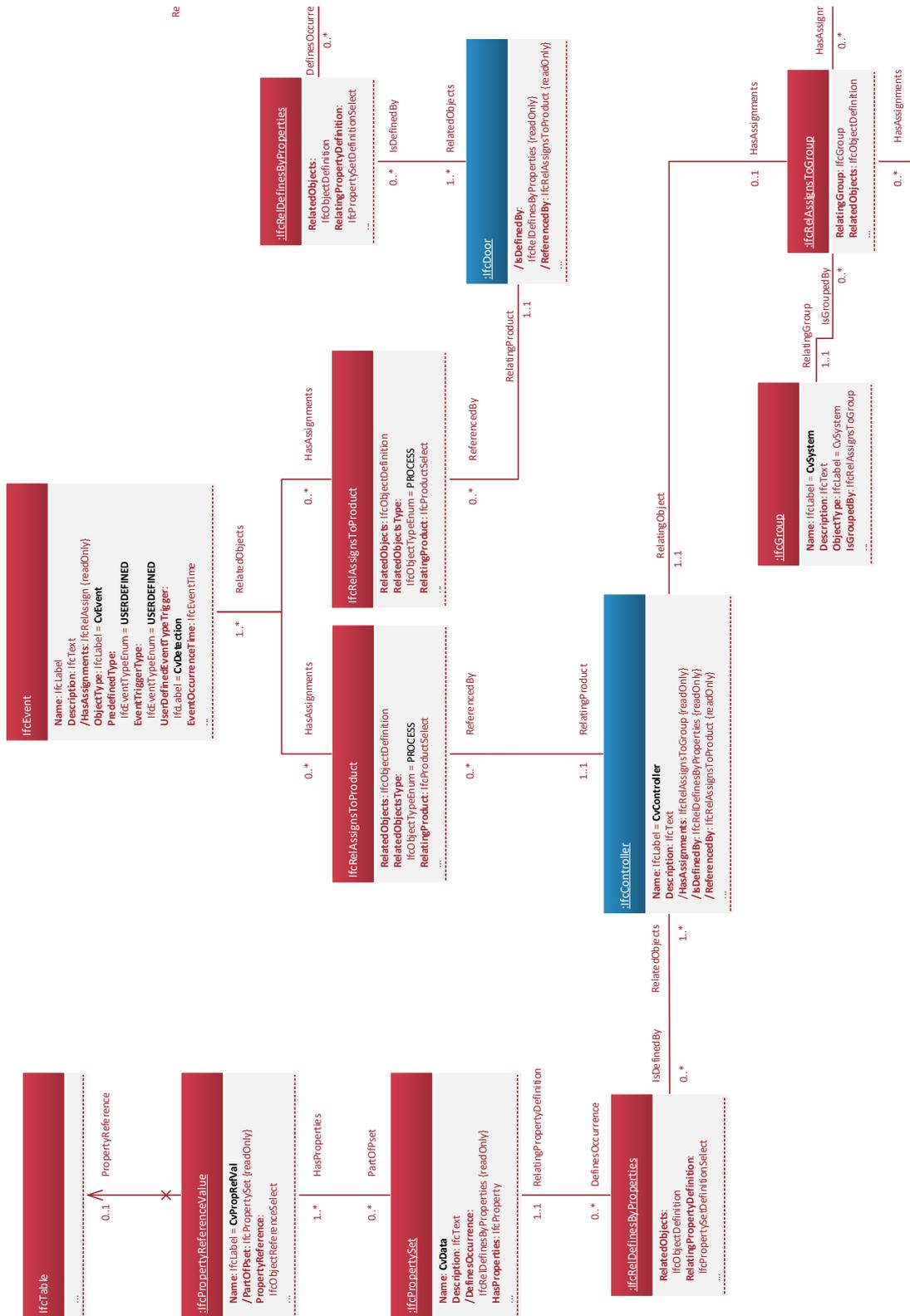
Para implementar os eventos em IFC foi utilizado o conceito de propriedades definido no formato IFC, o qual permite associar propriedades definidas pelo usuário a qualquer elemento. Grzybek *et al.* (2010) identificaram a necessidade de manter uma base de dados temporal para poder utilizar o formato IFC em aplicações de edifícios inteligentes no BIM, indicando que os dados históricos são cruciais para suportar o aprendizado devido a que é o embasamento da mineração de dados e o reconhecimento de padrões de utilização de recursos e os espaços. No lançamento da versão 4 do IFC em 2013, foram inclusos novos elementos para suportar os dados históricos no IFC. Esta implementação faz uso extensivo das propriedades de tipo *IfcPropertyReferenceValue* associadas a elementos de tipo *IfcTimesSeries*, particularmente *IfcIrregularTimeSeries* que permite registrar pares de valores históricos nos quais cada valor da propriedade contém um registro de data e hora de ocorrência. O valor da propriedade é alimentado pelos algoritmos de VC e reflete o estado do elemento em aquele momento do tempo de acordo com o evento de detecção gerado pelo algoritmo. Estas propriedades ficam como um registro histórico de todos os eventos detectados e associados a cada objeto. O formato IFC também define o elemento *IfcPerformanceHistory*, o qual, pode ser associado a várias propriedades (a diferença de objetos), podendo assim criar grupos de eventos associados ou agrupados por conceitos semânticos independentes da natureza do elemento raiz ao qual está associado um evento, este arcabouço contempla e incorpora o *IfcPerformanceHistory* como um acumulador que facilita a extração e navegação agrupando os eventos de forma flexível segundo a necessidade da facilidade.

Como explicado anteriormente, o *IfcController* é o encarregado de monitorar as imagens das câmeras de vigilância, rodar os algoritmos de VC e registrar os eventos detectados como propriedades dos elementos relacionados. Para implementar esta esquematização dentro do IFC, se utilizam os *IfcTable* como tabelas para armazenar os metadados e dados temporais que possam ser necessários para rodar os algoritmos de VC. Além de processar os eventos de detecção direta, o *IfcController* tem a responsabilidade de monitorar o contexto e os dados auxiliares para a detecção dos eventos derivados e das regras especiais de alerta ou geração de eventos que a GF defina, pois, os algoritmos de VC poderão detectar a ocorrência de eventos que a GF não tenha interesse em registrar ou para os quais precise dar um tratamento diferenciado. Neste sentido, o *IfcController* será quem gere o *IfcEvent*, atualize a propriedade do elemento relacionado e o registro no *IfcPerformanceHistory*, ou qualquer combinação dos anteriores definida pela GF.

Como estabelecido anteriormente, cada câmera tem um *IfcSensor* associado. As propriedades físicas das câmeras necessárias para rodar os algoritmos de VC são consequentemente associadas aos *IfcSensor*, onde o *IfcController* poderá ler e atualizar estas propriedades segundo seja necessário.

O restante dos elementos no diagrama de objetos são apenas os elementos de conexão requeridos pela especificação formato IFC. Observou-se que esses elementos de relacionamento disponíveis mudam segundo a natureza raiz do elemento em questão. O que acarretou com que fosse necessário utilizar o tipo de elemento *IfcRelAggregates* quando poderia ter sido utilizado outro que encaixasse melhor com a definição semântica do elemento de relação existente na definição do formato IFC.

Figura 39- Implementação do sistema do controle no IFC.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.4.2. Mapeamento de eventos a propriedades IFC

Para concretizar e detalhar a coleção de eventos de VC de interesse para a GF que foram coletados nas etapas anteriores do estudo, determinou-se completar o arcabouço conceitual realizando um mapeamento destes eventos aos elementos e atributos do formato IFC, desta forma quem tiver interesse de implementar a VC no IFC pode utilizar os diagramas de implementação anteriores substituindo o elemento *IfcDoor* (e as suas propriedades) para cada elemento correspondente do seu modelo utilizando como guia os mapeamentos apresentados neste capítulo.

Os campos das tabelas de mapeamento representam o seguinte:

- **Tipo de evento VC:** corresponde ao mesmo campo das tabelas do capítulo 4.2.4 (categorização e *mindmapping*).
- Coletor corresponde ao nome do elemento *IfcPerformanceHistory*.
- ***IfcPropertySet*:** é o elemento do formato IFC que agrupa as propriedades de VC.
- Elemento Aplicável corresponde ao tipo básico que representa os elementos envolvidos nos eventos de VC identificados no arcabouço conceitual segundo o estabelecido no capítulo 4.4.1.
- ***IfcProperty*:** corresponde aos eventos de VC generalizados. Para obedecer às recomendações do formato IFC, alguns eventos detalhados de forma separada no arcabouço conceitual são agrupados em um único evento se a natureza de cada evento é similar e mutuamente exclusiva (por exemplo, os eventos de detecção *door opened/closed* são combinados em uma única propriedade *door_state* que aceita um valor dentre das opções *OPENED*, *CLOSED* ou *UNKNOWN*).
- **Tipo:** corresponde ao tipo de valor definido no IFC da propriedade segundo os valores que aceita.
- **Valores:** pode conter a descrição da propriedade no caso que a propriedade aceite um único valor ou contém as opções de valores possíveis quando a propriedade é do tipo *IfcLabel*.

A continuação são apresentadas as tabelas de mapeamento para cada tipo de evento de VC. As tabelas possuem os seguintes elementos comuns:

- ***Enabled*:** indica se a detecção do evento está habilitada.
- ***event_id*:** esta propriedade contém uma lista de valores numéricos representando o identificador do elemento de cada evento que detectado simultaneamente, (por exemplo, pode ocorrer a detecção da abertura de uma porta de forma simultânea à detecção de acesso por uma porta de emergência. Desta forma os dois eventos

ficam vinculados pela propriedade `event_id` que ficaria contendo o identificador de cada evento como elementos da mesma lista).

- **CvMetadata:** é utilizado para armazenar os metadados do algoritmo de VC.

Tabela 40- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Door State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	lfcProperty	TIPO	VALORES
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	Enabled	lfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	event_id	lfcInteger	EventId
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	door_state	lfcLabel	("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	is_altered	lfcBoolean	ALTERED
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	access_type	lfcLabel	("CONSTRUCTION_ACCESS" "EMERGENCY_EXIT")
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	lfcDoor	CvMetadata	lfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **door_state:** indica se uma porta é detectada como aberta, fechada ou desconhecida (no caso que a visual estiver obstruída).
- **is_altered:** indica se o aspecto físico da porta foi alterado.
- **access_type:** especifica se a porta referida por outro evento é via acesso a obra ou saída de emergência.

Tabela 41- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Window State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	lfcProperty	TIPO	VALORES
Window State	CWindowStateHist	CWindowState	lfcWindow	Enabled	lfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Window State	CWindowStateHist	CWindowState	lfcWindow	event_id	lfcInteger	EventId
Window State	CWindowStateHist	CWindowState	lfcWindow	indow_state	lfcLabel	("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")
Window State	CWindowStateHist	CWindowState	lfcWindow	is_altered	lfcBoolean	ALTERED
Window State	CWindowStateHist	CWindowState	lfcWindow	CvMetadata	lfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **window_state:** indica se uma janela é detectada como aberta, fechada ou desconhecida (no caso que a visual estiver obstruída).
- **is_altered:** indica se o aspecto físico da janela foi alterado.

Tabela 42- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Occupant State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	lfcProperty	TIPO	VALORES
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	Enabled	lfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	event_id	lfcInteger	EventId
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	occupant_detected	lfcBoolean	OCCUPANT_DETECTED
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	gender	lfcLabel	("MALE" "FEMALE")
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	age_group	lfcLabel	("ADULT" "CHILD")
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	face_detection	lfcLabel	("FACE_DETECTED" "FACE_RECOGNIZED")
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	role	lfcLabel	("EMPLOYEE" "GUARD" "POI" "EMERGENCY")
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	identified_person	lfcIdentifier	IFCPERSON_ID
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	tracking	lfcBoolean	TRACKING
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	ppe_detected	lfcBoolean	PPE_DET
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	reduced_mobility	lfcBoolean	REDUCED_MOBILITY
Occupant State	CvOccupantStateHist	CvOccupantState	lfcOccupant	CvMetadata	lfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **occupant_detected:** indica quando um ocupante é detectado.
- **gender:** indica se houve a detecção do gênero do ocupante.
- **age_group:** indica se foi detectado que o ocupante é adulto ou criança.
- **face_detection:** indica se houve detecção ou reconhecimento da face do ocupante.
- **role:** indica se houve a categorização do ocupante como funcionário, guarda, pessoa de interesse (por exemplo, alguém antigamente apreendido por roubo) ou da equipe de urgências.
- **identified_person:** gera um identificador no caso que o ocupante seja identificado.
- **tracking:** indica se o ocupante está sendo rastreado.
- **ppe_detected:** indica se o ocupante tem ou não equipe de proteção individual (por exemplo, serve para alertar se alguém está dentro de uma área de obras sem EPI)
- **reduced_mobility:** indica se o ocupante tem mobilidade reduzida (por exemplo, cadeiras de rodas).

Tabela 43- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Occupant Activity*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	ifcProperty	TIPO	VALORES
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	Enabled	ifcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	event_id	ifcInteger	EventId
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	activity_state	ifcLabel	("STARTED" "STOPPED")
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	detected_activity	ifcLabel	("WALKING" "RUNNING" "SITTING" "NAVIGATING" "VISTING" "FACING_DISPLAY" "QUEUEING" "BROWSING" "TOUCHING" "HOLDING" "TASTING" "SWITCHING" "BUYING" "TALKING_ON_PHONE" "SPEAKING_CUSTOMER" "SPEAKING_PERSONNEL" "CONSLT_SMPHONE" "CONSLT_PERSONNEL" "USING_CAMERA" "CHOOSE_CARRY_EQUIP" "USE_SHOP_LIST" "USE_SHOP_BAG" "USE_CARK_BASKET" "EATING" "LITTERING" "USING_DESK" "AGGRESSION" "SNATCHING" "POSSIBLE_THEFT" "FALLING" "BENDING" "CONVERGED" "SIGNALING" "TRAPPED")
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	construction_activity	ifcIdentifier	IFCTASK_ID
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	orientation	ifcPlaneAngleMeasure	Orientation
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	speed	ifcLinearVelocityMeasure	Speed
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	restricted_activity	ifcLabel	("WORK_VISIT" "GUARD_AWAY_FROM_POST" "GUARD_ON_POST" "CHECKPOINT_NOT_VISITED" "PERIMETER_VIOLATION" "STANDING_ON_FENCE_LINE")
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	path	ifcText	Serialized PATH
Occupant Activity	CvOccupantActivityHist	CvOccupantActivity	ifcOccupant	CvMetadata	ifcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **activity_state**: indica o início ou fim da atividade detectada (deve ser utilizado junto ao event_id).
- **detected_activity**: indica qual atividade foi detectada.
- **construction_activity**: identifica a tarefa realizada de um processo construtivo.
- **orientation**: especifica a orientação do ocupante.

- **speed**: especifica a velocidade de translação do ocupante.
- **restricted_activity**: serve para alertar sobre a detecção de uma atividade relativa à segurança ou áreas restritas.
- **path**: contém um objeto serializado representando a trajetória realizada pelo ocupante.

Tabela 44- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Space State*.

TIPO DE EVENTO VC	COLETOR	ifcPropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	ifcProperty	TIPO	VALORES
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	Enabled	ifcBoolean	Indica se a detecção do evento está habilitada
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	event_id	ifcInteger	Eventid
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_occupant_count	ifcInteger	COUNT
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_unique_occupant_count	ifcInteger	UNIQUE_COUNT
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_occupant_heat_map	ifcText	Serialized HEAT_MAP
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_occupant_vector_map	ifcText	Serialized VECTOR_MAP
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	illumination_level	ifcText	Serialized ILLUMINATION_LEVEL
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	visual_indicator_on	ifcBoolean	VISUAL_INDICATOR_ON
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	fire_detected	ifcBoolean	FIRE_DETECTED
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	sprinkler_active	ifcBoolean	SPRINKLER_ACTIVE
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	critical_path_obstructed	ifcBoolean	CRITICAL_PATH_OBSTRUCTED
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	object_left_unattended	ifcBoolean	OBJECT_LEFT_UNATTENDED
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	motion_detected	ifcBoolean	MOTION_DETECTED
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_transport_count	ifcInteger	COUNT
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_unique_transport_count	ifcInteger	UNIQUE_COUNT
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_transport_heat_map	ifcText	Serialized HEAT_MAP
Space Derived State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	aggregated_transport_vector_map	ifcText	Serialized VECTOR_MAP
Space State	CvSpaceStateHist	CvSpaceState	ifcSpace	CvMetadata	ifcText	Metadada do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **aggregated_occupant_count**: registra a quantidade de ocupantes detectados no espaço (não discrimina se o mesmo ocupante foi detectado nesse espaço anteriormente).

- ***aggregated_unique_occupant_count***: registra a quantidade de ocupantes únicos que tem visitado o espaço (não considera as visitas repetidas pelo mesmo ocupante).
- ***aggregated_occupant_vector_map***: contém um objeto serializado representando um mapa de vetores que representa a direção e velocidade do fluxo das pessoas em um espaço.
- ***illumination_level***: contém um objeto serializado indicando o nível de iluminação detectada.
- ***visual_indicator_on***: indica quando algum indicador visual eletrônico é detectado (por exemplo, alarme luminosa).
- ***fire_detected***: indica a detecção de fogo no espaço.
- ***sprinkler_active***: indica a detecção de ativação de sprinklers no espaço.
- ***critical_path_obstructed***: indica a obstrução de algum caminho ou corredor crítico para a operação da facilidade.
- ***object_left_unattended***: indica a detecção de algum objeto deixado desatendido.
- ***motion_detected***: indica a detecção de movimento no espaço.
- ***aggregated_transport_count***: registra a quantidade de veículos detectados no espaço (não discrimina se o mesmo veículo foi detectado nesse espaço anteriormente).
- ***aggregated_unique_transport_count***: registra a quantidade de veículos únicos que tem visitado o espaço (não considera as visitas repetidas pelo mesmo veículo).
- ***aggregated_transport_heat_map***: contém um objeto serializado representando um mapa de calor que representa o nível de ocupação das áreas por veículos durante um período de tempo.
- ***aggregated_transport_vector_map***: contém um objeto serializado representando um mapa de vetores que representa a direção e velocidade do fluxo de veículos em um espaço.

Tabela 45- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Furniture State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICAVEL	IfcProperty	TIPO	VALORES
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	Enabled	IfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	event_id	IfcInteger	EventId
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	furniture_state	IfcLabel	("CURTAIN_OPENED" "CURTAIN_CLOSED" "CURTAIN_PARTIAL" "WASTED_COLLECTOR_EMPTY" "WASTE_COLLECTOR_FULL" "WASTE_COLLECTOR_PARTIAL" "FURNITURE_REMOVED")
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	usage	IfcLabel	("STARTED_USING_DEVICE" "STOPPED_USING_DEVICE")
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	not_in_place	IfcIdentifier	IFCLOCALPLACEMENT_ID
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	dimensions_changed	IfcIdentifier	IFCBOUNDINGBOX_ID
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	surface_changed	IfcIdentifier	IFCPRESENTATIONITEM_ID
Furniture State	CvFurnitureStateHist	CvFurnitureState	IfcFurniture	CvMetadata	IfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **furniture_state**: indica o estado detectado do mobiliário.
- **usage**: indica o início ou fim da utilização do mobiliário.
- **not_in_place**: indica se o mobiliário foi detectado fora do lugar previamente determinado, retornando um identificador ao objeto de tipo *IfcLocalPlacement* que contém a nova localização.
- **dimensions_change**: indica a detecção de uma mudança nas dimensões de um mobiliário, retornando um indicador a um objeto de tipo *IfcBoundingBox* que contém as novas dimensões.

- **surface_change:** indica a detecção de uma mudança no aspecto visual da superfície de um mobiliário, retornando um indicador a um objeto de tipo *IfcPresentationItem* que contém a descrição do novo aspecto visual da superfície do mobiliário.

Tabela 46- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Transport State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	IfcProperty	TIPO	VALORES
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	Enabled	IfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	event_id	IfcInteger	EventId
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	vehicle_detected	IfcBoolean	VEHICLE_DETECTED
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	tracking	IfcBoolean	TRACKING
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	vehicle_type	IfcLabel	("DELIVERY_TRUCK_DETECTED" "EMERGENCY_VEHICLE_DETECTED")
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	drive_face_detected	IfcBoolean	DRIVER_FACE_DETECTED
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	license_plate_detected	IfcBoolean	LICENSE_PLATE_DETECTED
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	vehicle_identified	IfcIdentifier	Tag
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	in_restricted_area	IfcBoolean	IN_RESTRICTED_AREA
Transport State	CvTransportStateHist	CvTransportState	IfcTransport	CvMetadata	IfcText	Metadado do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **vehicle_detected:** indica quando um veículo é detectado.
- **tracking:** indica se o veículo está sendo rastreado.
- **vehicle_tipe:** indica o tipo de veículo detectado, se houve a detecção.

- **drive_face_detected:** indica se houve detecção da face do motorista do veículo.
- **license_plate_detected:** indica se houve detecção da placa do veículo.
- **vehicle_identified:** retorna um indicador se houve identificação de um veículo.
- **in_restricted_area:** indica se um veículo foi detectado dentro de uma área restrita.

Tabela 47- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Transport Activity*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	ifcProperty	TIPO	VALORES
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	Enabled	ifcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	event_id	ifcInteger	EventId
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	elevator_door_state	ifcLabel	("OPENED" "CLOSED")
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	transport_occupied	ifcBoolean	TRANSPORT_OCCUPIED
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	transport_in_operation	ifcBoolean	TRANSPORT_IN_OPERATION
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	activity_state	ifcLabel	("STARTED" "STOPPED")
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	transport_activity	ifcLabel	("OCC_IN_TRANSP_QUEUE" "VEHICLE_SPEEDING" "MOVING_IN_WRONG_DIRECTION" "UNEXPECTED_STOPPING" "VEHICLE_PARKED_IN_DISABLED_SPOT" "VEHICLE_PARKED_IN_RESTRICTED_AREA" "VEHICLE_ACCIDENT" "VEHICLE_NEEDS_ASSISTANCE" "VEHICLE_FOLLOWING" "VEHICLE_DROPPING_OFF" "VEHICLE_QUEUEING" "VEHICLE_LOITERING")
Transport Activity	CvTransportActivityHist	CvTransportActivity	ifcTransport	CvMetadata	ifcText	Metadado do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **elevator_door_state:** indica se a porta de um elevador é detectada como aberta, fechada.
- **transport_occupied:** indica se o transporte se encontra ocupado.

- **transport_in_operation**: indica se houve detecção do transporte em operação.
- **activity_state**: indica o início ou fim da atividade detectada (deve ser utilizado junto ao event_id).
- **transport_activity**: indica qual atividade foi detectada.

Tabela 48- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Building Element State*.

TIPO DE EVENTO VC	COLETOR	IfcPropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	IfcProperty	TIPO	VALORES
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	Enabled	IfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	event_id	IfcInteger	EventId
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	dimension_changed	IfcIdentifier	IFCBOUNDINGBOX_ID
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	placement_changed	IfcIdentifier	IFCLOCALPLACEMENT_ID
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	surface_changed	IfcIdentifier	IFCPRESENTATIONITEM_ID
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	electronic_display_detected	IfcBoolean	Electronic Display Detected
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	water_level	IfcLabel	("LOW" "HIGH")
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	fire_cabinet_opened	IfcBoolean	Fire Cabinet Opened
Building Element Derived State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	derived_detected_phase	IfcIdentifier	IFCTASK_ID
Building Element Derived State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	derived_task_status	IfcIdentifier	IFCTASKSTATUS_ID
Building Element State	CvBuildingElementStateHist	CvBuildingElementState	IfcBuildingElement	CvMetadata	IfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **dimension_changed**: indica a detecção de uma mudança nas dimensões do elemento, retornando um indicador a um objeto de tipo *IfcBoundingBox* que contém as novas dimensões.

- **placement_changed:** indica se o elemento foi detectado fora do lugar previamente determinado, retornando um identificador ao objeto de tipo *IfcLocalPlacement* que contém a nova localização.
- **surface_changed:** indica a detecção de uma mudança no aspecto visual da superfície do elemento, retornando um indicador a um objeto de tipo *IfcPresentationItem* que contém a descrição do novo aspecto visual da superfície do elemento.
- **electronic_display_detected:** indica se houve a detecção de um display eletrônico aceso.
- **water_level:** indica se o nível da água se encontra por cima ou por baixo de um limite pré-estabelecido.
- **fire_cabinet_opened:** indica se o closet contra incêndios está aberto.
- **derived_detected_phase:** identifica a fase de construção na que se encontra um elemento.
- **derived_task_status:** identifica o status detectado da tarefa de construção.

Tabela 49- Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Resource State*.

TIPO DE EVENTO CV	COLETOR	PropertySet	ELEMENTO APLICÁVEL	IfcProperty	TIPO	VALORES
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	Enabled	IfcBoolean	indica se a detecção do evento está habilitada
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	event_id	IfcInteger	EventId
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	equipment_detected	IfcBoolean	EQUIPMENT_DETECTED
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	material_detected	IfcBoolean	MATERIAL_DETECTED
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	resource_quantity	IfcIdentifier	IFCPHYSICALQUANTITY_ID
Construction Resource State	CvResourceStateHist	CvResourceState	IfcResource	CvMetadata	IfcText	Metadata do algoritmo de visão computacional

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

- **equipment_detected:** indica se houve a detecção de um equipamento de construção.
- **material_detected:** indica se houve a detecção de um material de construção.
- **resource_quantity:** retorna um identificador indicado a quantidade do recurso detectada.

4.5. VERIFICAR

Para verificar a viabilidade de implementação do arcabouço conceitual proposto, se realizaram os seguintes testes:

- Os mapeamentos de propriedades ao formato IFC do item anterior foram implementados no formato psdXML (*property set definition XML*), que é o formato definido pelo IFC para intercâmbio de propriedades, e se verificou se é reconhecido e validado pelo *Xml Schema Definition* que define o formato.
- Foi escrito um programa para ler os psdXML criados no passo anterior e a partir deles, preencher os campos de propriedades dos elementos correspondentes de vários arquivos IFC de livre acesso.
- Foram realizadas várias rodadas para testar a performance da geração de eventos e verificar a sua utilidade para aplicações em tempo real.
- Foi verificado se os arquivos IFC com as propriedades de VC são compatíveis, reconhecidos e validados pelos *softwares* de colaboração de BIM mais populares e de livre acesso.
- Foi verificada a compatibilidade com o *BIMserver*.

4.5.1. psdXML

Para validar o mapeamento de propriedades proposto, se implementaram as propriedades no formato de intercâmbio psdXML (*property set definitions*) do IFC, as mesmas foram verificadas que atendessem o *template* de apresentação e validação das propriedades do IFC.

Um exemplo de implementação do mapeamento como propriedade no formato psdXML segue a continuação. A Tabela 50 apresenta uma propriedade contendo os eventos OPENED, CLOSED e UNKOWN, pertencentes ao tipo de objeto *IfcDoor* no formato apresentado no capítulo anterior. O quadro 2 apresenta o psdXML resultante.

Tabela 50- Extrato de Mapeamento de propriedades do tipo de evento *Door State*

TIPO DE EVENTO VC	COLETOR	<i>IfcPropertySet</i>	ELEMENTO APLICÁVEL	<i>IfcProperty</i>	TIPO	VALORES
Door State	CvDoorStateHist	CvDoorState	IfcDoor	door_state	IfcLabel	("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Os elementos da tabela de mapeamento correspondem aos seguintes *tags* do formato psdXML:

- O tag *Name* do tag *PropertySetDef* corresponde ao campo *IfcPropertySet*.

- O tag *ApplicableTypeValue* corresponde ao campo Elemento Aplicável.
- O tag Name do tag PropertyDef corresponde ao campo *IfcProperty*.
- O atributo *type* do tag *Data Type* corresponde ao campo TIPO.
- O tag *Definition* do tag PropertyDef corresponde ao campo VALORES.

Cada arquivo psdXML contém um único tag *PropertySetDef* correspondendo a cada tabela de mapeamento e contém um tag *PropertyDef* para cada propriedade, correspondendo a cada fileira das tabelas de mapeamento.

Quadro 2- Extrato do arquivo psdXML para o PropertySet CvDoorState.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0"
templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN" xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvDoorState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Door State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcDoor</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcDoor</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>door_state</Name>
      <Definition>( "OPENED" | "CLOSED" | "UNKNOWN" )</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
  </PropertyDefs>
</PropertySetDef>
```

Fonte: Produzido pelo autor (2018).

O formato IFC utiliza os psdXML para definir conjuntos de propriedades pré-definidos para vários tipos de objetos. Foi observado que nestes psdXML pré-definidos o padrão IFC utiliza o tipo de propriedade *IfcPropertyEnumeration* para indicar propriedades cujo valor pode ser uma opção dentro de uma lista enumerada de opções como apresentado na Figura 40, no campo *Status* que aceita valores de *New*, *Existing*, *Demolish* e *Temporary*. Este tipo de propriedade seria ideal para ser utilizada com propriedades de VC como *door_state* que pode ter um valor dentre das opções *OPEN*, *CLOSED* e *UNKOWN*, porém se identificou que a definição do formato psdXML não considera a utilização deste tipo de propriedades como valor

do elemento *IfcIrregularTimeSeries* o qual é necessário para o registro de dados históricos, ou seja, a definição do formato não permite o registro histórico de enumerações. Por este motivo, a presente implementação resolve utilizar o tipo de valor *IfcLabel* acompanhado da enumeração dos valores possíveis no campo *Definition*.

Figura 40- PropertySet pré-definido Pset_SensorPHistory.

PSD-XML

Name	Type	Description												
Value	P_REFERENCEVALUE / IfcTimeSeries / IfcReal	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>Value</td> <td>Indicates sensed values over time which may be recorded continuously or only when changed beyond a particular deadband. The range of possible values is defined by the SetPoint property of the corresponding sensor type property set.</td> </tr> </table>	EN	Value	Indicates sensed values over time which may be recorded continuously or only when changed beyond a particular deadband. The range of possible values is defined by the SetPoint property of the corresponding sensor type property set.									
EN	Value	Indicates sensed values over time which may be recorded continuously or only when changed beyond a particular deadband. The range of possible values is defined by the SetPoint property of the corresponding sensor type property set.												
Direction	P_REFERENCEVALUE / IfcTimeSeries / IfcPlaneAngleMeasure	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>Direction</td> <td>Indicates sensed direction for sensors capturing magnitude and direction measured from True North (0 degrees) in a clockwise direction.</td> </tr> </table>	EN	Direction	Indicates sensed direction for sensors capturing magnitude and direction measured from True North (0 degrees) in a clockwise direction.									
EN	Direction	Indicates sensed direction for sensors capturing magnitude and direction measured from True North (0 degrees) in a clockwise direction.												
Quality	P_REFERENCEVALUE / IfcTimeSeries / IfcLogical	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>Quality</td> <td>Indicates the quality of measurement or failure condition, which may be further qualified by the Status. True: measured values are considered reliable; False: measured values are considered not reliable (i.e. a fault has been detected); Unknown: reliability of values is uncertain.</td> </tr> </table>	EN	Quality	Indicates the quality of measurement or failure condition, which may be further qualified by the Status. True: measured values are considered reliable; False: measured values are considered not reliable (i.e. a fault has been detected); Unknown: reliability of values is uncertain.									
EN	Quality	Indicates the quality of measurement or failure condition, which may be further qualified by the Status. True: measured values are considered reliable; False: measured values are considered not reliable (i.e. a fault has been detected); Unknown: reliability of values is uncertain.												
Status	P_ENUMERATEDVALUE / IfcLabel / PEnum_ElementStatus*	<table border="1"> <tr> <td>DE</td> <td>Status</td> <td>Status bzw. Phase des Bauteils insbesondere beim Bauen im Bestand. "Neu" (new) neues Bauteil als Ergänzung, "Bestand" (existing) bestehendes Bauteil, dass erhalten bleibt, "Abbruch" (demolish) Bauteil, das abgebrochen wird, "Temporär" (temporary) Bauteil und andere Bauelemente, die vorübergehend eingebaut werden (wie Abstützungen, etc.)</td> </tr> <tr> <td>EN</td> <td>Status</td> <td>Status of the element, predominately used in renovation or retrofitting projects. The status can be assigned to as "New" - element designed as new addition, "Existing" - element exists and remains, "Demolish" - element existed but is to be demolished, "Temporary" - element will exists only temporary (like a temporary support structure).</td> </tr> <tr> <td>FR</td> <td>Statut</td> <td>Statut de l'élément, principalement utilisé dans les projets de rénovation et de réhabilitation. Le statut a pour valeur NOUVEAU pour un nouvel élément, EXISTANT pour un élément existant qui est conservé, DEMOLI pour un élément existant à démolir et TEMPORAIRE pour un élément temporaire (comme une structure support provisoire).</td> </tr> <tr> <td>JP</td> <td>状態</td> <td>要素（主にリノベーションまたは改修プロジェクトにおいて）の状態。状態は、「新規(New)」一新しく追加される要素。「既存」要素は存在し、かつ残りもの。「破壊」要素は存在したが、廃棄されるもの。「一時的」——一時的に存在する要素（一時的にサポートしている構造のようなもの）。</td> </tr> </table>	DE	Status	Status bzw. Phase des Bauteils insbesondere beim Bauen im Bestand. "Neu" (new) neues Bauteil als Ergänzung, "Bestand" (existing) bestehendes Bauteil, dass erhalten bleibt, "Abbruch" (demolish) Bauteil, das abgebrochen wird, "Temporär" (temporary) Bauteil und andere Bauelemente, die vorübergehend eingebaut werden (wie Abstützungen, etc.)	EN	Status	Status of the element, predominately used in renovation or retrofitting projects. The status can be assigned to as "New" - element designed as new addition, "Existing" - element exists and remains, "Demolish" - element existed but is to be demolished, "Temporary" - element will exists only temporary (like a temporary support structure).	FR	Statut	Statut de l'élément, principalement utilisé dans les projets de rénovation et de réhabilitation. Le statut a pour valeur NOUVEAU pour un nouvel élément, EXISTANT pour un élément existant qui est conservé, DEMOLI pour un élément existant à démolir et TEMPORAIRE pour un élément temporaire (comme une structure support provisoire).	JP	状態	要素（主にリノベーションまたは改修プロジェクトにおいて）の状態。状態は、「新規(New)」一新しく追加される要素。「既存」要素は存在し、かつ残りもの。「破壊」要素は存在したが、廃棄されるもの。「一時的」——一時的に存在する要素（一時的にサポートしている構造のようなもの）。
DE	Status	Status bzw. Phase des Bauteils insbesondere beim Bauen im Bestand. "Neu" (new) neues Bauteil als Ergänzung, "Bestand" (existing) bestehendes Bauteil, dass erhalten bleibt, "Abbruch" (demolish) Bauteil, das abgebrochen wird, "Temporär" (temporary) Bauteil und andere Bauelemente, die vorübergehend eingebaut werden (wie Abstützungen, etc.)												
EN	Status	Status of the element, predominately used in renovation or retrofitting projects. The status can be assigned to as "New" - element designed as new addition, "Existing" - element exists and remains, "Demolish" - element existed but is to be demolished, "Temporary" - element will exists only temporary (like a temporary support structure).												
FR	Statut	Statut de l'élément, principalement utilisé dans les projets de rénovation et de réhabilitation. Le statut a pour valeur NOUVEAU pour un nouvel élément, EXISTANT pour un élément existant qui est conservé, DEMOLI pour un élément existant à démolir et TEMPORAIRE pour un élément temporaire (comme une structure support provisoire).												
JP	状態	要素（主にリノベーションまたは改修プロジェクトにおいて）の状態。状態は、「新規(New)」一新しく追加される要素。「既存」要素は存在し、かつ残りもの。「破壊」要素は存在したが、廃棄されるもの。「一時的」——一時的に存在する要素（一時的にサポートしている構造のようなもの）。												

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Também foi identificado que o tipo *IfcIrregularTimeSeries* não aceita o tipo de valor *IfcBinary* que representa dados binários, por este motivo foi necessário utilizar o tipo de valor *IfcText* que aceitaria valores serializados ao invés de binários para armazenar dados como mapa de calor, mapa de vetores, etc.

4.5.1.1. Xml Schema Definition

Embora nos casos da falta de valor enumerável e binário no tipo *IfcIrregularTimeSeries* foi possível contornar utilizando outros tipos disponíveis, foi identificada uma debilidade no xsd que define o formato psdXML na qual não existe consideração para definir o subtipo de valor que aceita o tipo de propriedade *IfcPropertyReferenceValue*, sendo esta definição indispensável para definir de forma exaustiva e sem ambiguidade as propriedades que fazem uso dos tipos *IfcIrregularTimeSeries* e *IfcRegularTimeSeries*. Enfrentado com esta situação foi

necessário reescrever o xsd corrigindo esta debilidade e adicionando suporte para definir com exatidão os valores nestas circunstâncias. Os psdXML foram validados contra o xsd corrigido utilizando *Microsoft Visual Studio 2017* (Microsoft, 2018) para verificar o funcionamento correto das alterações. O xsd modificado se encontra no Apêndice N.

4.5.1.2. Propriedades

Os arquivos psdXML foram rodados no xsl (*eXtensible Stylesheet Language*) do IFC para propriedades psdXML o qual transforma o código fonte do arquivo em um formato html visualizável em navegadores web para fácil leitura e interpretação por humanos. Isto serviu como validação dos psdXML gerados. Um exemplo se apresenta na Figura 41, mostrando o psdXML do grupo de propriedades *CvDoorState* no navegador *Mozilla FireFox*.

Figura 41- psdXML do grupo de propriedades *CvDoorState* no navegador *Mozilla FireFox*.

CvDoorState
PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcDoor

Natural language names

EN Properties for history of CvEvent Door State occurrences.

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcRegularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
door_state	P_REFERENCEVALUE / IfcRegularTimeSeries / IfcLabel	EN door_state ("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")
is_altered	P_REFERENCEVALUE / IfcRegularTimeSeries / IfcBoolean	EN is_altered ALTERED
access_type	P_REFERENCEVALUE / IfcRegularTimeSeries / IfcLabel	EN access_type ("CONSTRUCTION_ACCESS" "EMERGENCY_EXIT")
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcRegularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

O código fonte dos psdXML gerados para cada mapeamento de propriedades assim como a transformação xsl de cada um se encontram no Apêndice O.

4.5.2. .IFC

O formato IFC pode ser considerado um formato de organização e estruturação de informação e não apenas uma forma fixa de descrever informação em uma linguagem determinada, ou seja, o IFC pode existir em uma multiplicidade de formatos desde que se respeitem os elementos, estrutura e relações definidas pelo IFC. A definição do IFC é publicada pelo *buildingSMART* e é descrita em termos de classes com propriedades e as relações que existem entre elas. A ideia é que seja implementado em formatos diferentes segundo a necessidade de cada aplicação, existem implementações publicadas disponíveis nos formatos STEP (.ifc), XML (.ifcXML), JSON, *Javascript*, *BimQL*, *ifcOWL*, dentre outros. Os publicados oficialmente pela *buildingSMART* são o STEP (.ifc), XML (.ifcXML), os quais possuem padronização pela ISO10303-21 e ISO10303-28 respectivamente. O formato ifcXML possui a vantagem de ser baseado no formato XML que é mais verboso e legível por humanos e é amplamente conhecido e utilizado na indústria das ciências da informação, porém a *buildingSMART* recomenda a utilização do formato STEP (.ifc) devido a que resulta em arquivos 300 a 400% vezes menores e fornece melhor performance, além disso, existem mais suporte nos *softwares* para o formato STEP (.ifc). Por este motivo, esta pesquisa decidiu utilizar o formato STEP (.ifc) para implementar o sistema de VC no BIM para GF(Limited, 2018).

A versão do IFC escolhida foi a mais recente *Industry Foundation Classes. Version 4.1 Final Release - Alignment Positioning and Sectioned Geometry* publicada o 08/06/2017 (Limited, 2017). Embora o formato de estrutura física de arquivo STEP (.ifc) seja legível para humanos, a sua natureza compacta e a extensão típica dos arquivos faz com que não seja prático escrever estes arquivos manualmente, por isto, esta implementação utilizou o *xBIM Toolkit - eXtensible Building Information Modelling* elaborado na universidade de Northumbria desde 2007 consistindo em um toolkit desenvolvido na linguagem C# com a finalidade de fornecer livrarias gratuitas para facilitar a leitura, criação e alteração do formato IFC nos diferentes formatos de arquivo como o STEP (.ifc) e o XML (.ifcXML) (Lockley et al., 2017).

4.5.2.1. População de Propriedades a partir dos psdXML.

Para criar os arquivos STEP (.ifc) se utilizaram como base arquivos de livre acesso obtidos do *toolkit xBIM (samplehouse.ifc)* (Lockley et al., 2017) que representa uma casa pequena de um quarto e duas salas exemplificado na Figura 42, o arquivo *Smiley West* que representa um conjunto de 10 casas unifamiliares Figura 43, e o arquivo *Phantasy Office Building* Figura 44, que representa um edifício de escritórios de 4 andares do *Applied Computer Science (IAI) / Karlsruhe Institute of Technology (KIT)* (2017).

Figura 42- Sample House

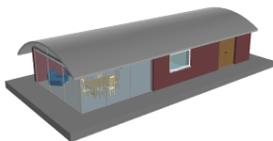
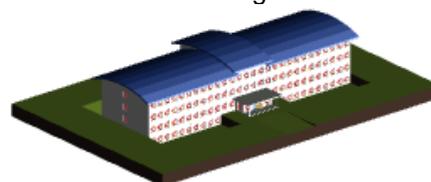


Figura 43- Smiley West



Figura 44- Phantasy Office Building



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Como indicado anteriormente, se utilizou o *toolkit* xBIM para escrever um programa na linguagem C# para popular todos os elementos dos tipos *IfcBuildingElement*, *IfcDoor*, *IfcFurniture*, *IfcOccupant*, *IfcConstructionResource*, *IfcSpace*, *IfcTransportElement* e *IfcWindow* existentes nos arquivos *Sample house*, *Smiley West* e *Phantasy Office Building*. O programa realiza uma busca na estrutura do arquivo para identificar os elementos aplicáveis e associar a eles os *property sets* e *properties* carregados dos arquivos psdXML previamente gerados. Para cada tipo de propriedade o programa cria entre 1 e 10 eventos com informação aleatória. Além do anterior, o programa cria todos os elementos necessários para completar a implementação proposta no capítulo 4.4.1, especificamente são criados os tipos *IfcPerformanceHistory*, *IfcSensor*, *IfcController* e *IfcGroup* que fazem parte de qualquer implementação do sistema de VC proposto. Os tipos *IfcAudioVisualAppliance*, *IfcResource*, *IfcOccupant* e *IfcTransportElement* não se encontram nos arquivos de livre acesso, e por isto foram adicionados para poder testar a população das propriedades destes tipos, assim como das que já se encontravam anteriormente nos arquivos.

A Tabela 51 apresenta as correspondências do psdXML ao arquivo .ifc.

Tabela 51- Correspondências do psdXML ao arquivo .ifc.

INSTRUÇÃO (psdXML)	STEP (.ifc) RESULTANTE
<pre><PropertySetDef xmlns:xsd = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi = "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" ifdguid = "3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype = "PSET_PERFORMANCEDRIVEN" xsi:noNamespaceSchemaLocation = "PSD_IFC4_TC1.xsd"> <IfcVersion version="4"/> <Name>CvDoorState</Name> <Definition>Properties for history of CvEvent Door State occurrences.</Definition></pre>	<pre>#191762= IFCPROPERTYSET('1GYvYUFXnAkfCgdXe\$\$a53', #191737, 'CvDoorState', 'Properties for history of CvEvent Door State occurrences.', (#191763, #191764, #191773, #191784, #191790, #191793));</pre>
<pre><ApplicableTypeValue> IfcDoor </ApplicableTypeValue></pre>	<pre>#191761= IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('2vCYkAb5z7HBR3wnvN\$JOO', #191737, \$, \$, (#10993), #191762);</pre>
<pre><Name>door_state</Name></pre>	<pre>#191764= IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('door_state_reference', \$, \$, #191765);</pre>

<pre> <Definition>("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")</Definition> <PropertyType> <TypePropertyReferenceValue> <IfcTimeSeries> <IfcIrregularTimeSeries/> </IfcTimeSeries> </pre>	<pre> #191765=IFCIRREGULARTIMESERIES('door_state', ('OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN"), '2018-05-25T13:00:00', '2018-05- 25T14:00:00', .NOTDEFINED., .MEASURED., \$, \$, (#191766, #191767, #191768, #191769, #191770, #191771, #191772, #197318, #198160, #199002)); </pre>
<pre> <DataType type="IfcLabel"/> </TypePropertyReferenceValue> </PropertyType> </pre>	<pre> #191766=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:01:00',(IFCLABEL('OPENED'))); #191767=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:02:00',(IFCLABEL('UNKNOWN'))); #191768=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:03:00',(IFCLABEL('CLOSED'))); #191769=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:04:00',(IFCLABEL('OPENED'))); #191770=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:05:00',(IFCLABEL('CLOSED'))); #191771=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:06:00',(IFCLABEL('CLOSED'))); #191772=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05- 25T16:07:00',(IFCLABEL('UNKNOWN'))); </pre>

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

O Quadro 3 apresenta um extrato do arquivo *Samplehouse.ifc* modificado pelo programa desenvolvido, mostrando o *propertyset CvDoorState* de uma porta do modelo.

Quadro 3- Extrato do arquivo *Samplehouse.ifc* modificado.

```

#191762=IFCPROPERTYSET('1GYvYUFXnAkfCgdXe$a53',#191737,'CvDoorState','Properties for history of CvEvent
Door State occurrences.',(#191763,#191764,#191773,#191784,#191790,#191793));
#191763=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('Enabled','Indicates whether CvEvents logging is enabled for this
instance.',IFCBOOLEAN(.T.),$);
#191764=IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('door_state_reference',$,$,#191765);
#191765=IFCIRREGULARTIMESERIES('door_state','("OPENED" | "CLOSED" | "UNKNOWN" ),'2018-05-
25T13:00:00','2018-05-
25T14:00:00',.NOTDEFINED,..MEASURED.,$,$,(#191766,#191767,#191768,#191769,#191770,#191771,#191772,#19731
8,#198160,#199002));
#191766=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:01:00',(IFCLABEL('OPENED')));
#191767=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:02:00',(IFCLABEL('UNKNOWN')));
#191768=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:03:00',(IFCLABEL('CLOSED')));
#191769=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:04:00',(IFCLABEL('OPENED')));
#191770=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:05:00',(IFCLABEL('CLOSED')));
#191771=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:06:00',(IFCLABEL('CLOSED')));
#191772=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:07:00',(IFCLABEL('UNKNOWN')));
#191773=IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('is_altered_reference',$,$,#191774);
#191774=IFCIRREGULARTIMESERIES('is_altered','ALTERED','2018-05-25T13:00:00','2018-05-
25T14:00:00',.NOTDEFINED,..MEASURED.,$,$,(#191775,#191776,#191777,#191778,#191779,#191780,#191781,#19178
2,#191783,#197320,#198162,#199004));
#191775=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:01:00',(IFCBOOLEAN(.T.)));
#191776=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:02:00',(IFCBOOLEAN(.F.)));
#191777=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:03:00',(IFCBOOLEAN(.T.)));
#191778=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:04:00',(IFCBOOLEAN(.T.)));
#191779=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:05:00',(IFCBOOLEAN(.T.)));
#191780=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:06:00',(IFCBOOLEAN(.F.)));
#191781=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:07:00',(IFCBOOLEAN(.F.)));
#191782=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:08:00',(IFCBOOLEAN(.F.)));
#191783=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:09:00',(IFCBOOLEAN(.F.)));
#191784=IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('access_type_reference',$,$,#191785);
#191785=IFCIRREGULARTIMESERIES('access_type','("CONSTRUCTION_ACCESS" | "EMERGENCY_EXIT" ),'2018-
05-25T13:00:00','2018-05-
25T14:00:00',.NOTDEFINED,..MEASURED.,$,$,(#191786,#191787,#191788,#191789,#197322,#198164,#199006));
#191786=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:01:00',(IFCLABEL('EMERGENCY_EXIT')));
#191787=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:02:00',(IFCLABEL('CONSTRUCTION_ACCESS')));
#191788=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:03:00',(IFCLABEL('CONSTRUCTION_ACCESS')));
#191789=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:04:00',(IFCLABEL('EMERGENCY_EXIT')));
#191790=IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('CvMetadata_reference',$,$,#191791);
#191791=IFCIRREGULARTIMESERIES('CvMetadata','CvEvent metadata for diagnostic of system performance.','2018-05-
25T13:00:00','2018-05-25T14:00:00',.NOTDEFINED,..MEASURED.,$,$,(#191792,#197324,#198166,#199008));
#191792=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-25T16:01:00',(IFCTEXT('{ Name1 : Value1 }')));
#191793=IFCPROPERTYREFERENCEVALUE('event_id_reference',$,$,#191794);
#191794=IFCIRREGULARTIMESERIES('event_id',$,$,.CONTINUOUS,..MEASURED.,$,$,(#191795,#191799,#191801,#
191803,#191805,#191807,#191809,#191811,#191813,#197326,#198168,#199010));
#191795=IFCIRREGULARTIMESERIESVALUE('2018-05-
25T16:01:00',(IFCIDENTIFIER('191766'),IFCIDENTIFIER('191775'),IFCIDENTIFIER('191786'),IFCIDENTIFIER('191792')));

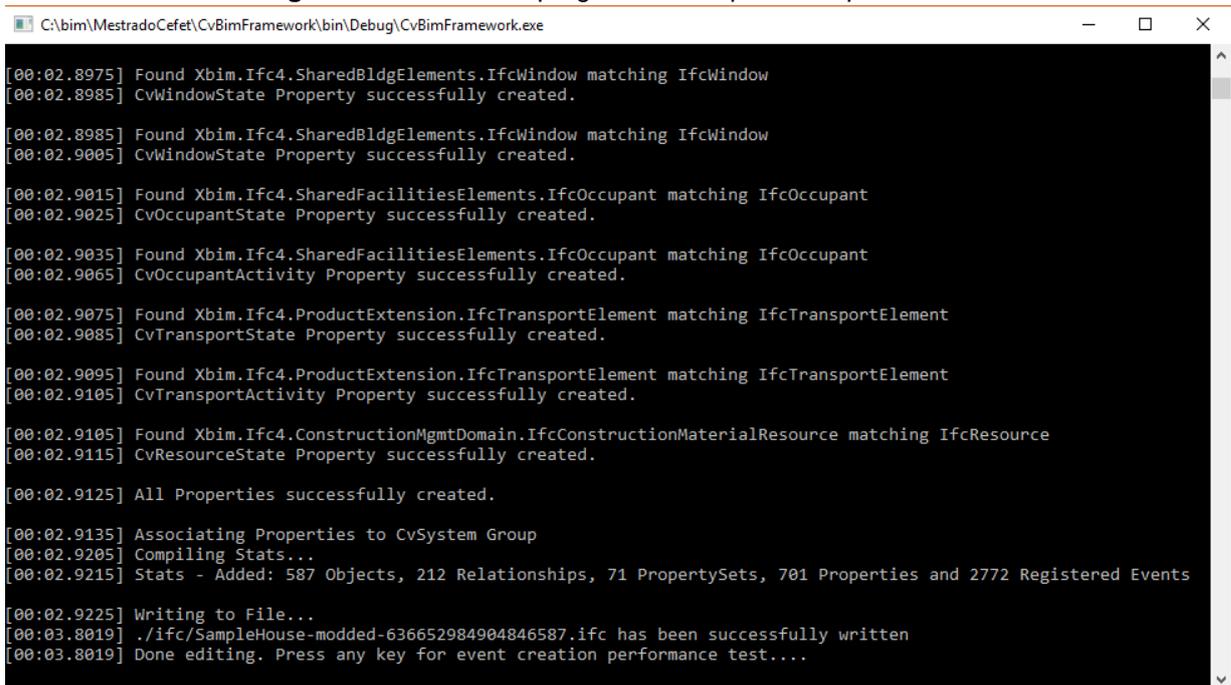
```

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Seguindo a implementação proposta, cada propriedade é vinculada a um elemento *IfcPerformanceHistory* e a continuação o programa registra um evento *IfcEvent* para cada propriedade gerada (isto é feito como um caso extremo, pois em funcionamento numa facilidade, os operadores definiriam regras para filtrar os eventos registrados de forma que apenas sejam registrados os relevantes para a operação da facilidade).

A Figura 45 apresenta a rodada do programa no arquivo *Sample House*, resultando na criação de 587 objetos, 212 relações, 71 *PropertySets*, 701 Propriedades e 2.772 eventos registrados.

Figura 45- Rodada do programa no arquivo *Sample House*.

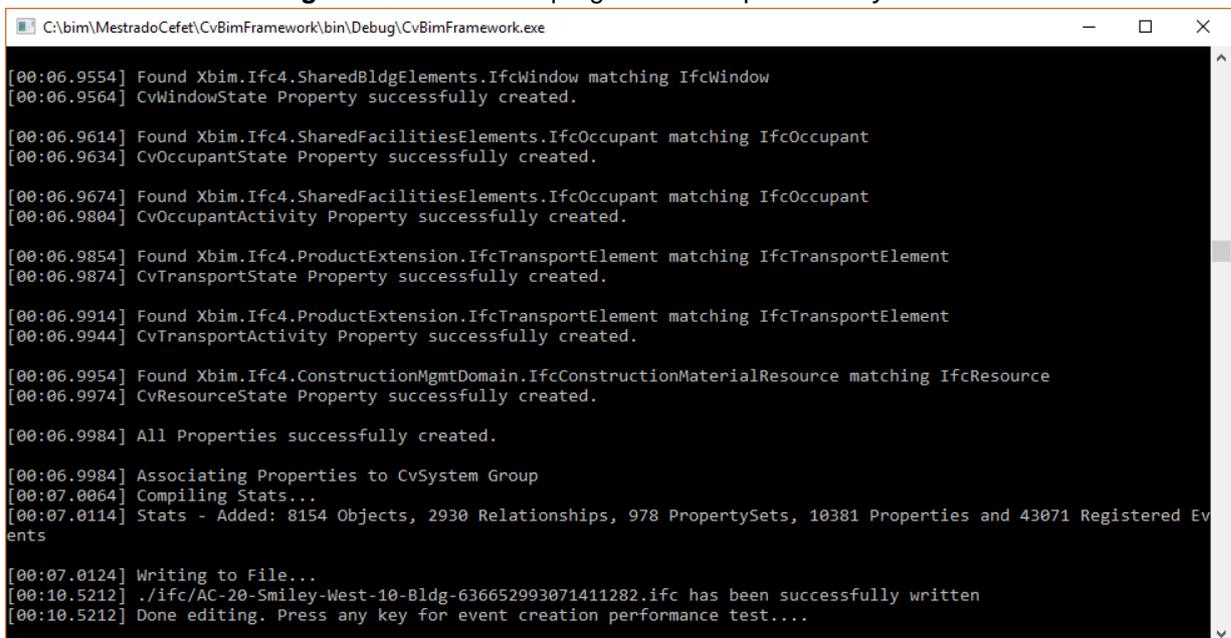


```
C:\bim\MestradoCefet\CvBimFramework\bin\Debug\CvBimFramework.exe
[00:02.8975] Found Xbim.If4.SharedBldgElements.If4Window matching IfcWindow
[00:02.8985] CvWindowState Property successfully created.
[00:02.8985] Found Xbim.If4.SharedBldgElements.If4Window matching IfcWindow
[00:02.9005] CvWindowState Property successfully created.
[00:02.9015] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.If4Occupant matching IfcOccupant
[00:02.9025] CvOccupantState Property successfully created.
[00:02.9035] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.If4Occupant matching IfcOccupant
[00:02.9065] CvOccupantActivity Property successfully created.
[00:02.9075] Found Xbim.If4.ProductExtension.If4TransportElement matching IfcTransportElement
[00:02.9085] CvTransportState Property successfully created.
[00:02.9095] Found Xbim.If4.ProductExtension.If4TransportElement matching IfcTransportElement
[00:02.9105] CvTransportActivity Property successfully created.
[00:02.9105] Found Xbim.If4.ConstructionMgmtDomain.If4ConstructionMaterialResource matching IfcResource
[00:02.9115] CvResourceState Property successfully created.
[00:02.9125] All Properties successfully created.
[00:02.9135] Associating Properties to CvSystem Group
[00:02.9205] Compiling Stats...
[00:02.9215] Stats - Added: 587 Objects, 212 Relationships, 71 PropertySets, 701 Properties and 2772 Registered Events
[00:02.9225] Writing to File...
[00:03.8019] ./ifc/SampleHouse-modded-636652984904846587.ifc has been successfully written
[00:03.8019] Done editing. Press any key for event creation performance test...
```

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A Figura 46 apresenta a rodada do programa no arquivo *Smiley West*, resultando na criação de 8.154 objetos, 2.930 relações, 897 *PropertySets*, 10.381 Propriedades e 43.071 eventos registrados.

Figura 46- Rodada do programa no arquivo *Smiley West*.



```
C:\bim\MestradoCefet\CvBimFramework\bin\Debug\CvBimFramework.exe
[00:06.9554] Found Xbim.If4.SharedBldgElements.If4Window matching IfcWindow
[00:06.9564] CvWindowState Property successfully created.
[00:06.9614] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.If4Occupant matching IfcOccupant
[00:06.9634] CvOccupantState Property successfully created.
[00:06.9674] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.If4Occupant matching IfcOccupant
[00:06.9804] CvOccupantActivity Property successfully created.
[00:06.9854] Found Xbim.If4.ProductExtension.If4TransportElement matching IfcTransportElement
[00:06.9874] CvTransportState Property successfully created.
[00:06.9914] Found Xbim.If4.ProductExtension.If4TransportElement matching IfcTransportElement
[00:06.9944] CvTransportActivity Property successfully created.
[00:06.9954] Found Xbim.If4.ConstructionMgmtDomain.If4ConstructionMaterialResource matching IfcResource
[00:06.9974] CvResourceState Property successfully created.
[00:06.9984] All Properties successfully created.
[00:06.9984] Associating Properties to CvSystem Group
[00:07.0064] Compiling Stats...
[00:07.0114] Stats - Added: 8154 Objects, 2930 Relationships, 978 PropertySets, 10381 Properties and 43071 Registered Events
[00:07.0124] Writing to File...
[00:10.5212] ./ifc/AC-20-Smiley-West-10-Bldg-636652993071411282.ifc has been successfully written
[00:10.5212] Done editing. Press any key for event creation performance test...
```

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A Figura 47 apresenta a rodada do programa no arquivo *Phantasy Office Building*, resultando na criação de 4.283 objetos, 1.607 relações, 537 *PropertySets*, 4.833 Propriedades e 19.369 eventos registrados.

Figura 47- Rodada do programa no arquivo *Phantasy Office Building*.

```

C:\bim\MestradoCefet\CvBimFramework\bin\Debug\CvBimFramework.exe
[00:06.4165] Found Xbim.If4.SharedBldgElements.IfWindow matching IfcWindow
[00:06.4185] CvWindowState Property successfully created.

[00:06.4205] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.IfOccupant matching IfcOccupant
[00:06.4225] CvOccupantState Property successfully created.

[00:06.4245] Found Xbim.If4.SharedFacilitiesElements.IfOccupant matching IfcOccupant
[00:06.4255] CvOccupantActivity Property successfully created.

[00:06.4295] Found Xbim.If4.ProductExtension.IfTransportElement matching IfcTransportElement
[00:06.4305] CvTransportState Property successfully created.

[00:06.4325] Found Xbim.If4.ProductExtension.IfTransportElement matching IfcTransportElement
[00:06.4345] CvTransportActivity Property successfully created.

[00:06.4345] Found Xbim.If4.ConstructionMgmtDomain.IfConstructionMaterialResource matching IfcResource
[00:06.4375] CvResourceState Property successfully created.

[00:06.4385] All Properties successfully created.

[00:06.4385] Associating Properties to CvSystem Group
[00:06.4455] Compiling Stats...
[00:06.4515] Stats - Added: 4283 Objects, 1607 Relationships, 537 PropertySets, 4833 Properties and 19369 Registered Events

[00:06.4525] Writing to File...
[00:09.7815] ./ifc/AC20-Institute-Var-2-636652993762323741.ifc has been successfully written
[00:09.7815] Done editing. Press any key for event creation performance test...
    
```

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Após o tratamento com o programa os tamanhos dos arquivos mudaram segundo a Tabela 52:

Tabela 52- Comparativo tamanho dos arquivos original e modificado.

Arquivo	Tamanho Original	Tamanho Modificado	Aumento (%)
Sample House	2,273KB	2,997KB	31.85%
Smiley West	5,967KB	16,229KB	171.97%
Phantasy Office Building	10,678KB	15,065KB	41.08%

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Embora *Smiley West* tem um menor tamanho de arquivo inicial (5,967KB) e representa uma edificação de menor envergadura quando comparada com o *Phantasy Office Building* (10,678KB), o *Smiley West* apresenta um maior nível de detalhamento e um maior número de objetos, produzindo assim o dobro de elementos do que o *Phantasy Office Building*, indicando uma relação diretamente proporcional entre a quantidade de eventos detectáveis e a complexidade do modelo, o que sugere a existência um nível de detalhamento ótimo para ser de utilidade na implementação de um sistema de VC em BIM para GF, no qual seja possível equilibrar o nível de detalhamento e exatidão dos eventos detectados vs. a capacidade de desempenho do sistema necessário para suportar a implementação.

A totalidade do código fonte do programa desenvolvido se encontra no Apêndice P.

4.5.2.2. Medição de Performance para aplicação em Tempo Real.

Nas entrevistas ficou evidente que os profissionais da GF têm interesse em acessar dados do estado real da facilidade em tempo real, para verificar se o sistema proposto atende esta necessidade foi desenhado um teste de performance, o qual registra ocorrências de eventos e adiciona as mudanças do estado nas propriedades dos elementos no modelo da facilidade.

O teste consiste em navegar o modelo e selecionar elementos emulando o comportamento que teria um sistema de produção desde a detecção da ocorrência de um evento de VC no *IfcController*, criando um *IfcEvent* e navegando por *IfcPerformanceHistory*, *IfcPropertySet*, *IfcPropertyReferenceValue*, *IfcIrregularTimeSeries*, até o *IfcIrregularTimeSeriesValue* onde se registram as ocorrências dos eventos. Esta sequência se repete 20 vezes em blocos de 50.000 eventos cada para totalizar o registro de 1 milhão de eventos para cada um dos arquivos *Sample House*, *Smiley West* e *Phantasy Office Building* após a população inicial das suas propriedades com os eventos de VC. Vale a pena destacar que uma facilidade teria a opção de descartar os *IfcEvent* irrelevantes, mantendo apenas os eventos como histórico das propriedades dos elementos.

Este teste sintético representa um caso extremo devido a que um sistema em produção teria informação da câmera onde foi detectado o evento e chegaria de forma mais direta ao elemento que deve ser modificado sem percorrer o modelo completo como neste teste. O teste foi rodado em um notebook com processador *Intel i7-2630QM @ 2.00 GHz*, com 8 GB RAM rodando *Windows 10*, desde um SSD. O programa carrega um modelo em memória RAM para rodar o teste da forma mais eficiente possível embora o notebook não represente a capacidade de um servidor desenhado com o propósito de rodar um sistema deste tipo.

A Figura 48 mostra o fim da rodada do teste no arquivo *Sample House* ao concluir 1 milhão de eventos registrados.

Figura 48- Fim da rodada do teste no arquivo *Sample House*.

```

C:\bim\MestradoCefet\CvBimFramework\bin\Debug\CvBimFramework.exe
[04:53.0677] Press any key to run test again. Press ESC key to write to new file...

[05:10.6127] Working...
[05:10.9085] 00:00:00 elapsed | 17301.04 events/s | Added 5000 events | ETA: 0.04m
[05:11.2263] 00:00:00 elapsed | 16501.65 events/s | Added 10000 events | ETA: 0.04m
[05:11.4892] 00:00:00 elapsed | 17261.22 events/s | Added 15000 events | ETA: 0.03m
[05:11.7650] 00:00:01 elapsed | 17482.52 events/s | Added 20000 events | ETA: 0.03m
[05:12.0328] 00:00:01 elapsed | 17705.38 events/s | Added 25000 events | ETA: 0.02m
[05:12.3357] 00:00:01 elapsed | 17492.71 events/s | Added 30000 events | ETA: 0.02m
[05:12.6245] 00:00:02 elapsed | 17465.07 events/s | Added 35000 events | ETA: 0.01m
[05:12.9383] 00:00:02 elapsed | 17263.70 events/s | Added 40000 events | ETA: 0.01m
[05:13.2031] 00:00:02 elapsed | 17428.35 events/s | Added 45000 events | ETA: 0.00m
[05:13.4710] 00:00:02 elapsed | 17550.02 events/s | Added 50000 events | ETA: 0.00m
[05:13.4710] 50003 Events Added. Time elapsed: 00:00:02.8514861
[05:13.5459] Stats - Added: 950057 Objects, 0 Relationships, 0 PropertySets, 0 Properties and 50000 Registered Events

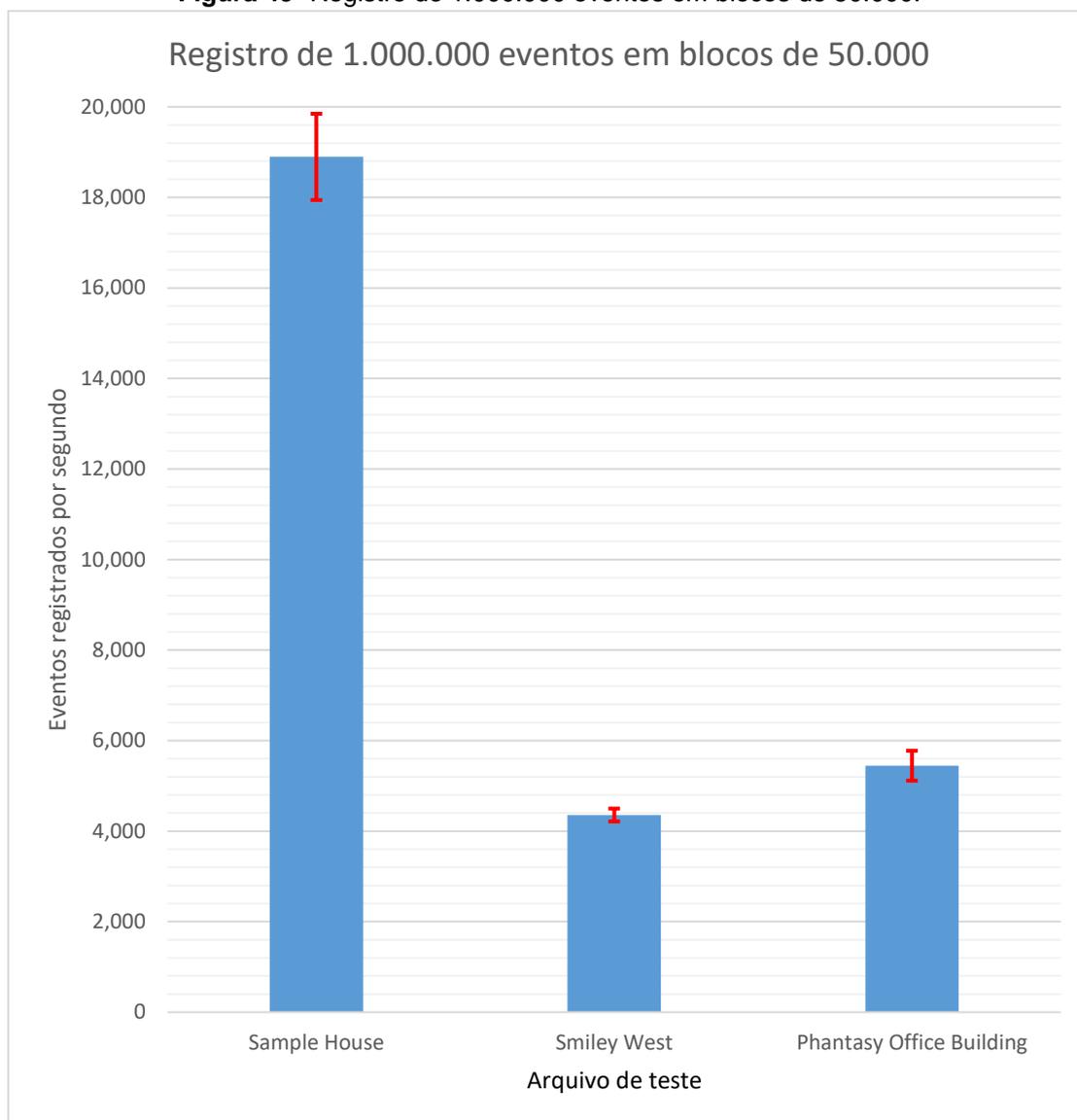
[05:13.5479] Press any key to run test again. Press ESC key to write to new file...

[05:25.1727] Working...
[05:25.5354] 00:00:00 elapsed | 14124.29 events/s | Added 5000 events | ETA: 0.05m
[05:25.8133] 00:00:00 elapsed | 15822.78 events/s | Added 10000 events | ETA: 0.04m
[05:26.1770] 00:00:00 elapsed | 15060.24 events/s | Added 15000 events | ETA: 0.04m
[05:26.4379] 00:00:01 elapsed | 15923.57 events/s | Added 20000 events | ETA: 0.03m
[05:26.7067] 00:00:01 elapsed | 16393.44 events/s | Added 25000 events | ETA: 0.03m
[05:26.9676] 00:00:01 elapsed | 16806.72 events/s | Added 30000 events | ETA: 0.02m
[05:27.2264] 00:00:02 elapsed | 17123.29 events/s | Added 35000 events | ETA: 0.01m
[05:27.4842] 00:00:02 elapsed | 17376.19 events/s | Added 40000 events | ETA: 0.01m
[05:27.7771] 00:00:02 elapsed | 17347.73 events/s | Added 45000 events | ETA: 0.00m
[05:28.0519] 00:00:02 elapsed | 17427.68 events/s | Added 50000 events | ETA: 0.00m
[05:28.0529] 50003 Events Added. Time elapsed: 00:00:02.8719099
[05:28.1308] Stats - Added: 1000060 Objects, 0 Relationships, 0 PropertySets, 0 Properties and 50000 Registered Events
    
```

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A Figura 49 apresenta o resultado da rodada do milhão de eventos em cada arquivo com o desvio padrão dos blocos de 50.000 eventos. Se consegue observar que no *Sample House*, a velocidade de registro de eventos foi mais de 3 vezes superior à velocidade do *Smiley West* e *Phantasy Office Building*. O *Smiley West* teve a menor velocidade dos três, estes resultados, de forma similar aos anteriores, indicam que existe uma relação entre o nível de complexidade do modelo e a performance do sistema para rodar os testes, isto também sugere que pode existir um nível de detalhamento ótimo entre detalhamento e performance.

Figura 49- Registro de 1.000.000 eventos em blocos de 50.000.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

4.5.3. Compatibilidade

Com o propósito de verificar se o sistema proposto e os arquivos produzidos por ele atendem o requerimento de interoperabilidade foram realizados testes de compatibilidade para validar que os arquivos contendo as propriedades e eventos de VC fossem utilizáveis em outros softwares de colaboração e edição de IFC e BIM.

4.5.3.1. *Softwares* populares.

A Tabela 53 apresenta os resultados do teste de compatibilidade realizado na maior quantidade de *softwares* populares que foi possível obter para o estudo. É possível apreciar que a maioria deles não suporta a apresentação ou fornece acesso a todos os tipos de elementos necessários para implementar o sistema de VC aqui proposto, mesmo quando todos os que conseguem abrir os arquivos validam corretamente a informação contida neles. Inclusive, os três *softwares* que não conseguem abrir os arquivos, não geram nenhum erro com o qual se possa identificar por que não foi possível abrir o arquivo. Isto quando todos os *softwares* dizem suportar o formato IFC4, sendo que todos os elementos propostos pelo sistema fazem parte deste padrão. Cabe destacar que os dois *softwares* que conseguiram abrir os arquivos, apresentar e fornecer acesso aos elementos do sistema de VC proposto são *softwares* de código livre e apresentam uma comunidade muito ativa de usuários e desenvolvedores que, constantemente trabalham para atualizá-los e mantê-los como é evidenciado pela atividade no *github* de cada um.

Tabela 53- Resultados do teste de compatibilidade.

Empresa	Nome	Versão	Leitura do arquivo	Custom Property Set	IfcProperty-ReferenceValue	IfcIrregular-TimeSeries	IfcIrregularTime-SeriesValues	IfcOccupant	IfcTransport-Element	IfcGroup	IfcPerformance-History	IfcController	IfcSensor	IfcEvent
Autodesk	Navisworks Manage	2019	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Autodesk	BIM360	online	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Autodesk	Autodesk Viewer	online	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Autodesk	Revit	2019	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Tekla	BIMsight	1.9.9	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Solibri	Solibri Model Viewer	9.8.30	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Nemetschek AG	Alpian	2018	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Nemetschek AG	Bimplus	online	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Nemetschek AG	Nemetschek IFC Viewer	v1.0	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
RDF Ltd.	IFC Viewer	v1.01	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Karlsruhe Institute for Technology	FZK Viewer	4.6	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
IfcWebServer.org	BIM Viewer	online	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
IfcWebServer.org	List View, Tree View	online	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
BIMData.io	BIMData	online	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Areddo	Areddo	3.2	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Xbim	WebUI	4.0.29	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Xbim	WindowsUI	4.0.29	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
bimserver.org	bimview.ws	1.5.101	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Fonte: Produzida pelo autor (2018).

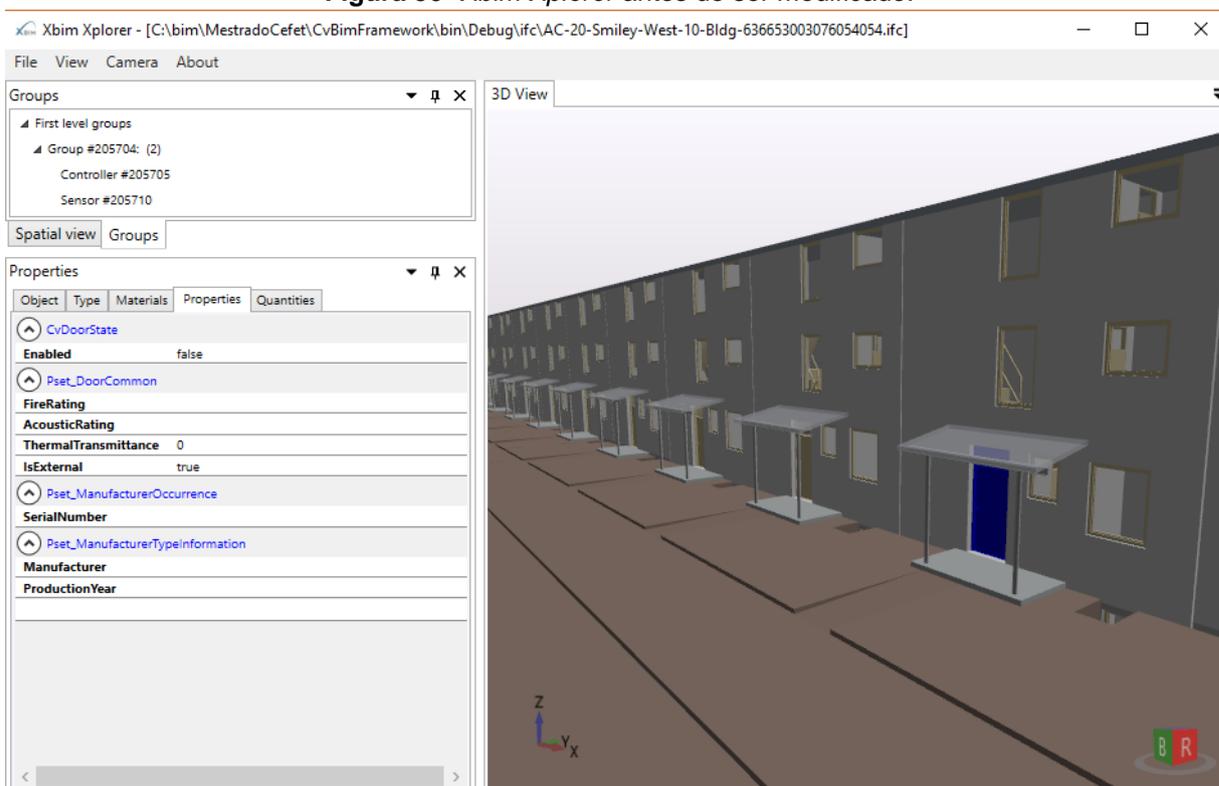
4.5.3.2. Exposição da propriedade `IfcPropertyReferenceValue`.

Os dois softwares que forneceram acesso a todos os elementos do sistema proposto, permitiram fazê-lo através de um sistema que possibilita a navegação da estrutura do arquivo de forma independente do tipo de elemento e apenas obedecendo as regras do formato sobre como estabelecer as relações entre um elemento e outro. Porém, nas interfaces para navegar as propriedades dos elementos nenhum deles suporta apresentar os elementos referenciados pelo `IfcPropertyReferenceValue`, que no caso do sistema proposto impossibilita a visualização direta das propriedades históricas de tipo `IfcIrregularTimeSeries` nos painéis de propriedades.

Aproveitando que estes softwares são de código aberto, e que possuem o mecanismo para acessar aos elementos requeridos, realizou-se uma modificação simples destes softwares para visualizar as propriedades históricas referidas pelo `IfcIrregularTimeSeries`. As modificações realizadas foram submetidas nos `github` respectivos para a inclusão em atualizações futuras.

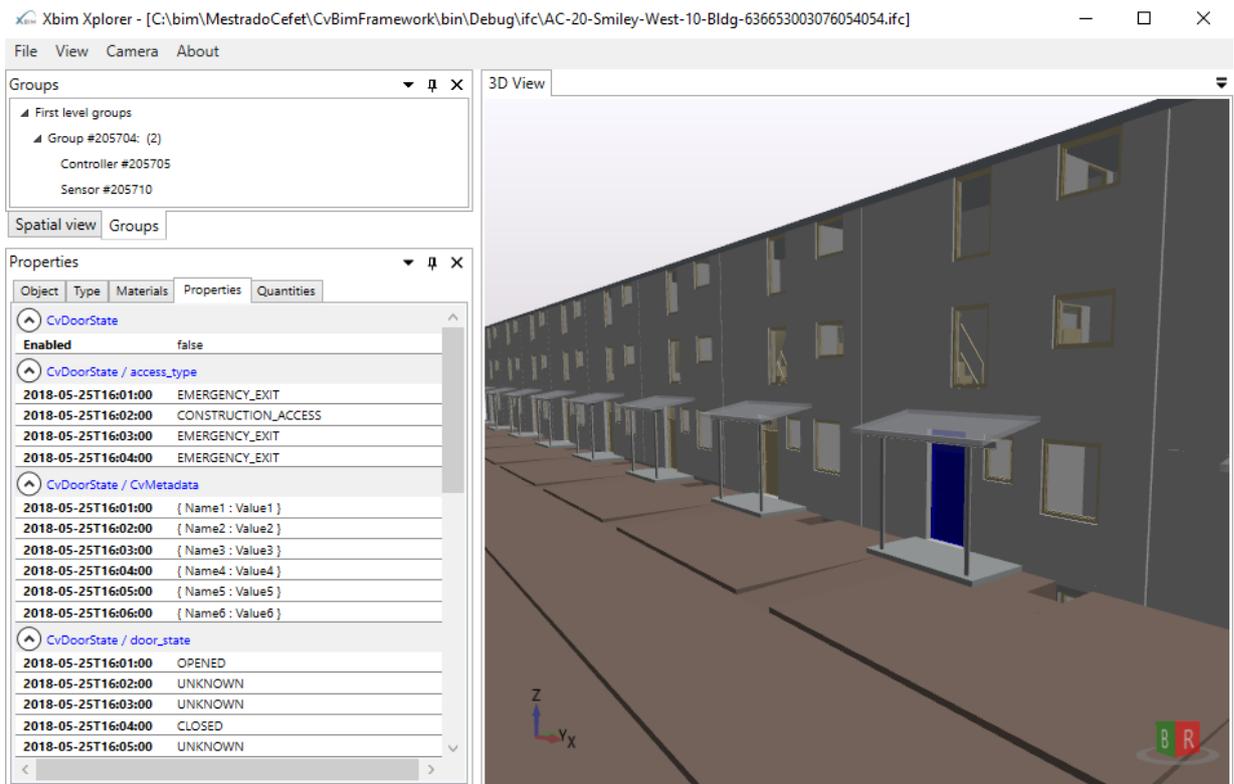
As figuras 50 e 51 representam o antes e depois da modificação do software `Xbim Explorer` mostrando o arquivo `Smiley West`, onde se pode apreciar que antes da modificação, o grupo de propriedades `CvDoorState` apenas mostra a propriedade `Enabled` que é de tipo `IfcPropertySingleValue`, e depois da modificação o grupo de propriedades `CvDoorState` mostra todas as propriedades históricas do tipo `IfcIrregularTimeSeries` além da propriedade `Enabled`.

Figura 50- `Xbim Explorer` antes de ser modificado.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

Figura 51- Xbim Xplorer modificado.



Fonte: Produzida pelo autor (2018).

A modificação deste *software* permite apreciar uma das formas na que seria possível visualizar a informação histórica dos eventos nos elementos em uma interface gráfica.

5. Conclusões

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a VC como ferramenta de captação de dados para alimentar um sistema de GF em tempo real baseado em BIM. Visando alcançar este objetivo geral, foi aplicada uma metodologia desenvolvida por Wetzel e Thabet (2016), para elaborar arcabouços conceituais de segurança física dentro da GF com a utilização do BIM. Esta metodologia baseada no DMADV do *Six Sigma* permitiu capturar os dados necessários para definir, por meio de revisão bibliográfica, análises de reportes de inspeção e entrevistas de coleta de dados, eventos de VC que são de interesse para a GF. Em uma subsequente etapa de medição, foi validado que os eventos coletados são realmente úteis e que existe o potencial de grandes vantagens. Permitiram acesso a uma representação em tempo real do estado da facilidade, provendo por exemplo, a possibilidade de evitar processos legais contra a instituição ao ter uma forma imediata de saber se houve alguma mudança física no espaço que possa causar acidentes aos usuários da facilidade, como obstrução de corredores de circulação, obstrução e/ou abertura de portas ou saídas de emergência. Outra possibilidade de benefício destacada seria monitorar as rotinas do pessoal de segurança em tempo real de forma automatizada. Foi indicado que um sistema automatizado dessa natureza pode facilitar tarefas que não são realizadas com a frequência que deveriam, devido à falta de pessoal para executá-las. Um sistema que alarme pontualmente sobre eventos, como por exemplo, alterações ao plano de paisagismo, ou falha em algum equipamento que precise de inspeção visual (como lâmpadas ou a ativação de alarmes visuais), ou mesmo a detecção de fogo, poderia resultar em um uso otimizado do pessoal disponível focando-o para atender às alertas produzidas pelo sistema. Um outro atrativo é complementar áreas nas quais sistemas de sensoriamento existentes não resultam ótimos para as necessidades atuais das facilidades, por exemplo, o controle do consumo energético ligando ou desligando luzes de forma granular segundo os padrões de iluminação e sombras detectados. A coleta de dados estatísticos de uso do espaço e os padrões de circulação associados também foram indicados como fonte de dados de utilidade para a gestão da área bruta locável.

Produto das etapas Definir e Medir da metodologia aplicada, foram obtidos 177 eventos de VC os quais foram classificados de acordo com o caso de uso, a sua natureza (evento de detecção direta e evento derivado) e os dados que seriam necessários para a sua correta contextualização e integração ao BIM. Como o método requer que o entrevistado seja experiente, e tipicamente será o encarregado de departamento, geralmente estas pessoas terão pouca disponibilidade de tempo para fazer as várias rodadas de entrevistas, que por serem exploratórias, podem ultrapassar o tempo previsto de 60 minutos. No caso desta pesquisa, demorou até 2 horas, por isto, talvez não seja o ideal para aplicar a um grande

número de entrevistados no tempo típico de realização de um mestrado, limitando a relevância estatística dos resultados.

Posteriormente na etapa Analisar, foi estudada a relação entre os eventos e a forma na qual estes poderiam ser implementados em um sistema de VC em BIM para GF, dando lugar a execução da etapa *Design*, na qual foi desenvolvido o arcabouço conceitual consistindo em um modelo UML representando os elementos requeridos e a inter-relação entre eles que seria necessária para o funcionamento do sistema de VC de acordo com os lineamentos do formato IFC de implementação de BIM. A segunda parte do arcabouço conceitual foi a produção de tabelas de mapeamento que traduziram os 177 eventos anteriormente identificados a 64 propriedades IFC representando 136 eventos distintos registráveis e aplicáveis a 8 tipos de elementos nativos do formato IFC.

Na etapa Verificar se confirmou que o arcabouço conceitual de sistema de VC em BIM para a GF em tempo real é realmente factível de implementar da forma na qual foi proposto. Para isto, as 64 propriedades foram implementadas no formato psdXML para intercâmbio de propriedades. Foi desenvolvido um programa para fazer a leitura destes arquivos e preencher os dados em 3 arquivos IFC de livre acesso com as propriedades e elementos de suporte do sistema de VC segundo o arcabouço proposto. O mesmo programa incluiu testes de performance para verificar a capacidade de o sistema proposto ser utilizado em aplicações em tempo real. Finalmente, se verificou a validade dos arquivos modificados com as propriedades de VC, conferindo a compatibilidade dos mesmos com os *softwares* de colaboração mais populares e de livre acesso, incluindo a modificação de dois *softwares* de código aberto para exemplificar uma forma de visualização dos eventos de VC registrados.

A utilização dos formatos padrões UML, psdXML e IFC obedeceu ao objetivo de atender à necessidade de acessibilidade. A identificação, categorização e estruturação dos 136 eventos de VC resultantes obedeceu ao objetivo de identificar eventos de VC associados e contextualizados dentro das diferentes áreas ou disciplinas envolvidas na GF. Os objetivos de atender à necessidade de integração e interoperabilidade foi alcançado através dos testes de compatibilidade realizados. O objetivo de atender a necessidade de visualização foi alcançado através da modificação dos dois *softwares* de código aberto para facilitar a visualização dos dados de VC. Os testes de performance foram realizados com o objetivo de verificar a possibilidade do sistema proposto de capturar e disponibilizar informação em tempo real, os resultados destes testes sugerem a existência de uma relação inversamente proporcional entre o nível de complexidade do modelo e a performance do sistema, isto é um tema que pode resultar de grande interesse para estudos futuros. Ao todo, a aplicação da metodologia baseada no DMADV resultou no desenvolvimento de um arcabouço conceitual para a

aplicação da VC em BIM para a GF em tempo real verificado com a possibilidade de geração de patente.

A metodologia aplicada permitiu desenvolver o arcabouço conceitual com a ótica de uma eventual implementação na indústria, além do interesse acadêmico da pesquisa, e favoreceu a realização das etapas de *Design* e Verificação de forma rigorosa fazendo que fosse possível avaliar a viabilidade do sistema com um ponto de vista mais prático. Deste processo, foi possível concluir que o formato IFC, assim como os formatos de suporte a este, fornecem da forma mais básica, a possibilidade de implementar um sistema de VC em BIM para a GF em tempo real, porém, existem carências que impedem a implementação da forma idônea. Por exemplo, foi identificada a falta de elementos de relacionamento que permitam uma relação semântica entre elementos de um sistema extensivo como o de VC, que contém partes do sistema que são tipos de elementos diferentes e não possuem elementos de relação semântica em comum definidos no formato IFC. Também foi necessário alterar a definição do formato psdXML para poder definir sem ambiguidade os tipos de valores que as propriedades com dados históricos devem aceitar (*IfcRegularTimeSeries* e *IfcIrregularTimeSeries*). A tendência na debilidade de suportar dados históricos é evidenciada também nos testes de compatibilidade sendo que nenhum dos principais softwares de BIM suportaram completamente estes dados. Também não foi possível identificar nenhum exemplo ou caso de estudo que fizesse uso destes elementos que fazem parte do formato IFC desde a versão 4 do ano 2013. Isto poderia ser explicado pela ainda fraca ou quase inexistente utilização do BIM para a gestão de facilidades.

Um dos resultados de destaque desta pesquisa foi obtido através das entrevistas de validação, e diz respeito à utilidade no monitoramento das obras no âmbito de gestão de projetos de construção através de VC, único aspecto sobre o qual os entrevistados tiveram reservas sobre sua utilidade. No entanto, é interessante registrar que toda a literatura identificada neste estudo, sobre o uso de VC com BIM, abrange apenas a Gestão de Projetos de Construção.

Por ser este trabalho um dos primeiros focados a preencher esta lacuna no conhecimento científico, espera-se assim que seja impulsionador de futuras pesquisas na área.

6. Sugestões para trabalhos futuros

Como produto das conclusões e aprendizagens deste trabalho podem ser apontadas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

- Simplificar o questionário do Apêndice A para diminuir o tempo necessário para aplicar efetivamente a funcionários que tem limitações consideráveis no tempo disponível para serem entrevistados. Potencialmente facilitando a aplicação a um número maior de entrevistados.
- Continuar os estudos de desempenho para verificar a existência de um ponto de equilíbrio entre a complexidade dos modelos e o desempenho para uso em tempo real.
- Continuar as pesquisas focadas na utilização da VC baseada em BIM para GF, identificando as diferenças com os casos de uso na gestão de projetos de construção.

Referências

- ADÁN, A.; HUBER, D. Reconstruction of wall surfaces under occlusion and clutter in 3D indoor environments. **Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA CMU-RI-TR-10-12**, 2010.
- ANIL, E. B. et al. Deviation analysis method for the assessment of the quality of the as-is Building Information Models generated from point cloud data. **Automation in Construction**, v. 35, p. 507-516, 2013. ISSN 0926-5805.
- ASPUREZ, V.; LEWIS, P. Case study 3: USC school of cinematic arts. **BIM for Facility Managers, Wiley, Hoboken, NJ**, p. 185-232, 2013.
- AUTODESK. Navisworks Freedom | Download do visualizador 3D gratuito | Autodesk. 2017a. Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/autodesk-navisworks-freedom> >.
- _____. Navisworks | Software de análise de projetos | Autodesk. 2017b. Disponível em: < <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks/overview> >.
- _____. Revit Architecture | Revit Family | Autodesk. 2017c. Disponível em: < <https://www.autodesk.com/products/revit-family/architecture> >.
- BAE, H.; GOLPARVAR-FARD, M.; WHITE, J. High-precision vision-based mobile augmented reality system for context-aware architectural, engineering, construction and facility management (AEC/FM) applications. **Visualization in Engineering**, v. 1, n. 1, p. 3, 2013. ISSN 2213-7459.
- BALSTERS, H. Modelling database views with derived classes in the UML/OCL-framework. «**UML**» **2003-The Unified Modeling Language. Modeling Languages and Applications**, p. 295-309, 2003.
- BANAWI, A. A. **Improving construction processes by integrating lean, green, and six-sigma**. 2013. University of Pittsburgh
- BECERIK-GERBER, B. et al. Application areas and data requirements for BIM-enabled facilities management. **Journal of construction engineering and management**, v. 138, n. 3, p. 431-442, 2011. ISSN 0733-9364.
- BEN-ABDALLAH, H. et al. A UML based Framework Design Method. **Journal of Object Technology**, v. 3, n. 8, p. 97-120, 2004.
- BHATLA, A. et al. Evaluation of accuracy of as-built 3D modeling from photos taken by handheld digital cameras. **Automation in construction**, v. 28, p. 116-127, 2012. ISSN 0926-5805.
- BIFM. British Institute for Facilities Management - Facilities Management Glossary. 2017. Disponível em: < <http://www.bifm.org.uk/bifm/knowledge/Glossary> >.
- BIMSERVER. Open source BIMserver. 2017. Disponível em: < <http://bimserver.org/> >.
- BLACKWELL, B. Industrial strategy: government and industry in partnership. **Building Information Modelling**, 2015.
- BOOTY, F. **Facilities management handbook**. Routledge, 2009. ISBN 0750689773.
- BOSCHE, F. N.; HAAS, C. T. Automated retrieval of project three-dimensional CAD objects in range point clouds to support automated dimensional QA/QC. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 13, n. 6, p. 71-85, 2008.
- BRAMBERGER, M. et al. Distributed embedded smart cameras for surveillance applications. **computer**, v. 39, n. 2, p. 68-75, 2006. ISSN 0018-9162.

- BRIEF, S. BIM Advancements No. 1, 2016. **Dodge Data & Analytics**, p. 5, 2016.
- CHEN, C.-H. **Handbook of pattern recognition and computer vision**. World Scientific, 2015. ISBN 9814656542.
- CHI, H.-L.; KANG, S.-C.; WANG, X. Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction. **Automation in construction**, v. 33, p. 116-122, 2013. ISSN 0926-5805.
- CLEMEN, C.; GRUENDIG, L. 3D building information efficiently acquired and managed. **Proceedings of the FIG Comissions**, v. 5, n. 6, 2009.
- CONSTRUCTION, M. H. SmartMarket report: the business value of BIM. Getting Building Information Modelling to the Bottom Line. **Retrieved from McGraw-Hill Construction website:** <http://analyticsstore.construction.com/smartmarket-reports/GlobalBIMSMR14.html>, 2009.
- _____. The business value of BIM in Europe: Getting building information modelling to the bottom line the united kingdom, France and Germany. **Smart Market Report**, 2010.
- _____. The business value of BIM for infrastructure: Addressing America's infrastructure challenges with collaboration and technology SmartMarket report. **Bedford, MA: McGraw-Hill Construction**, 2012.
- _____. Smart market report: The business value of BIM for infrastructure 2017. **Bedford, MA: McGraw -Hill Construction**, 2017.
- COUNCIL, N. R. **Core competencies for federal facilities asset management through 2020: transformational strategies**. National Academies Press, 2008. ISBN 0309114004.
- COUNTBOX. CountBox. 2017. Disponível em: < <http://countbox.us> >. Acesso em: 2017-10-20.
- CUEVAS, E.; ZALDIVAR, D.; ROJAS, R. Computer vision using MatLAB and the toolbox of image processing. 2005.
- DEIGHTON, J. A.; RIZLEY, R.; KEANE, S. Research Priorities of the Marketing Science Institute, 2012–2014. 2012.
- DIMITROV, A.; GOLPARVAR-FARD, M. Vision-based material recognition for automated monitoring of construction progress and generating building information modeling from unordered site image collections. **Advanced Engineering Informatics**, v. 28, n. 1, p. 37-49, 2014. ISSN 1474-0346.
- DOTY, S.; TURNER, W. C. **Energy management handbook**. CRC Press, 2004. ISBN 0824748123.
- EADIE, R. et al. BIM implementation throughout the UK construction project lifecycle: An analysis. **Automation in Construction**, v. 36, p. 145-151, 2013. ISSN 0926-5805.
- EAST, W. E.; BRODT, W. BIM for construction handover. **Journal of Building Information Modeling**, v. 2007, p. 28-35, 2007.
- EASTMAN, C. M. et al. **BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. John Wiley & Sons, 2011. ISBN 0470541377.
- EL-OMARI, S.; MOSELHI, O. Integrating automated data acquisition technologies for progress reporting of construction projects. **Automation in construction**, v. 20, n. 6, p. 699-705, 2011. ISSN 0926-5805.
- EPA. Greening EPA Glossary. 2017. Disponível em: < https://iaspub.epa.gov/sor_internet/registry/termreg/searchandretrieve/glossariesandkeywordlists/search.do?details=&vocabName=Greening%20EPA%20Glossary >.

ERGEN, E.; AKINCI, B.; SACKS, R. Life-cycle data management of engineered-to-order components using radio frequency identification. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 4, p. 356-366, 2007. ISSN 1474-0346.

FERREIRA, R. C. et al. Modelagem sistêmica de projetos de AEC em UML. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 2, n. 2, p. 52-67, 2007. ISSN 1981-1543.

FIESP. **11vo ConstruBusiness – Congresso Brasileiro da Construção: Antecipando o Futuro**. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – Fiesp. São Paulo. 2015

_____. **Investimento na Construção Cai 7,6% em 2015 e Faz Setor Perder Participação no PIB Brasileiro, Mostra Pesquisa da FIESP**, 2016. Disponível em: < <http://www.fiesp.com.br/observatoriodaconstrucao/noticias/investimento-na-construcao-cai-76-em-2015-e-faz-setor-perder-participacao-no-pib-brasileiro-mostra-pesquisa-da-fiesp/> >. Acesso em: Nov. 2016.

FONTOURA, M.; PREE, W.; RUMPE, B. **The UML profile for framework architectures**. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., 2000. ISBN 0201675188.

FOXSTREAM. FoxStream | Intelligence Video - Software Intelligence Video. 2017. Disponível em: < <http://www.foxstream.us.com> >. Acesso em: 2017-10-20.

GALLAHER, M. P. et al. Cost analysis of inadequate interoperability in the US capital facilities industry. **National Institute of Standards and Technology (NIST)**, 2004.

GNANAREDNAM, M.; JAYASENA, H. S. Ability of BIM to satisfy CAFM information requirements. The Second World Construction Symposium, 2013.

GOLPARVAR-FARD, M. et al. Evaluation of image-based modeling and laser scanning accuracy for emerging automated performance monitoring techniques. **Automation in Construction**, v. 20, n. 8, p. 1143-1155, 2011. ISSN 0926-5805.

GROUP, B. I. W. Strategy Paper for the Government Construction Client Group. **Her majesty's Government, UK2011**, 2011.

GROUP, B. T. **BIM FAQs**, 2016. Disponível em: < <http://www.bimtaskgroup.org/bim-faqs/> >. Acesso em: 25 Jun. 2016.

GRZYBEK, H.; GULLIVER, S. R.; HUANG, Z. Inclusion of Temporal Databases with Industry Foundation Classes-A Basis for Adaptable Intelligent Buildings. ICISO, 2010. p.24-31.

HAJIAN, H.; BECERIK-GERBER, B. A research outlook for real-time project information management by integrating advanced field data acquisition systems and building information modeling. In: (Ed.). **Computing in Civil Engineering (2009)**, 2009. p.83-94.

HELTEN, F.; FISCHER, B. Video Surveillance on Demand for Various Purposes. **Berlin: Berlin Institute for Social Research**, 2003.

HUANG, C.-T.; CHEN, K.; CHANG, T.-C. An application of DMADV methodology for increasing the yield rate of surveillance cameras. **Microelectronics Reliability**, v. 50, n. 2, p. 266-272, 2010. ISSN 0026-2714.

HUBER, D. et al. Methods for automatically modeling and representing as-built building information models. Proceedings of the NSF CMMI Research Innovation Conference, 2011.

HÜTTER, K. T. R. U. I. T. H. A. KIT - IAI FZKViewer. 07.06.2016 13:07 2016. Disponível em: < <https://www.iai.kit.edu/english/1648.php> >.

IBRAHIM, Y. et al. Towards automated progress assessment of workpackage components in construction projects using computer vision. **Advanced Engineering Informatics**, v. 23, n. 1, p. 93-103, 2009. ISSN 1474-0346.

IFMA. Definition of Facility Management. 2017. Disponível em: < <http://community.ifma.org/fmpedia/w/fmpedia/facility-management-1> >.

INEXVA. Inexva People Counting. 2017. Disponível em: < <http://www.inexva.com/solutions/people-counting> >. Acesso em: 2017-10-20.

ISO. Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) -- Part 1: Infrastructure. 2017a. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/32624.html> >. Acesso em: 2017-10-20.

_____. Object Management Group Unified Modeling Language(OMG UML) -- Part 2: Superstructure. 2017b. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/52854.html> >. Acesso em: 2017-10-20.

_____. Product data representation and exchange -- Part 11: Description methods: The EXPRESS language reference manual. 2017c. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/38047.html> >. Acesso em: 2017-10-20.

_____. Product data representation and exchange -- Part 21: Implementation methods: Clear text encoding of the exchange structure., 2017d. Disponível em: < <https://www.iso.org/standard/63141.html> >. Acesso em: 2017-10-20.

JIAO, Y. et al. Towards cloud augmented reality for construction application by BIM and SNS integration. **Automation in construction**, v. 33, p. 37-47, 2013. ISSN 0926-5805.

KALAIVANI, P.; ROOMI, S. M. M. Towards Comprehensive Understanding of Event Detection and Video Summarization Approaches. Recent Trends and Challenges in Computational Models (ICRTCCM), 2017 Second International Conference on, 2017, IEEE. p.61-66.

KELLY, G. et al. BIM for facility management: a review and a case study investigating the value and challenges. Proceedings of the 13th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality, 2013. p.30-31.

KERBEROS.IO. Kerberos.io - free and cheap motion detection video surveillance system. 2017. Disponível em: < <https://kerberos.io/> >. Acesso em: 2017-10-22.

KIM, J. Y.; CALDAS, C. H. Vision-based action recognition in the internal construction site using interactions between worker actions and construction objects. International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, 2013. p.661-668.

KIM, T. W. et al. A knowledge-based framework for automated space-use analysis. **Automation in Construction**, v. 32, p. 165-176, 2013. ISSN 0926-5805.

KIM, Y.; JEONG KIM, E.; GYO CHUNG, M. A Six Sigma-based method to renovate information services: Focusing on information acquisition process. **Library Hi Tech**, v. 28, n. 4, p. 632-647, 2010. ISSN 0737-8831.

KIT, A. C. S. I. K. I. O. T. KIT IFC Examples. 2017. Disponível em: < http://www.ifcwiki.org/index.php?title=KIT_IFC_Examples >.

KLEIN, L. et al. Coordinating occupant behavior for building energy and comfort management using multi-agent systems. **Automation in construction**, v. 22, p. 525-536, 2012. ISSN 0926-5805.

KOCH, C. et al. Natural markers for augmented reality-based indoor navigation and facility maintenance. **Automation in Construction**, v. 48, p. 18-30, 2014. ISSN 0926-5805.

KOZIOŁEK, S.; DERLUKIEWICZ, D. Method of assessing the quality of the design process of construction equipment with the use of DFSS (design for Six Sigma). **Automation in Construction**, v. 22, p. 223-232, 2012. ISSN 0926-5805.

KWON, O.-S.; PARK, C.-S.; LIM, C.-R. A defect management system for reinforced concrete work utilizing BIM, image-matching and augmented reality. **Automation in construction**, v. 46, p. 74-81, 2014. ISSN 0926-5805.

LARSEN, N.; SIGURDSSON, V. Video surveillance research brings new insight to retailers: any ethical issues? . In: (Ed.). **Marketing Research (8th ed.)**. England: Pearson, 2016.

LARSEN, N. M.; SIGURDSSON, V.; BREIVIK, J. The Use of Observational Technology to Study In-Store Behavior: Consumer Choice, Video Surveillance, and Retail Analytics. **The Behavior Analyst**, p. 1-29, 2017. ISSN 0738-6729.

LEE, K.-L.; SU, Y. Applying six sigma to quality improvement in construction. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n. 4, p. 464-470, 2012. ISSN 0742-597X.

LI, N. et al. Deployment strategies and performance evaluation of a virtual-tag-enabled indoor location sensing approach. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 26, n. 5, p. 574-583, 2011. ISSN 0887-3801.

LIEBICH, T.; WIX, J. Highlights of the development process of industry foundation classes. Proceedings of the 1999 CIB W78 Conference, 1999.

LIMITED, B. I. Industry Foundation Classes. Version 4.1 Final Release. Alignment Positioning and Sectioned Geometry. 2017. Disponível em: < <http://www.buildingsmart-tech.org/ifc/IFC4x1/final/html/> >.

_____. IFC Overview summary. 2018. Disponível em: < <http://www.buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-overview> >.

LIU, X.; AKINCI, B. Requirements and evaluation of standards for integration of sensor data with building information models. In: (Ed.). **Computing in Civil Engineering (2009)**, 2009. p.95-104.

LOCKLEY, S.; BENGHI, C.; CERNÝ, M. Xbim. Essentials: a library for interoperable building information applications. **The Journal of Open Source Software**, v. 2, p. 473, 2017.

MAHASNEH, J. K.; THABET, W. Y. Utilising design for Six Sigma to implement soft skills in construction education. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 10, n. 3-4, p. 157-178, 2017. ISSN 1479-2494.

MENTO, A. J.; MARTINELLI, P.; JONES, R. M. Mind mapping in executive education: applications and outcomes. **Journal of Management Development**, v. 18, n. 4, p. 390-416, 1999. ISSN 0262-1711.

MEŽA, S.; TURK, Ž.; DOLENC, M. Component based engineering of a mobile BIM-based augmented reality system. **Automation in construction**, v. 42, p. 1-12, 2014. ISSN 0926-5805.

MICROSOFT. Visio Pro 2016 | Software para criar fluxogramas e diagramas. 2017. Disponível em: < <https://products.office.com/pt-br/visio/visio-professional-business-and-diagram-software> >.

_____. Visual Studio IDE, Code Editor, VSTS & App Center. 2018. Disponível em: < <https://visualstudio.microsoft.com/> >.

MODCAM. Modcam. 2017. Disponível em: < <https://www.modcam.com/> >. Acesso em: 2017-10-20.

MOTAMEDI, A.; HAMMAD, A.; ASEN, Y. Knowledge-assisted BIM-based visual analytics for failure root cause detection in facilities management. **Automation in construction**, v. 43, p. 73-83, 2014. ISSN 0926-5805.

MUÑOZ MATOS, N. R.; ACEVEDO, R. C. D. Intersection of BIM, Facilities Management and Computer Vision: The State of the Art. **International Journal of Science and Engineering Investigations**, v. 7, n. 75, p. 34-41, 2018.

NIBS. **Frequently Asked Questions About The National BIM Standard-United States(tm)**. 2016. Disponível em: < <https://www.nationalbimstandard.org/faqs#faq1> >. Acesso em: 2016.

OMG. What is UML. 2017. Disponível em: < <http://www.uml.org/what-is-uml.htm> >. Acesso em: 2017-10-20.

O'SULLIVAN, D. et al. Improving building operation by tracking performance metrics throughout the building lifecycle (BLC). **Energy and buildings**, v. 36, n. 11, p. 1075-1090, 2004. ISSN 0378-7788.

PARK, C.-S. et al. A framework for proactive construction defect management using BIM, augmented reality and ontology-based data collection template. **Automation in Construction**, v. 33, p. 61-71, 2013. ISSN 0926-5805.

PARSANEZHAD, P.; DIMYADI, J. Effective facility management and operations via a BIM-based integrated information system. 2013.

PASLAWSKI, J. Hybrid flexible approach for Six Sigma implementation in constructional SME. **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 19, n. 5, p. 718-727, 2013. ISSN 1392-3730.

PEOPLECOUNTING. People Counting. 2017. Disponível em: < <http://www.peoplecounting.co.uk> >. Acesso em: 2017-10-20.

PILONE, D.; PITMAN, N. **UML 2.0 in a Nutshell**. " O'Reilly Media, Inc.", 2005. ISBN 0596007957.

PLANON. What you need to know about Computer Aided Facility Management. 2017. Disponível em: < <https://planonsoftware.com/uk/whats-new/knowledge-centre/glossary/cafm/> >.

PLOENNIGS, J. et al. Virtual sensors for estimation of energy consumption and thermal comfort in buildings with underfloor heating. **Advanced Engineering Informatics**, v. 25, n. 4, p. 688-698, 2011. ISSN 1474-0346.

POINTGRAB. PointGrab. 2017. Disponível em: < <http://www.pointgrab.com/> >. Acesso em: 2017-10-22.

RAFIEE, M. **Improving Indoor Security Surveillance by Fusing Data from BIM, UWB and Video**. 2014. Concordia University

ROPER, K. O.; PAYANT, R. P. **The facility management handbook**. AMACOM Div American Mgmt Assn, 2014. ISBN 0814432166.

RUMANE, A. R. **Quality tools for managing construction projects**. CRC Press, 2013. ISBN 146655214X.

SEDKY, M. H.; MONIRI, M.; CHIBELUSHI, C. C. Classification of smart video surveillance systems for commercial applications. *Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2005. AVSS 2005. IEEE Conference on, 2005, IEEE. p.638-643.

SHALABI, F.; TURKAN, Y. IFC BIM-Based Facility Management Approach to Optimize Data Collection for Corrective Maintenance. **Journal of Performance of Constructed Facilities**, v. 31, n. 1, p. 04016081, 2016. ISSN 0887-3828.

SHEN, W.; HAO, Q.; XUE, Y. A loosely coupled system integration approach for decision support in facility management and maintenance. **Automation in Construction**, v. 25, p. 41-48, 2012. ISSN 0926-5805.

SHU, C.-F. et al. Ibm smart surveillance system (s3): a open and extensible framework for event based surveillance. *Advanced Video and Signal Based Surveillance*, 2005. AVSS 2005. IEEE Conference on, 2005, IEEE. p.318-323.

SILINGAS, D.; BUTLERIS, R. UML-intensive framework for modeling software requirements. *Proceedings of the 14th International Conference on Information and Software Technologies, IT 2008*, 2008. p.334-342.

SRINIVASAN, R. et al. Preliminary research in dynamic-BIM (D-BIM) workbench development. *Simulation Conference (WSC), Proceedings of the 2012 Winter*, 2012, IEEE. p.1-12.

SUPRABHAS, K.; DIB, H. N. Integration of BIM and utility sensor data for facilities management. In: (Ed.). **Computing in Civil Engineering 2017**, 2016. p.26-33.

SYSTEMS, H. V. Video Analytics. 2017. Disponível em: < <http://www.honeywellvideo.com/products/video-systems/ias/va/index.html> >. Acesso em: 2017-10-20.

TANEJA, S. et al. Sensing and field data capture for construction and facility operations. **Journal of construction engineering and management**, v. 137, n. 10, p. 870-881, 2010. ISSN 0733-9364.

TANG, P.; AKINCI, B. Automatic execution of workflows on laser-scanned data for extracting bridge surveying goals. **Advanced Engineering Informatics**, v. 26, n. 4, p. 889-903, 2012. ISSN 1474-0346.

TEICHOLZ, P. **BIM for facility managers**. John Wiley & Sons, 2013. ISBN 1118417623.

TRIMBLE. [teklabimsight.com](http://www.teklabimsight.com). 2017. Disponível em: < <http://www.teklabimsight.com/> >.

TURKAN, Y. et al. Automated progress tracking using 4D schedule and 3D sensing technologies. **Automation in Construction**, v. 22, p. 414-421, 2012. ISSN 0926-5805.

V-COUNT. V-Count People Counting. 2017. Disponível em: < <http://www.v-count.com> >. Acesso em: 2017-10-20.

VERGESENSE. Vergense. 2017. Disponível em: < <http://www.vergesense.com/> >. Acesso em: 2017-10-20

VILASINI, N.; NEITZERT, T.; ROTIMI, J. Developing and evaluating a framework for process improvement in an alliance project: a New Zealand case study. **Construction management and economics**, v. 32, n. 6, p. 625-640, 2014. ISSN 0144-6193.

VISIOSAFE. VisioSafe. 2017. Disponível em: < <http://www.visiosafe.com> >. Acesso em: 2017-10-20.

VISUALIZE. Visualize. 2017. Disponível em: < <http://www.visualize.net> >. Acesso em: 2017-10-20.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. **Automation in construction**, v. 38, p. 109-127, 2014. ISSN 0926-5805.

WANG, X. et al. Augmented Reality in built environment: Classification and implications for future research. **Automation in Construction**, v. 32, p. 1-13, 2013. ISSN 0926-5805.

_____. A conceptual framework for integrating building information modeling with augmented reality. **Automation in Construction**, v. 34, p. 37-44, 2013. ISSN 0926-5805.

_____. Integrating Augmented Reality with Building Information Modeling: Onsite construction process controlling for liquefied natural gas industry. **Automation in Construction**, v. 40, p. 96-105, 2014. ISSN 0926-5805.

WETZEL, E. **Dissertation: The Use of a BIM-Based Framework to Support Safe Facility Management Processes**. 2016.

WETZEL, E. M.; THABET, W. Y. The use of a BIM-based framework to support safe facility management processes. **Automation in Construction**, v. 60, p. 12-24, 2015. ISSN 0926-5805.

_____. Utilizing Six Sigma to develop standard attributes for a Safety for Facilities Management (SFFM) framework. **Safety science**, v. 89, p. 355-368, 2016. ISSN 0925-7535.

WILLIAMS, G. et al. BIM2MAR: an efficient BIM translation to mobile augmented reality applications. **Journal of Management in Engineering**, v. 31, n. 1, p. A4014009, 2014. ISSN 0742-597X.

WING, R. RFID applications in construction and facilities management. **Journal of Information Technology in Construction (ITcon)**, v. 11, n. 50, p. 711-721, 2006.

XIONG, X.; HUBER, D. Using Context to Create Semantic 3D Models of Indoor Environments. **BMVC**, 2010. p.1-11.

YANG, X.; ERGAN, S. Leveraging BIM to provide automated support for efficient troubleshooting of HVAC-related problems. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 30, n. 2, p. 04015023, 2015. ISSN 0887-3801.

YEH, K.-C.; TSAI, M.-H.; KANG, S.-C. On-site building information retrieval by using projection-based augmented reality. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 26, n. 3, p. 342-355, 2012. ISSN 0887-3801.

YIN, R. K. **Case study research: Design and methods**. Sage publications, 2013. ISBN 1483322246.

ZHAO, J. **Research Methods in Second Language Acquisition: A Practical Guide**: JSTOR 2013.

Apêndice A - Questionário de Entrevistas de Coleta de Dados

1. Qual é sua posição atual?
 - a. Que tipo de atividades realiza diariamente?
 - b. Você gerencia funcionários? Se sim, quantos?
2. Que tipo de treinamento de gestão de facilidades é realizado na sua empresa para funcionários novos e existentes?
 - a. Com qual frequência, quanto tempo, que tipo (vídeos, professores, módulos, etc.)
 - b. Funcionários novos vs. existentes?
 - c. Treinamento específico para algumas operações (por exemplo Manutenção)
3. Este método de treinamento é efetivo, existe algum método para medir efetividade?
4. Como é realizada a transferência dos dados de Manutenção e Operação da fase de construção para a equipe da gestão da facilidade na conclusão a construção?
5. Qual é o processo passo a passo para iniciar uma tarefa de GF na sua empresa?
 - a. O processo muda entre uma tarefa preventiva e reativa?
 - b. Qual software é utilizado na sua empresa para tarefas de GF? Incluindo modelos, ordens de trabalho, gestão de documentos, etc.
 - c. Qual é o processo utilizado para identificar o equipamento que requer manutenção? Por exemplo – desenhos de referência e especificações, visualizar modelo 3D, visitar o equipamento em questão.
 - d. As tarefas são normalmente realizadas por uma única pessoa ou por uma equipe?
 - i. Existe alguma diferença entre os processos se forem realizados por uma pessoa ou várias?
6. Quais sistemas informáticos de GF são utilizados?
 - a. Quais eventos são registrados no sistema de GF?
 - b. Quais parâmetros de operação são monitorados pela GF?
 - c. Quais parâmetros dos sistemas de GF são utilizados para tomada de decisões?
 - d. Existe integração destes sistemas de GF com outros?
 - e. Quais departamentos tem acesso ao sistema de GF?
 - f. Existe integração destes sistemas com outros?
7. Existe algum BIM da facilidade?
 - a. Quais informações são utilizadas pela GF?
 - b. Qual o formato de arquivo ou base de dados utilizado?
 - c. Existe integração do BIM com outros sistemas?
 - d. Quais departamentos tem acesso ao BIM?
8. Existe algum sistema de vigilância digital?
 - a. Quais eventos são registrados?

- b. Quais departamentos têm acesso aos dados do sistema?
- c. Existe alguma integração do sistema de vigilância com outros?

Apêndice B - Questionário de Entrevistas de Validação

QUAL NÍVEL DE UTILIDADE PERCEBE DO USO DO BIM E VISÃO COMPUTACIONAL PARA CADA ÁREA?

Área de Gestão de Facilidades	Nível de Utilidade					Observações
	Nenhuma	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta	
Planejamento do Espaço, Alocação e Gestão (Previsão de utilização, gestão)						
Planejamento do Espaço de Trabalho, Alocação e Gestão (Manutenção dos "As built"; gestão e registro de mudanças, adições e trocas; gestão de alterações, renovações, instalações de mobiliário)						
Sustentabilidade (Melhoras para produtividade do espaço de trabalho, Aproveitamento da luz solar, conforto térmico)						
Gestão de projeto de construção (Gestão da construção, preparo de "as built", avaliação pós-ocupação)						
Operação, Manutenção e Conserto (Manutenção exterior (teto, fachada, e janelas), manutenção de falhas, manutenção de superfícies planas, remoção de lixo, gestão de resíduos perigosos, gestão energética)						
Gestão de Tecnologia (Sistemas de gestão integrados (IWMS))						
Gestão de emergências (Avaliação de Risco; Controle, comunicação e instruções; Treinamento, Simulacros e Exercícios)						
Vigilância e Gestão de Segurança Física (Operações, Controle de Acesso, Segurança Eletrônica)						
Serviços Administrativos Gerais (Serviços de alimentação e vendas; Serviços de mudança; Portaria)						

Apêndice C – Transcrição Entrevista A

1. **N:** Qual é sua posição atual?

R: Trabalho como Coordenador de T.I.

1.a. **N:** Que tipo de atividades realiza diariamente?

R: Coordeno o Setor de T.I., engloba a parte de toda a tecnologia, enquanto a sistemas. Os sistemas que o hotel utiliza, a parte de CFTV, a parte de internet, backup, tv, essa área toda de tecnologia é comigo, e também a parte de telefonia. Então eu coordeno esses sistemas.

1.b. **N:** Você gerencia funcionários? Se sim, quantos?

R: Gerencio somente um técnico. Eu tinha um estagiário, mas devido a redução de custos, a gente ficou só com um técnico.

2. **N:** Que tipo de treinamento de gestão de facilidades é realizado na sua empresa para funcionários novos e existentes?

2.a. Com qual frequência, quanto tempo, que tipo (vídeos, professores, módulos, etc.)?

2.b. Funcionários novos vs. existentes?

2.c. **N:** Treinamento específico para algumas operações (por exemplo Manutenção)?

R: a nossa rede, ela tem, a gente segue uma linha da rede accord, que é o padrão da rede accord, então não é a gente que determina, tem a sede que determina, e a gente tem alguns treinamentos com relação à empresa, quais são as atividades da empresa e o que que é a linha na que a empresa é ativa, então a gente tem alguns treinamentos com relação a empresa em geral, qual o nome da empresa, nome, no que que ela trabalha, quantos hotéis tem na rede e várias coisas com relação à rede e também tem os treinamentos com relação a cada funcionário que tem vindo aqui, que tem chegado, novo funcionário, é o treinamento com que eles vai trabalhar, no setor com que ele vai trabalhar, então cada setor faz um treino específico daquela atividade, daquela área. e com os existentes a gente faz os treinamentos para manter o conhecimento, para ir renovando o conhecimento, às vezes tem alguma mudança às vezes a cultura da empresa tem uma mudança na cultura e a gente faz um treinamento com relação a ela. É dessa forma.

N: Respeito aos sistemas vocês utilizam também?

R: Respeito aos sistemas também. A utilização do nosso sistema. Mas assim, quem dá o treinamento é o próprio, é a própria área né, não sou eu que dou o treinamento. Na verdade, na minha área é mais técnica né, então a parte operacional mesmo eu não dou o treinamento, então vem deles lá, de cada sector que faz o treinamento com eles, do sistema, faz o acompanhamento, e aí, a gente está falando da facilidade daquele sistema. Então a gente tem um sistema que ele se chama **OPERA**, que é um sistema da **ORACLE**, de hotelaria, específico para hotelaria e esse sistema que é o que faz check-in, check-out de todo o movimento do que é feito, do hóspede, né? Lançamento de *room service*, de consumos, serviços que é prestado pelo hotel é lançado através desse sistema, então é um sistema chamado OPERA.

N: E esse é o sistema para o qual oferece o treinamento para os funcionários?

R: Sim, e esse sistema, OPERA, que o pessoal de recepção e tem o sistema **CMNET** da **BEMATEC** que é da **TOTVS** na verdade. Então é um sistema de *back-office*, da parte financeira, almoxarifado, entendeu? E o OPERA na verdade é o front-office que é o que fica lá na frente e então aí cada setor tem um treinamento, em relação ao sistema específico.

3. **N:** E esse treinamento que é oferecido aos funcionários tem alguma medição para ver se é efetivo? Tipo faz alguma avaliação do treinamento do pessoal quando conclui os treinamentos?

R: Não.

4. **N:** Como é realizada a transferência dos dados de Manutenção e Operação da fase de construção para a equipe da gestão da facilidade na conclusão a construção? E isso aplica tanto para construção como para reformas. Quando tem uma reforma tem uma equipe da construção que faz, né? Aí, quando eles entregam essa reforma para operações, como é feito isso? Por exemplo, faz uma reforma de um quarto que tem algum componente da sua área, como que eles fazem a entrega desses equipamentos para vocês?

R: Na verdade a gente não tem um sistema para fazer essa conferência, essa medição, no caso, mas a gente faz, as vezes a própria empresa que fez a manutenção, a reforma, ela para ela entregar, ela mesma faz o documento e aí a medida que a gente vai testando “ah esse aqui está ok, esse aqui está ok” e no final a gente dá o visto de que está feito, então ele fica com a cópia, entre uma cópia para a gente, é dessa forma aí.

N: as fichas técnicas, manuais de operações, essas coisas com os requisitos da entrega da parte de construção da reforma para operações?

R: Isso, a pesar que não é minha área que faz isso, mais na verdade é dessa forma.

N: Mas por exemplo, quando você recebe um equipamento instalado, eles têm que entregar para você ficha técnica, manual de operações?

R: Isso, isso.

5. **N:** Qual é o processo passo a passo para iniciar uma tarefa de GF na sua empresa? Isso quer dizer: Quando é preciso fazer algum serviço, como que é feito desde o momento que é solicitado até executar? Ele entra por algum sistema, ele é feito à base de papel, como que é esse fluxo aí?

R: Ok, primeiramente, a gente precisa de uma, na verdade uma autorização e um auxílio do pessoal da nossa sede. Qualquer sistema instalado dentro da nossa rede, precisa da autorização deles e claro que tem que ser homologado por eles lá. E daí a gente abre um chamado num sistema que a gente tem de **TOPDESK**, a gente abre o chamado lá e eles verificam através do chamado e a gente vai conversando através do chamado e vai passando as especificações para a gente, de como que a gente deve fazer.

N: E como que inicia isso? Isso inicia de outro departamento que coloca no *helpdesk*, chega lá na central ou chega aonde vocês primeiro, quando tem uma necessidade de trocar algum equipamento ou alguma coisa? Isso surge primeiro de quem está utilizado a necessidade de fazer um serviço ou isso chega para vocês da central?

R: Muita das vezes é uma instalação que já foi realizada em outros hotéis da rede e aí a gente entra em contato com eles e eles passam para a gente, para a gente fazer a instalação também. Mas já está em uso em outro hotel. E algumas coisas, a gente tem uma necessidade e aí, entre o setor entra em contato com a gerência, a gerência entra em contato com a sede e a sede faz todo o processo, aí ela manda para a gente e aí se for uma empresa específica aí ela entra em contato com a empresa, a empresa já faz a instalação do sistema que for utilizar.

- 5.a. **N:** E esse processo imagino principalmente para preventiva, esse processo muda quando é uma coisa reativa, por exemplo uma manutenção, ou reparação de algum equipamento com defeito?

R: Se for com defeito ele tem que voltar para reparar.

N: Mas estou falando de algum equipamento que está funcionando atualmente dá algum problema e deixa de funcionar, fazem esse mesmo processo ou é diferente quando é algo que acontece?

R: Nosso hotel tem o setor de T.I., porque nosso hotel é grande e ele exige um setor de T.I. local, os hotéis menores 100 apartamentos, 150 apartamentos no máximo, eles não têm T.I. então tudo é aberto um chamado no **TOPDESK** que é o *helpdesk* lá da sede que é quem manda alguém para fazer essa manutenção.

5.b. **N:** Qual software é utilizado na sua empresa para tarefas de GF? Incluindo modelos, ordens de trabalho, gestão de documentos, etc. Aí por exemplo, você comentou *helpdesk*, qual o nome desse software?

R: TOPDESK

N: Quando vocês vão fazer algum serviço, utilizam algum software além desse, por exemplo algum software para gestão de documentos, se precisam por exemplo procurar algum manual, alguma ficha técnica de algum equipamento, vocês têm algum software de gestão de documentos, algum outro software que ajude para fazer essas tarefas?

R: Não, a gente tem um servidor de arquivos que é onde ficam todos os arquivos relacionados a documentos, como excel, word, powerpoint, pdf. Então a gente tem um servidor de arquivos.

5.c. **N:** Qual é o processo utilizado para identificar o equipamento que requer manutenção? Por exemplo – desenhos de referência e especificações, visualizar modelo 3D, visitar o equipamento em questão. Por exemplo para saber onde que está localizado o equipamento e quais são as características específicas que vocês precisam saber dele antes de fazer alguma manutenção?

R: O que posso falar seria do meu setor, do setor de manutenção eu não sei te explicar exatamente como é que funciona.

N: Mas nesse caso de manutenção o equipamento pode ser de seu setor.

R: O nosso sistema de manutenção é bem simples, são dois servidores, os equipamentos ativos como switches e computadores, então a gente tem especificado todos os equipamentos em planilha de Excel, então quando a gente vai identificar o equipamento a gente faz em cima dessa planilha, a gente busca o equipamento aí e sabe o que que é. Com relação ao *helpdesk* por exemplo, muitas das vezes a gente tem uma base de conhecimento ali já se houver algum problema de sistema muita das vezes a gente já tem a solução ali porque aconteceu em outros hotéis então a gente tem a base de conhecimento específico ali. Alguma interfase nossa de integração de sistema, então a gente já tem essa base de conhecimento então a gente vai ali também primeiro.

N: Isso vocês procuram pelo TOPDESK?

R: Pelo TOPDESK. Que como a gente tem vários hotéis no mundo todo, mas no Brasil são mais de 480 hotéis. Então assim, tem muita base ali de conhecimento com relação a manutenção.

N: Por esse software vocês tem acesso aos hotéis da região ou do mundo inteiro?

R: Na verdade mais do Brasil, porque a sede nacional fica em São Paulo e tem a sede França que é a sede mundial que fica na França, mas para a América do Sul a sede é São Paulo. Então eles colocam toda essa base de conhecimento dessa região, não é do mundo inteiro, mas da região aqui.

5.d. **N:** As tarefas são normalmente realizadas por uma única pessoa ou por uma equipe? Existe alguma diferença entre os processos se forem realizados por uma pessoa ou várias? Isso também inclui se vocês precisam de alguma equipe externa.

R: Normalmente depende do tipo de serviço, então às vezes é feito por uma única pessoa e às vezes por equipe, então por exemplo uma instalação de um sistema que já é utilizado pela rede, vai ser uma equipe externa, porque eles já instalaram em outros hotéis. Quando é um

problema de elevador por exemplo também é uma equipe externa, que vem uma equipe específica do elevador, então não é nem uma equipe, uma pessoa vem. Dependendo vem uma equipe também, dependendo do tipo de manutenção.

N: A maioria das tarefas do dia a dia são para uma pessoa apenas, ou precisa de uma equipe?

R: Depende, as vezes uma equipe, duas três, quatro pessoas, e às vezes uma pessoa resolve. Por exemplo, câmeras mesmo, quando é um problema de câmeras é a gente que resolve, então pode ser uma ou duas pessoas.

6. **N:** Quais sistemas informáticos de GF são utilizados?

R: A gente tem o OPERA, que é o front-office, a gente tem CMNET que é o *back-office* e a gente tem também o sistema de CFTV, que a gente facilita também para ver algum acidente, alguma coisa, alguma movimentação estranha, então já é detectada na hora, e a gente tem uma pessoa específica para vigiar as câmeras, a gente tem os dois sistemas mais importantes são esses dois: o OPERA e o CMNET e aí tem os outros sistemas que é mais de interfase, servidor de arquivos, a gente tem o sistema do PABX para facilitar os números dos ramais, a gente tem senha para fazer ligação, então para fazer o controle de quem está ligando, o tempo que está numa ligação, no final do mês a gente tira o relatório de telefonia. A gente tem também um sistema de impressão, a gente tira relatório no final do mês para número de impressão, para medir né, quantas impressões foram feitas no mês. Aí tem outros sistemas que são de outros setores, como eu não tenho tanto conhecimento. O pessoal de vendas utiliza o sistema para ver os valores, para dar os valores, as diárias do hotel, mas não me lembro o nome do sistema.

N: E quando tem necessidade de assistência com esses sistemas é seu departamento que oferece ou é a rede?

R: A gente utiliza o TOPDESK para abrir um chamado e aí o suporte da sede, que é o suporte que a gente tem lá, eles fazem a manutenção e aí eles já conhecem, que não é um sistema aberto para a gente. Então só eles que têm acesso.

N: Imagino que existe algum vínculo, se eles tiveram algum problema e o *helpdesk*, ou o sistema de suporte detecta que pode ser algo de hardware então eles comunicam com vocês, para colocar um exemplo: o departamento de vendas tem problemas com uma máquina que não está ligando, que não está abrindo o software, eles colocam o chamado de suporte para o departamento de assistência que dá suporte para eles e se aquele departamento detecta que é algo de hardware com a máquina depois passa para vocês?

R: Não, quando é assim problema de hardware, primeiramente passa pela gente, pelo T.I. local. Se for hardware a gente mesma que vai resolver, agora se for de sistemas específico. O Windows é com a gente, o hardware é com a gente o sistema que está instalado ali básico é com a gente. Agora um sistema específico que é do setor que a gente não tem expertise para resolver, e aí a gente abre o chamado no TOPDESK.

6.a. **N:** Tem algumas perguntas aqui que são mais de operação, não sei se você poderia responder algumas: Quais eventos são registrados no sistema de GF? Aí seria por exemplo, acho que no caso do *back-office* né?

R: No front-office a gente tem uma parte lá que a gente lança qualquer manutenção que precisa fazer no apartamento: Chuveiro estragou, não tem uma lâmpada ou não está funcionando, acabou energia lá no apartamento e tal, então é registrado no OPERA e aí o setor de manutenção tem acesso ao sistema e ele vai ver quais são os problemas e vão fazer

a manutenção, e aí eles vão lá e dão como finalizado. Então a gente tem, cada, qualquer manutençãozinha é lançada no OPERA e aí eles vão lá e depois falam que foi resolvido. E no *back-office* os eventos lá na verdade é mais lançamento de dados, vendas, compras, financeiros, relatórios, é tudo pelo *back-office* também. E o lançamento também de requisição de material também é pelo CMNET, no *back-office*.

6.b. **N:** Quais parâmetros de operação são monitorados pela GF? Tem alguns que sejam específicos para sua área? Pode incluir relatórios, estatísticas de frequência de manutenção, dos seus equipamentos, desse tipo.

R: Eu acho que até comentei antes falando dos relatórios de PABX, os relatórios de impressão, a gente tem também um sistema que nós mesmo fizemos, só para fazer um controle nosso de chamados, cada chamado que a gente tem interno, local, a gente tem medidos, rastreamos por um sistema de *helpdesk*, só para a gente fazer o controle de quantos chamados teve naquele dia, naquele mês, qual o tipo de chamado que foi, se é de hardware, se é de software, de sistema então se é de *wifi*, se é de câmera, então a gente faz um lançamento também, é um *helpdesk* também. Mas é só controle interno, nosso aqui.

6.c. **N:** Quais parâmetros dos sistemas de GF são utilizados para tomada de decisões? Imagino que alguns desses relatórios que são gerados tem algum que seja utilizado pela gerência? Que tenha que passar algum relatório mais para acima para avaliar se por exemplo precisa alguma mudança no departamento, alguma tomada de decisão daquele nível de gerência.

R: A gente não tem um relatório específico para isso. Mas a gente passa a necessidade. A gente documenta via *email* tudo que é solicitado a gente documenta para tomar a decisão, por exemplo a gente vai trocar agora as antenas *wifi* de todos os andares, então foi feito todo um estudo, um projeto antes para avaliar, então aí a gente passa para a gerência através de um processo que tem de compras, então a gente manda para compras. É claro que a gente também pede autorização à gerência e aí a gente faz o pedido de compras, manda para o setor de compras e eles criam o processo de compras, leva novamente para o gerente assinar o processo de compras, manda para os investidores, que os investidores a também tem que estar cientes do que que está sendo gasto, que na verdade são os donos dos hotéis, e aí volta para a gente, eles assinam e volta para a gente para eles fazer a compra.

N: Mas isso acontece eventualmente segundo uma necessidade pontual ou é algum relatório ou alguma coisa que tem que passar com certa periodicidade, alguma frequência?

R: Esse processo de compras, sempre vai fazer, qualquer compra que é feita vai passar por esse processo. Agora quando é uma compra imediata de urgência, aí não, o gerente já avalia, já manda comprar e depois eles assinam lá, porque é de urgência, emergente na verdade né. Tem que ser imediato então não pode esperar então, mas tem que passar pela gerência de qualquer forma.

6.d. **N:** Existe integração destes sistemas de GF com outros?

R: Tem, eles têm. O OPERA mais o CMNET tem uma integração que os relatórios que são feitos no front-office ele exporta os arquivos e aí o sistema *back-office* ele importa esses arquivos, ele faz essa importação, então eles têm essa integração com o sistema. E a gente tem outros sistemas integrados menores, que a gente chama de interfaces, por exemplo de chaves. A chaves dos apartamentos é um sistema da ONIT, uma empresa de um fornecedor nosso e que é integrado com nosso sistema OPERA, então na hora de fazer a chave, você faz diretamente pelo sistema OPERA que ele já integra com o sistema, a gente também tem um sistema de PABX, que quando o cliente faz a ligação lá no apartamento, já lança automaticamente no sistema dele o valor daquela ligação que ele fez e o tempo que ele

utilizou, para onde que ele ligou, é tudo registrado. A gente tem também além do PABX, chaves, o outro fugiu, não lembro.

N: Os outros ficam isolados? Por exemplo o sistema de impressão, CFTV, o servidor de arquivos, eles ficam isolados ou tem integração entre eles?

R: Não, isolados.

6.e. **N:** Quais departamentos têm acesso ao sistema de GF?

R: Todos, compras, manutenção, financeiro, vendas, eventos, recepção, T.I. e governança e R.H.

7. **N:** Existe algum BIM na facilidade?

R: Não, a gente não tem o BIM.

8. **N:** Existe algum sistema de vigilância digital?

R: Sim, existe o sistema de CFTV.

8.a. **N:** Quais eventos são registrados?

R: É registrado qualquer movimento que é feito na frente da câmera ele é gravado e fica disponibilizado para a gente durante um período.

N: Vocês colocam isso em alguma tabela, isso é traduzido das imagens a algum sistema de gestão de informação? Pode ser até planilha de excel.

R: Não, quando tem algum evento que a gente precisa visualizar para solucionar, aí a gente exporta esse vídeo e é gravado no DVD, no *pendrive* ou numa máquina para conferência do órgão no caso específico.

N: Assim de registrar periodicamente de ter algo que aconteça que tem que ser colocado numa planilha cada vez que acontece não tem é só em casos particulares quando precisa de alguma coisa?

R: Isso, é casos particulares só.

8.b. **N:** Quais departamentos têm acesso aos dados do sistema?

R: O departamento de T.I. e as chefias.

8.c. **N:** Existe alguma integração do sistema de vigilância com outros?

R: Não.

N: Estão utilizando a funcionalidade de acesso remoto pela internet?

R: Sim.

N: Mas isso está isolado, não está integrado com mais nada?

R: Só o acesso que já oferece o sistema mesmo.

N: você pode conferir quais são as coisas que fazem todo dia?

R: Quando a gente chega pela manhã a gente verifica, lá no CPD por exemplo: o ar condicionado está ligado? As interfaces estão ativas? O servidor está ativo, está funcionando bem? As câmeras de CFTV estão todas ativas, estão todas funcionando? Se não estiver funcionando a gente da manutenção. PABX está funcionando? Os telefones estão todos funcionando? A gente faz o teste todos os dias. A gente tem também a interfase, na verdade o atendimento automático, como se fosse uma URA. é tipo uma central de atendimento, a

URA ela é mais complexa, ela tem vários níveis, o Nosso só tem um, então disca pro setor. A gente confere se está funcionando. Mas é basicamente isso.

G: (encarregada de operações e manutenção): A gente faz medição de rotina de energia, água e gás, que são os três parâmetros que entram nosso CLA. De rotina a gente também olha a iluminação, AR condicionado, funcionamento de tomadas, nível de reservatório, se nossas bombas estão funcionando ou não, os *chillers*, qual *chiller* que está em operação, se ele deu alarme se não deu alarme, as bombas do *chiller* se elas estão certas se não estão. O sistema de aquecimento, a gente olha se todas as bombas estão funcionando, se a água está esquentando qual é a pressurização do sistema de gás. Que é de rotina é isso.

N: E as que talvez não sejam assim de forma diária, por exemplo de verificação de pintura.

G: A gente tem um programa de pintura e marcenaria que a gente tem duas especialidades à parte né que a gente tem separado mesmo, então entra no cronograma de pintor, aí entram todos os quartos, salas de eventos, enfim as áreas comuns de pintura e marcenaria todos os reparos de marcenaria que precisam ser feitos. Então a gente vê a demanda do hotel a parte do checklist mensal que a gente tem de rotina de fazer vistorias dos apartamentos e áreas comuns, fazendo esse checklist fazendo o levantamento de coisas que eles não conseguem resolver durante o próprio checklist e aí fazem um cronograma para marcenaria e para pintura. Aí a gente coloca no mês, por exemplo hoje tem que pintar o apartamento 1718, a só vai durar um dia? Não, vai durar 4 dias porque tem que fazer retirada de papel de parede, reparação e pintura e aí são quatro dias e aí vai colocando o que tem que fazer.

Apêndice D – Transcrição Entrevista B

1. **N:** Qual é sua posição atual?

T: Eu sou coordenador de operações.

1.a. **N:** Que tipo de atividades realiza diariamente?

2.b. **N:** Você gerencia funcionários? Se sim, quantos?

T: Diretamente 5 do meu setor da gerencia de operações e 85 da área de limpeza e ambiental, mais 20 da área multitécnica que seria a parte de infraestrutura, ar condicionado, elétrica, paisagismo, hidráulica, predial, pintura.

N: Em que consiste seu trabalho em termos gerais?

T: Eu participo dessas ações estratégicas do meu setor, questão de orçamento, então o que a gente vai gastar ao longo do ano, com os custos operacionais, com implementações de melhorias de retrofits em áreas técnicas, toda a parte de gestão de equipamentos, nós temos um software de uma empresa prestadora de serviços que se chama VIVANT então ela já tem um plano de manutenção geral mas que tem um cronograma semanal, quinquenal, depende da criticidade de cada equipamento, então a gestão quem faz a alimentação a implementação dos dados é a própria VIVANT, eu faço a gestão se efetivamente eles estão executando as manutenções, aleatoriamente a gente vai e checa algumas OS (Ordens de Serviço) para ver se efetivamente o serviço está bem feito, a questão das condições do ambiente, onde está esse equipamento, e além disso a gente faz a parte de obras, obras do condomínio que a gente chama das áreas comuns do shopping e das lojas. Tem duas pessoas na minha equipe que fazem análise de projeto e acompanhamento diário das obras de lojas e eu faço a gestão dessa parte. Se eles têm alguma dificuldade eles me chamam para participar e as obras do condomínio ficam diretamente comigo e meu gestor.

N: Só para eu entender a estrutura do shopping, pelo menos na fachada tem residências nos lados, isso faz parte do condomínio ou essas estão isoladas do prédio.

T: São isoladas, o shopping na verdade ele não foi um shopping planejado, ele surgiu de um prédio que dava a fachada com a frente para a Rio de Janeiro, que era um apart hotel que não deu certo, não vingou, isso no '91 o empreendedor a partir desse prédio ele comprou mais outros e ele foi fazendo as expansões e então assim, a gente tem muito problema, muito gargalo porque não é um shopping planejado então a gente não tem área técnica, galeria técnica, as nossas infraestruturas elas passam no Mall, que a gente chama nos corredores na parte do forro, e algumas vezes até dentro de lojas, então as vezes a tubulação de esgoto, de água pluvial, de dreno, de ar condicionado a maioria está dentro de lojas, então a gente tem um problema muitas interferências, né?

N: Mas esclarecendo quando você fala condomínio, você quer dizer as partes comuns dentro do que é o shopping, as partes exteriores não têm nada a ver?

T: Exato, os exteriores não têm nada a ver e a gente também não considera lojas, o perímetro de loja do perímetro para dentro, embora esteja aqui dentro do condomínio, mas é assim, cada um tem sua operação, embora a água gelada para questão de condicionamento de ar ela é comum, produzida por nós é a central de água gelada nossa, que abastece cada loja. A parte de energia, cada lojista tem o seu medidor diretamente da concessionária, não tem nada a ver com a gente e a parte de água também é suprido por nós então, água, água gelada o fornecimento é nosso, agora energia de cada um é individualizada, cada um tem seu medidor.

N: Imagino que dados também é individual?

T: Dados, voz, cada um tem sua operadora.

2. **N:** Que tipo de treinamento de gestão de facilidades é realizado na sua empresa para funcionários novos e existentes?

2.a. **N:** Com qual frequência, quanto tempo, que tipo (vídeos, professores, módulos, etc.)

2.b. **N:** Funcionários novos vs. existentes?

2.c. **N:** Treinamento específico para algumas operações (por exemplo Manutenção).

T: Na questão de facilidades eu tenho 4 anos que estou no shopping e a gente nunca teve treinamento, mas quando eu da prestadora eu já era um gestor de dentro pelo prestador que é da VIVANT, antiga DALQUE Brasil que é uma empresa francesa, lá na DALQUE, como nossa mão de obra é quase toda terceirizada, tem um treinamento inicial que é de integração para apresentar estrutura, regimento interno do shopping, e as coisas que podem, não podem a frequência e tudo. E lá pela prestadora eles têm hoje acredito que a cada novo funcionário que chega é feito uma integração para ele umas reciclagens, assim o gestor tem umas avaliações pela empresa certificadora, que eles são certificados pela ISO9000 e vez por outra como eles passam por uma auditoria semestral, toda vez que tem auditoria também tem meio que um repasso de informações, ai vem uma pessoa da sede deles que checa o que que foi encontrado, o que foi contratado e o que que eles estão oferecendo hoje, se está realizando aquilo que está em contrato. Agora pelo shopping em se, a gente não tem um treinamento focado em isso não, por exemplo desde minha posição e meu gestor, somos operacionais e cuidamos dessa parte toda não temos um treinamento direcionado.

3. **N:** Este método de treinamento é efetivo, existe algum método para medir efetividade?

T: É conferido pela auditoria terceirizada.

4. **N:** Como é realizada a transferência dos dados de Manutenção é Operação da fase de construção para a equipe da gestão da facilidade na conclusão a construção? Isso quer dizer, quando tem uma obra, como é feita essa recepção dessa obra?

T: Se ela é interna, a gente normalmente tem uma reunião do setor que nós somos responsáveis. Primeiro é a questão do orçamento, que ela já no ano que se encerra já fica planejada, a menos que seja uma obra emergencial que ai não tem como, a gente precisa de fazer pra destravar algum problema mas quando já é planejada a gente já se reúne antes, no final do ano anterior, ela já entra naquele orçamento num determinado período para executar ai a gente abre a licitação quando um valor acima de 10mil reais exige-se mais de 4 orçamentos de empresas com know-how na área na qual a gente quer executar a obra, a vencedora tem alguns documentos pré-requisitos que a gente precisa, ART., carta de proposta, eles vão nomear uma pessoa para ser interlocutor da obra, um engenheiro que vai ser o ART da obra, e vai fazer um acompanhamento. A gente exige no caso documentações das pessoas que vão trabalhar aqui, aço, PPRA essas coisas para garantir que não vai ter qualquer funcionário que alguma pessoa simplesmente traz e depois possa gerar um passivo trabalhista para a gente.

N: Em termos de informação técnica por exemplo se na obra tem algum equipamento novo e esse equipamento tem manual de operação ou ficha técnica, essas coisas, como é feita essa transferência desde o início é solicitado o equipamento com as características pelo shopping ou o contratista tem que fazer essa transferência de informação para o shopping?

T: Eu vou ser muito sincero, Eu tenho 4 anos que estou no shopping a nossa organização, vamos dizer assim, o organograma ele não estava muito bem desenhado para isso, ou seja, a gente tinha muito mais demanda para a mão de obra e acabava que nessa correria a gente apagava muito mais incêndio do que se planejava a gente fazia as coisas meio que na sorte, graças a Deus a gente nunca teve problema mas hoje, recentemente nós fizemos um retrofit nosso gerador e aí sim entrou essa questão, esse planejamento o fornecedor que ganhou a licitação, ele além de fazer o *start-up* da máquina eles nós passou os manuais de operação para a gente acompanhar, ele entregou quais são os períodos de manutenção que a gente tem que garantir, não só também preventivamente mas também preditivamente fazer manutenções preditivas para se ter uma ideia do que quanto tempo aquele determinado é aquele determinado teste, então recentemente a gente já fez isso com esse equipamento e assim, aleatoriamente já tinha sido feito mas nada padronizado, tipo vamos sentar a partir desse fluxo aqui que a gente vai seguir.

N: Para verificar se compreendi, essa transferência de dados foi feita manualmente por instruções verbais e documentação em papel.

T: Sim, documentação em papel, e-mails que nós trocamos bastante e a empresa nos enviou agora há pouco tempo os manuais do equipamento, físico, mandou digitalizado também por e-mail mas vieram as apostilhas e tudo tanto é que não era automatizado nosso quadro de comando do gerador e agora nós colocamos um controlador, conectado, automatizado. Isso recente, estou falando de coisa de dois meses, então hoje já tem mais assim, sistema supervisor, com condições de monitorar ele remotamente.

N: E o treinamento para a operação desse equipamento novo foi feito pelo fornecedor ou em conjunto?

T: Ele foi feito assim, em parte, a questão da operação do equipamento, foi feito pelo fornecedor, aí esse fluxo, com as orientações dele, nós mesmos passamos para a empresa, para a prestadora nossa, a VIVANT. Esse repasse, e agora nós tivemos que readequar o nosso plano de manutenção do equipamento, que tinha algumas manutenções mais distanciadas, trimestral. Então algumas coisas nós mantivemos a periodicidade e outras demos uma reduzida, de verificação com um período menor. Ou seja, o acompanhamento está mais presente, podemos dizer.

5. **N:** Qual é o processo passo a passo para iniciar uma tarefa de GF na sua empresa? Isso é, na hora que tem que iniciar uma tarefa de serviço, ou manutenção, qual é o fluxograma desde o início, quem coloca a solicitude do serviço? Como chega até o técnico fazer, como é esse processo?

T: Ou se detecta através da própria manutenção preditiva ou de uma preventiva, o técnico as vezes detecta o problema, passa para a supervisão da empresa prestadora e então fazem um comunicado.

5.a. **N:** O processo muda entre uma tarefa preventiva e reativa?

T: Era mais solto antigamente, então assim, a gente fazia muita coisa corretivamente, então se perdia muito tempo, era pego de surpresa se gastava muito, pois toda vez que você apaga um equipamento emergencialmente você não tem tempo de orçar com calma, o que você precisa do aparato você vai ter que comprar do primeiro que chega, a gente não tinha um banco de dados, não tinha um plano de compras bem detalhado com atendedores com atendimento prioritário, plano a, b, c; a gente não tinha isso, então assim, como eu trabalhei muito com vistorias eu cheguei ai e implantei muita coisa com os nossos setores paralelos, compras e tudo, para a gente ter essa velocidade. Perdia muito tempo ficava as vezes com o equipamento muito tempo parado e a gente não é hospital. A gente tem essa urgência, mas também não pode passar essa imagem negativa. Então hoje posso dizer assim, não é o melhor dos mundos, mas a coisa está já andando, existe já um plano de compras e um banco de dados. A gente acompanha muito mais presente nessa questão de acompanhamento do plano preventivo, do plano de manutenção, e equipe que está aqui está muito redondinha, ela é muito antiga, então conhece bem, têm um histórico muito bom dos equipamentos, eles já têm essa percepção, esse feeling mais apurado, já nos sinaliza com antecedência, então quase que a gente não é pega surpresa mais. Mas se eu te falar que tem um plano todo bem certinho, não tem não. Hora acontece, hora a gente vai mesmo, no “vamos ver”, entendeu?

N: Então quando já é sabida a necessidade de fazer uma manutenção, qual é o próximo passo?

5.b. Qual software é utilizado na sua empresa para tarefas de GF? Ou seja, como que se desenvolve esse processo entre saber a necessidade que tem de fazer aquele serviço até executar ele e entregar? Isso entra por um sistema, como é que é?

T: Quando é algum equipamento critico, antes dele entrar pelo sistema, o software deles se chama prisma, era outro se chamava ACTA que era um software francês e agora pouco tempo atrás mudou para o prisma, então isso tudo tem esse banco de dados lá esses fazem, mas quando é muito crítico, primeiro a comunicação é feita verbalmente mesmo comigo “olha estou com um problema sério aqui, vocês vão me resolver?” Isso a gente já toma e aí depois vai se formalizando via e-mail, aí eles abrem uma OS, já nos mandam o número dela, tem uma OS aberta, vamos resolver, vocês têm um prazo para me dar essa peça ou esse equipamento, aí eles vão trabalhando por essa OS que aí como o sistema gera um aviso, uma alerta, então não deixa cair no esquecimento, e assim acontece também com os outros itens deles lá. Então mesmo se prioritário ou não, essa criticidade foi parametrizada no sistema de forma que de acordo com a maior criticidade ele tem um tempo menor de resolução e ele toda hora te manda uma alerta. Na verdade, para a gente não tem essa alerta, manda para o e-mail, para eles e aí o supervisor da empresa fica o tempo todo “e aí gente, estou com o equipamento

parado, e aí, vai chegar, a peça já compararam? ” Então eles que ficam nos alertando o tempo todo, nos mesmos não temos acesso a esse software deles.

N: Quando precisa fazer uma compra de equipamento eles passam para cá, ou como que fazem?

T: Não, eles podem até nos ajudar, mas não tem isso em contrato não questão de compra de qualquer equipamento, de qualquer peça é nossa a gente tem um setor de compras e aí o risco é nosso.

N: Eles fazem requisição e entra no sistema do shopping?

T: Eles fazem a requisição e aí entra nosso sistema que se chama GRUP que é o nosso sistema de compras, aí nós já temos um comprador, e aí ele já começa e aí depende muito de cada questão, as vezes o comprador ele não entende a criticidade do negócio, aí eu como responsável da área tenho que ficar aí “e aí como que vai, comprou? Chegou? Está chegando? ” Na hora que chega a gente faz junto com a empresa a checagem do produto, se vem conforme à especificação, ah, liberou, aí o fluxo de instalação ele entra mais na questão de segurança para nós. Que aí entra alguma permissão de trabalho, dos nossos bombeiros, que se tem a necessidade de acompanhamento de bombeiros, a questão de EPI, dos equipamentos de proteção mesmo, do técnico que vai trabalhar, avaliação de risco. Mas eu vou ser muito sincero, não é uma coisa que toda vez acontece. Nem todas as condições vão ser sempre iguais, nem a situação. E outra, nós temos uma cobrança muito forte da nossa alta direção, isso é muito da pessoa também. Por mais que você tenta explicar que existe um fluxo, que uma avaliação de risco, a questão é resolver e depois preenche.

N: Dentro dessa avaliação para liberar o espaço, precisa fazer uma avaliação de se o espaço está sendo utilizado, se precisa desocupar algum espaço, se tem interação com loja, como maneja isso?

T: Então, quando são nossos equipamentos mais críticos, eles já ficam em espaços de acesso nossos, que a gente não tem interferência nenhuma, agora quando por exemplo, ah tem um vazamento que caiu uma chuva muito forte e rompeu a tubulação dentro de uma loja, se for dentro de uma loja fora de horário é pior ainda porquê da loja, só o lojista tem a chave, então está la vazando, está causando um problema sério para ele, um dano, prejuízo em fim, e a gente também não pode deixar, porque quando maior o prejuízo dele, quanto mais a seguradora paga e o shopping vai ter transtorno com isso, então ai tem um fluxo de ligar, tem pessoas cadastradas, que de tempos em tempos a gente atualiza, de saber quem é o responsável na loja. Então depende, acontecendo nas nossas áreas que a gente tem acesso livre, a gente tem equipe 24 horas, não de todas as atividades, eletricista a gente tem 24 horas, hidráulica a gente tem de 6h às 22h. Pintor a gente tem tanto de manhã quanto a noite, prediais a gente tem também. E atende as regulamentações, tem que ter de auxiliar junto. Não sei se fugi um pouco do assunto.

N: Não é isso mesmo. Então você comentou o software para acompanhar as tarefas, você colocou que é o GRUP de compras e a parte deles é com a VIVANT.

T: A parte deles é o PRISMA.

N: Então depois que a compra é feita pelo GRUP aí volta para eles e eles acompanham pelo PRISMA até reportar o problema como resolvido, né?

T: Isso.

N: E eles dentro do sistema deles, eles têm estatísticas de quanto tempo demoram para fazer atividades e passam relatórios.

T: Se a gente pedir, a gente até tem sim, um relatório de quantas OS foram abertas, de cada categoria, corretiva, as preventivas, como eles mandam um fechamento, um relatório no final do mês, então a gente já sabe que praticamente vai ser sempre um número. É claro que tem OS que entram mensal e outras que já entram trimestral, então já é um pouco maior, abrange mais o *checklist* dela. Então normalmente é um número de equipamentos que a gente tem cadastrados que ele já gera as OS todo mês. Quando tem as manutenções críticas, que a gente chama de grandes manutenções, eles precisam de um aval nosso, que as vezes tem desligamento geral de energia, por mais que isso não vai impactar o lojista, porque o lojista tem a sua energia separada, mas o lojista naquele dia pode ter programada entrega a noite por exemplo, os lojistas de alimentação, as vezes por exemplo McDonalds, três dias da semana chega para eles na madrugada, então tem toda essa logística, elevador tem que estar funcionando. Então quando a gente faz as paradas, a gente fica umas 6 horas com o shopping todo desligado, só o gerador funcionando, só que ele abrange só a iluminação, então assim, parte fica 25, 30% de iluminação, elevadores parados, então há impacto nessa logística. Então a gente sempre combina no dia que vai impactar menos e mesmo assim passa uma circular comunicando todo mundo. Tem obras também, as obras normalmente a energia é nossa, que durante o período de obras eles não tem medidor e então a gente é que fornece energia.

N: Na situação de ter alguma manutenção emergencial, que você não consiga com antecedência combinar com o lojista, mesmo assim o shopping é que tem que liberar para fazer a manutenção?

T: O aval tem que ser nosso, a prestadora nunca pode, a menos que seja uma coisa assim, final de semana, tentou falar comigo e não conseguiu, tentou falar com a hierarquia lá foi tentando e não conseguiu falar com ninguém. A gente tem central de segurança 24 horas, só que eles não têm autonomia para falar sim ou não, então se acontece que não conseguiu entrar em contato, no plano de contingência que a gente tem, “ah tentou falar e com ninguém conseguiu” e vai descendo, a não conseguiu, e agora? A não, nós temos que desligar porque se não vai causar um né, vai causar que quebrou o equipamento, um prejuízo muito alto, ou sei lá, vai pegar foto no empreendimento, ai eles cumprem primeiro o plano de contingência e se não tem o jeito de conseguir o aval de ninguém então eles vão resolver.

N: Mas o normal é o shopping liberar?

T: Exatamente.

5.c. **N:** Qual é o processo utilizado para identificar o equipamento que requer manutenção? Isso é localizar particularmente num espaço, por exemplo, desenhos de referência podem ser planos, esquemáticos dos equipamentos, especificações, utilização de modelos 3d do equipamento, para visitar o equipamento em questão?

T: É, aqui é mais a questão do que já é programado, tem as visitas programadas, Os nossos equipamentos críticos, que se parar, para o funcionamento do shopping, por mais que não haja uma manutenção diária, tem uma visita diária ao local, então eles tem uma visita tanto de nossos bombeiros civis, que eles tem *botons*, que eles tem que ir lá e bater esse *botons* no ambiente para gerar o relatório diário, se não baterem já gera uma alerta para nós que ninguém foi lá no local, e ai depende da atividade, por exemplo se é um gerador se é uma subestação, e tudo o electricista também tem que ir e preenche o livro, então a gente tem que estar também de vez em quando ver se está indo, quais são os horários que estão indo, é claro que a pessoa pode só ir e preencher, mas quer dizer que a pessoa não vai assinar, o “eu assino aqui e não vejo”, então ai induz a ir ao local e qualquer anormalidade que ele vê, um barulho, um ruído, uma fumaça, além, de que nós temos uma cobertura muito ampla de sensores de calor, detector de fumaça, coisas dessa automação que nos ajuda a sinalizar, a monitorar, pela automação se está tendo alguma anormalidade.

N: Esse sistema de automação, se ele gera alguma alerta, ele já identifica a zona ou o equipamento que tem problema, ou vai precisar visita?

T: Normalmente o equipamento ele sabe onde está, então por exemplo está tendo um curto na subestação, o detector de fumaça detectou o alarme, a nossa central que é 24 horas já vai endereçado, subestação, ou localização, doca, ou terceiro piso, segundo, então ele vai mais endereçado na questão de sistema de combate a incêndio e essas coisas.

N: Isso gera para um técnico ir lá ver presencialmente?

T: Na nossa central 24 horas, na hora que ele alarma, ele tem um alarme sonora também, que chama a atenção de qualquer operador, o operador já vem, aí vai bombeiro, vai um técnico específico da área. Na questão de vamos dizer assim, de supervisor de equipamento, só no gerador que nós estamos tendo agora. Que foi esse controlador que nós colocamos, então avaria, se tem uma falha no grupo do gerador que é informado, que aí já mostra, falha no grupo do alternador e assim.

N: o sistema de bombas, de *chillers*, não estão incorporados no sistema de automação?

T: No ambiente sim.

N: Mas no equipamento em se?

T: Só o liga e desliga, nós criamos alguns supervisores por sistema sonoro e visual. Na nossa doca, como a central de bombas ela fica próxima, aí nós criamos um sistema sonoro, com a sirene e luzes. Então por exemplo, entrou a bomba principal, a bomba principal é risco, porque, ou seja, é um fluxo de agua muito grande, a gente tem 12 quilos na rede, quando a bomba principal chega a entrar é

porque o rompimento é muito grande, deu vários picos desses distintos, ou seja, está atando bem no limite. Ou alguém abriu alguma coisa acidentalmente, então assim, como o ambiente da bomba fica muito enclausurado, a gente não consegue escutar, nesse ambiente da doca tem um vigiante 24 horas então qualquer coisa já é treinado, ou os demais que toda vez que alarme ele já chama na hora, na central ao bombeiro, para ir visualizar, então tem esse sistema aí.

N: esse sistema fica isolado aí ou tem conexão?

T: Fica isolado, nós fazemos esse vínculo de lá pra cá via rádio ou ramal, que nosso setor lá tem um ramal, inclusive na casa de bombas a gente tem um sistema antigo americano que você tira do gancho e já cai direto na central então do local que você está já aparecia para eles na central “oh, está na casa de bombas”, sei lá, tem uma pessoa acidentada, socorro, o cara já sabe que está lá, ou se tirasse do gancho e não falasse nada, na central já sabem onde que é. Só que nós desativamos, só que assim, nosso rádio aqui tem uma frequência muito boa, ele pega de todos os pontos, a gente pede para sempre acompanhar esse tipo de local, tem que levar um auxiliar, tem que levar uma pessoa junto. Se por acaso alguém passar mal não estiver sozinho aí embaixo, então assim, é mais nesse controle que a gente está.

5.d. **N:** As tarefas são normalmente realizadas por uma única pessoa ou por uma equipe? Existe alguma diferencia entre os processos se forem realizados por uma pessoa ou várias?

T: Existe por causa do horário, o shopping tem aquela questão, principalmente nossa, como a gente não tem galeria técnica, onde tem tudo lá atrás, trabalha nos bastidores o dia todo e ninguém percebe, né? Então a gente não tem isso, hoje a gente tem que entrar pela loja, o mezanino tudo, tem que entrar pela loja, então automação, telefonia, tudo fica no forro removível que tem na entrada da loja. Então, deu um problema de telefonia, tem que pôr uma escada lá, então está ali no meio do ambiente, o cliente está vendo, então assim, durante o dia, é muito mais restrito o período de manutenção no Mall, que é na área de circulação. E essas coisas mais planejadas a gente deixa para depois das 22h que a gente fecha ou antes da abertura dele, a menos que seja uma urgência mesmo, o cara falou “olha, estou perdendo minhas vendas todas porque minha máquina de cartão precisa de internet, estou perdendo um monte de cliente” e aí a gente abre uma exceção. Mas agora, quando é shopping que já tem uma galeria técnica, isso acontece o tempo todo, e ninguém nunca percebe. Eu trabalho há uns 20 anos dentro de shopping, trabalhei no BH Shopping e no Diamond, lá é muito tranquilo, lá assim, não tem que ver nada acontecer. Aqui a gente tem que ficar assim, minimizando o impacto ali do cliente ter essa percepção negativa e ao mesmo tempo tendo que resolver né.

N: Quando tem que fazer uns serviços técnicos como no quarto de bombas, você fala que tem que ir com um auxiliar?

T: Ou vai com um auxiliar ou comunica na central que está indo. Até porque tem uns sensores de porta então quando abre a central já alarma, então o técnico sempre avisa “central qti”, aí usa o

código q (que estou indo), “qti central de bombas” ai termina lá “55” que resolveu está tudo ok, agora se precisa de alguma coisa “us, us” us é urgência, se aconteceu, então ai a gente já sabe que está lá e a gente envia bombeiro, alguém de resgate.

6. N: Quais sistemas informáticos de GF são utilizados? O PRISMA da VIVANT e o GRUP de compras?

T: o GRUP é de compras e outras áreas também, ele tem a plataforma dele na parte do marketing, questão de gestão dos eventos, de algumas coisas que eles lançam lá, mas ele é mais envolvido a questão financeira, parte da controladoria e compras mesmo estando dentro do financeiro responde a nós, quem mais compra aqui é nosso setor, custo do orçamento ta dentro do nosso custo.

N: Vocês têm um sistema dentro do shopping para registrar esses serviços, manutenções feitas, além do sistema deles no VIVANT. Vocês têm um registro paralelo do shopping?

T: Não, nós temos mais manualmente, ou por access ou excel mesmo a gente cria mais consolidados. A partir dos relatórios que eles nos enviam e alguns indicadores que a gente acompanha internamente, a gente monta um consolidado com os percentuais e tudo, até para nos posicionar, assim, esse indicador está mês a mês caindo, se dá um desvio de uma alerta, vamos focar nisso aqui porque não está legal, mas nós temos os SLA que são nossos indicadores de performance que temos contratualmente com as empresas tanto a de limpeza que é a VISANT, quanto a VIVANTE que é de manutenção, na qual eles tem que nos atender nos porcentual mínimo exigido, no mínimo essa margem de atendimento, então o ideal seria claro, 100% de tudo, mas ai a gente vai acompanhando.

N: Vocês vão acompanhando pelo access ou excel, né?

T: Excel, eles conseguem acompanhar embora eles não conseguem jogar tudo dentro do prisma, a maior parte do que eles fazem, que são checklist, mais apontamento manual mesmo. Mas a maior parte das coisas que a gente faz, a gente gosta de atuar pontualmente, então por exemplo, tem um indicador diário que é fornecimento de agua, eles têm uma sistemática que eles têm que garantir o fornecimento para mim, não adianta depois que faltar agua eles chegar e falar “oh, faltou” aí, já tem uma penalização contratual então eles têm vistorias diária, esses sistemas supervisores que eles criaram sonoros, nível de caixa d’água também. Isso foi eu que criei na época eu estava lá que para garantir, porque? Se você confiar só na equipe, um dia tem um funcionário que é mais comprometido que faz as vistorias que vai realmente in loco e tem uns caras que descuidam, começam a escrever “ah fui lá” sem ir mesmo, vai no achismo. Agora a gente foi criando situações para induzir a pessoa para ir lá, pessoa tem que chegar lá e preencher no livro que esteve no local, se viu alguma anormalidade para comunicar aí.

N: O shopping exige a entrega desses relatórios de forma regular, pontual, ou tem alguma contrapartida para o shopping verificar que isso está sendo feito dentro dos parâmetros?

T: No caso de fornecimento de agua, consumo de agua, as vistorias nossas de banheiro e praças de alimentação são diárias, então todos os dias eles nos mandam assim, checklists e o que que ajuda garantir? Vou dar um exemplo de fornecimento de agua, por mais que o técnico vá 5 vezes ao dia checar essa bomba está funcionando, se a bomba reserva está ok, em caso dela parar se está no sistema automático, que ele vai automaticamente e uma para e a outra entra, o sistema de boias, vai comunicar, por mais que ele faça isso várias vezes, ele pode acabar de chegar na caixa de agua ver que o nível está ok, e ai ele vira as costas e coincidentemente uma eletro boia queima e pronto, ai até ele voltar gera um período, incluso nossos reservatórios não são tão grandes: faltou água, “pô, mas eu estive lá agora”, então assim, além disso, nós criamos redundâncias, do tipo, ele tem uma boia de nível, que ele tem um último estágio que é a alerta máxima, ou seja, me garante 3 horas só de agua que aí eu tenho outros reservatórios que eu vou quer que interligar, abrir o by-pass de outro, então

tem reservatório de um lado de do outro, então tem o principal onde chega da COPASA o posso artesiano, a gente tem três bombas, beleza, chegou a água aqui em cima, beleza, desce por gravidade para abastecer todo mundo, banheiros, praça e loja. Cada caixa de água é de 100m³ que dá uma autonomia mais ou menos cada uma de um dia e meio para o meu consumo aqui, aí, o que que acontece? Mesmo assim eu tenho um by-pass que se uma por algum motivo romper ou eu tiver que fechar essa caixa, eu consigo alimentar esse lado de cá do shopping. A gente tem dois setores que a gente chama de expansão que é a parte nova e a parte antiga de revitalização, cada um acessa a uma área do shopping, mas eu posso abrir o by-pass e abastecer tudo por essa ou tudo por essa, depende do que eu precisar, até quando preciso acessar dentro dela, tenho que lavar, higienizar, impermeabilizar, fazer outras melhorias na caixa, não preciso deixar sem água o empreendimento. E foi coisa que a gente fez recentemente como melhoria e ao mesmo tempo a supervisão que eu te falei.

N: Vocês monitoram por exemplo os níveis das caixas de água?

T: monitoram em várias vistorias in loco e ao mesmo tempo nós colocamos as bolhas de nível, então por exemplo, quando chega num determinado ponto ele vai alarmar online na oficina da empresa e já toca sonora, na oficina que eles tem lá embaixo, que sempre tem técnico, 24 horas, então os técnicos que estão lá, mesmo não sejam da hidráulica, por exemplo os eletricitas eles já sabem “tem um alarme, deixa eu dar um pulo agora”, depois das 22h não tem hidráulico, ai mesmo assim, chegou nesse nível, a boia está queimada, tem algum problema, tem uma segunda alarme, que na medida que vai descendo ele continua alarmando, então já induz a pessoa ir no local “opa, nossa, deu problema” enquanto estão trocando ele tem autonomia para mais umas 5, ou 6 horas e no nosso almoxarifado sempre vai ter um estoque mínimo desses itens críticos, de boias, juntores, contadores, desse equipamento que não adianta, a bomba não funciona se o contator queimou, ele tem reserva mas não vai adiantar, então cada dia que passa a gente tem cercado mais, já foi muito falho no passado.

6.b. **N:** Quais parâmetros dos sistemas de GF são utilizados para tomada de decisões? Isso por exemplo como saber que um equipamento precisa uma troca porque fica mais econômico trocar do que continuar dando manutenção neles, quais relatórios precisam para essa tomada de decisões?

T: Por exemplo, tem coisas que não gosto nem de falar, pois como eu sou de manutenção sinto até mal, mas quando você está no dia a dia é que você começa a ver, nós temos um problema muito sério, que nós temos um abastecimento aqui, o 70% de nossa água é de posso artesiano, nossa água é muito dura tem muita sílica e em fim, e como nossas bombas a maioria é por selo mecânico, elas acabam que na maioria por mais que tem filtros e tudo essa água ela causa muito desgaste nossos equipamentos, nas bombas em se, nos selos. Então quando ela começa a dar um problema na bomba, por mais que você detecta ele no preditivo, começa a sentir o gotejamento a mais ou uma gaxeta, no primeiro momento era “vamos trocar” só que o seguinte, se eu trocar agora esse selo ou eu deixar ele desgastar e levar até o máximo que eu puder depois, mesmo sabendo que eu até tenho uma outra bomba de redundância na mão, eu vou preferir trocar e vou ter um espaçamento maior, que hoje em dia essa mão de obra é muito específica, então se eu detectar num primeiro momento que está com problema o custo pode ser até o mesmo, porque nós já fizemos assim, estudo de que aquilo não vai impactar no restante do equipamento, digamos lá, a bomba e tudo, tipo de dizer assim se eu não corrigir agora ele vai danificar outros mecanismo da bomba. Aquele problema ali que é um problema pontual nosso por causa dessa água ele vai impactar o selo mecânico o rolamento, alguma coisa mais do tipo que se eu trocar agora ou eu trocar daqui a um ano, o custo vai ser o mesmo, só que eu não tenho orçado várias manutenções, eu trabalho com um orçamento, até porque se eu chego no meu

gerente e eu falar, eu vou gastar 10 mil, ele vai falar “não, não consigo te dar isso aí”, faz o possível por você gastar o mínimo. Então tem coisa que como a gente já conhece o equipamento, algumas bombas aqui têm 25 anos, então a gente faz estudo de viabilidade, “é melhor a manutenção, ou comprar uma nova?” Quando é um custo acima de 40% é sempre comprar novo, então “não chegou no 40%, é um equipamento bom é um equipamento antigo que não dá problema, aí a gente da manutenção nele.

N: Coisas de frequência maior, por exemplo problema nas pias dos banheiros, vocês têm relatórios estatísticos para saber se fica melhor trocar todas as chaves do que continuar usando os mesmos?

T: Nós temos um problema sério, por estarmos no hipercentro, nosso banheiro é cobrado é difícil de se ver isso em shopping, mas se a gente não cobra também, qualquer pessoa, qualquer loja que tiver próxima, ou seja a demanda ia ficar muito grande, e o nosso cliente mesmo ia ter que disputar. Pelo nosso uso, ele é muito tenso, depois que vai de quarta em diante é muito alto, então nossos equipamentos têm que ser de qualidade e ainda entra a questão do manuseio, que as pessoas não são, por exemplo na torneira automática, se a pessoa vai lá um toque, espera, lava o problema é que as pessoas...

N: Sempre tem que assumir que vai abusar, né?

T: Exatamente, e a limpeza do equipamento em si, tem essa questão de estética, que a gente troca porque é inviável dar um banho de cromo, se você cromar a torneira, por mais que a gente orçou, de todas as formas fica em torno de 80% de uma torneira nova, quer dizer que a torneira nova vai vir com os mecanismos novos, com embalo, com os *o-rings*, com tudo novo, já com garantia e se você trocar só os reparos, você não vai ter essa garantia, então é assim, essa análise de manutenção nossa ela é muito frequente.

N: Imagino que também para alto-falantes nos corredores.

T: Não, os alto-falantes a gente tem uma empresa que mensalmente eles vêm mensalmente e fazem esses testes de ambiente de volume, se está funcionando e fazem anuncio. Que hoje a gente não tem anuncio, mas já teve no passado então tem que estar tudo 100% inclusive os locais na área técnica, no estacionamento, quando tiver que fazer um sinistro que todo mundo tiver que abandonar o shopping, tem que estar compreendendo todas as áreas.

N: Então para lâmpadas tipo marca, modelo de lâmpada, vocês têm estatísticas de qual funciona melhor?

T: Temos, nós fizemos um retrofit dessa área de lâmpadas em 2014. 100% de nossas lâmpadas são LED hoje, então a gente já diminuiu bastante a carga operacional, o tempo ali. Diariamente era 15 e 20 OS para substituição de lâmpada, não só no Mall, como nas rampas, hoje deve ter uns três anos que não troca nem uma lâmpada. Então o tempo que nosso técnico usava para manutenção, hoje ele usa para fazer melhoria, trocar um circuito mal dimensionado, fazer uma manutenção mais tranquila no quadro, implementar melhorias. Então a gente ganhou muito com isso. A gente tinha quase que pagar sempre para vir uma empresa para fornecer esse serviço, porque não tinha tempo, hoje o técnico já tem um tempo a mais disponível por ele não estar fazendo isso. Dentro dos banheiros a gente tem essas vistorias diárias, cada dia pessoa da hidráulica, 6h já vai e dá uma verificação geral, funcionamento de todas as torneiras, funcionamento de todas as descargas, aí já vem um técnico da predial também, já checa portas, trincos, se as portas estão fechando, se os papeleiros estão funcionando, ou seja para 9h para o shopping abrir, está com o tempo do cliente chegar e utilizar, até porque é pago o cliente vai exigir mais, e tem uma pessoa da limpeza também que faz essa vistoria questão de estéticas, eles já todos tem checklist que já chegam o supervisor já registra quando tem algum problema que consegue resolver na hora ele já anota que existiu o problema foi corrigido na

hora, quando não dá para corrigir na hora ele já passa para o encarregado que cuida de toda a parte de qualidade deles lá, então ai já abre uma OS, já põe para acompanhamento, já digitaliza o checklist, já manda para a gente que diariamente a gente recebe, praça que são as cadeiras, mesas, que a gente tem que tentar detectar alguma trinca antes do cliente cair, machucar e tudo e os banheiros estar 100% na hora da abertura, e hoje a gente tem dois sistemas que acho que vão ser importante para você colocar na sua pesquisa, que sistema de descarga nosso, ele era 100% a vácuo, então ele é um sistema a vácuo muito econômico, sobre a ótica verde, ambiental, porque uma descarga de válvula convencional é de média 10L e depende do que tanto a pessoa segura a mão, de descarga de caixa acoplada em média de 7,5L a 8L e a vácuo 1,8L.

N: Mas você fala que antes era a vácuo?

T: Antes falo assim, quando eu cheguei aqui no 2010 era 100% a vácuo, hoje a gente tem 40% a vácuo e o restante é um sistema que foi desenvolvido que trouxe esse equipamento dos estados unidos que é uma mini central a vácuo, porque hoje a gente tem uma central que ela gera vácuo pela tubulação para dar essas descargas, hoje a gente já não precisa mais, 60% nós implantamos essas descargas acopladas com sistema que se chama FLUSHMAID, depois se você quiser pesquisar, então assim o consumo dela é 3,5L então assim, ele não é tão econômico quanto o sistema a vácuo, mas desde o ponto de vista de implantação, de investimento, ele é muito menor.

N: É o mesmo de quando foi a mudança das caixas de aquecimento de agua geral para o prédio para os aquecedores individuais.

T: Exatamente, então tira de uma central ali para um equipamento meio que individual ali. É isso aí, quase não dá problema esse sistema a vácuo e como nosso fornecedor nos deu 10 anos de garantia, todo que acontece nela eles fornecem o novo equipamento, trocam por outro. Agora no sistema a vácuo a gente tem manutenção que entra no sistema critico também, tem duas bombas de vácuo, tem os tanques de descarte, que contem esse esgoto e daí deriva para outra coisa que é o PRESENTE, que o programa de realizamento de esgotos não domésticos, então a COPASA ela em 2010, ela determinou esse programa para empreendimentos que eles consideram não domésticos, então o esgoto secundário de piso e tudo, eles fazem um analise mensal e a gente tem que tratar esse esgoto aqui, tem que estar dentro dos parâmetros para a gente não ter que pagar multa, fora essa questão depois vai desmembrando.

7. N: Existe algum BIM da facilidade?

7.a. Quais informações são utilizadas pela GF?

7.b. Qual o formato de arquivo ou base de dados utilizado?

7.c. Existe integração do BIM com outros sistemas?

7.d. Quais departamentos tem acesso ao BIM?

T: A gente não tem implantado a questão do BIM não. Apenas a gente faz aleatoriamente, através de algumas ferramentas básicas, excel, um relatório, a gente tinha muito problema de vazamento em loja quando chovia, como te falei parte da estrutura passa meio de longe, rede de agua pluvial e tudo, e ai acabava que quando acontecia, ai a gente recorria aos relatório anteriores, então do tipo “ah aquela vez que aconteceu foi decorrente disso”, então quando a gente já ia tomar ação, a gente já vem eliminando parte de aquilo, mas ela relatório impressos, ou as vezes eletrônico mesmo, mas word, fotografia, não era um sistema que você vá num bancos e dados com uma palavra chave, por exemplo sala 2, e ai me fala tudo o que aconteceu aqui, desde a construção. Mas é muito interessante, até porque esse problema que nós tivemos hoje, primeiro é a questão do acesso, que quando você vai construir você já tem um planejamento, se vai passar uma tubulação, por onde vou fazer uma visita? Uma janela de visita, hoje a gente não tem isso, por exemplo hoje tivemos que quebrar o gesso,

que ficou aquela coisa meio assim, colocamos um tecido, um tnt em cima, mas na hora que corrigir, aí tem que esperar secar para ver fazer esse forro, sendo que era simplesmente abrir uma porta. Eu vou até pesquisar mais ao respeito, daí quem sabe, porque isso seria ideal para mim, dá uma velocidade, agilizaria muito o processo

8. **N:** Existe algum sistema de vigilância digital? Isso inclui câmeras de segurança e também algum outro sistema ou dispositivo como sensor de presença ou de ruído, etc.

T: Então hoje essa parte nós estamos trocando, a gente dá um foco como importância muito grande, nessa questão toda até porque pela questão da gente estar no hipercentro, de a gente ter um público variado, embora a gente não tem muita incidência não, delitos, nada de roubos, muito pequeno, e quando acontece, pequenos roubos de um chocolate, negocio assim, numa loja de departamentos da americanas, graças a Deus a gente não tem grandes problemas com relação a isso, mas é uma ferramenta que a gente utiliza muito, para identificar pessoas, situações, sinistros então a gente tem feito um uso muito algo em questão de vigilância e CFTV, hoje a gente tem câmeras ai de 360 graus, que filma em 360 graus, por infravermelho, por movimento, então por exemplo, está vamos dizer, na noite, na madrugada, teve qualquer movimento ela já busca o foco e começa a gravar e questão de armazenamento a gente tem ai servidores de mais 200TB, então que consegue manter um arquivo ai há 3, 4 meses, entendeu? Um plano de descarte. Então a gente consegue buscar muita informação de um período de 160 dias e as câmeras também a precisão são todas, uma grande parte do que está na parte de circulação, temos câmeras de reconhecimento facial nas portarias, de contagem de fluxo de pessoas, então nosso fluxo hoje, antigamente era feito por infravermelho, só que ele é meio falho, se entrava um casal abraçado ele contabiliza uma pessoa e isso hoje ele reconhece uma movimentação tempo integral, então duas pessoas mesmo estarem juntas ele por face vai ai contabilizando, está muito mais preciso hoje nosso controle de fluxo, então esses números em torno de 60 mil pessoas diariamente eles são bem reais mesmo, a margem de erro dele é muito próximo, é mínimo.

- 8.a. **N:** Quais eventos são registrados? Você já falou que tem acesso onde uma área não deve ter movimentação e contagem de pessoas, tem alguma outra coisa que o sistema está registrando?

T: Reconhecimento facial, voltado para essa parte de vigilância mesmo, né?

N: Para qualquer outra coisa que poderia utilizar o sistema, que vocês levem registro de quantas vezes acontece, ou das ocorrências particulares.

T: normalmente assim, muito pouco, a gente tem ocorrência sim de pessoas suspeitas, então normalmente a gente quando há uma pessoa suspeita, uma vez que a gente rastreia uma pessoa, ou ela comete um delito internamente, a gente cadastra ela, assim como fizer o cadastramento dela, eu vou ser muito sincero, já aconteceu duas ou três vezes, que a pessoa quando ela entra ela já sinaliza na central, aí a central já coloca um vigilante para acompanhar e tudo.

N: E além da contagem do fluxo de pessoas, tem alguma outra contagem estatística?

T: De fluxo de veículos, esse é feito através da própria cancela de entrada e saída, porque ele tira o tíquete. As nossas cancelas de entrada e saída, além do controle das câmeras do CFTV comum, você tem na própria terminal uma câmera interna que ele focaliza bem o rosto do condutor e tem câmeras que reconhecem a placa, então se cadastrarmos uma placa de um determinado veículo, assim que ele chegar, ele também é sinalizado, da mesma forma também que quem é mensalista aqui igual é o meu caso, eu não preciso tirar ticket nem nada na hora que meu carro já chega a placa já é reconhecida e libera a cancela, então ela reconhece tanto para entrar quanto para sair, então esse fluxo de veículos também tem essa estatística, a questão dos banheiros, a gente consegue mensurar

quantas pessoas entram no banheiro, qual que é a nossa receita, que na verdade a gente não tem uma receita no banheiros, eles auto se pagam pelo consumo alto tudo, então a gente só deixa de ter esse custo no nosso orçamento, que teoricamente, segundo os nosso entendimento ele gira e ele tem essa receita que se auto se paga. Mas aí a gente tem número das pessoas que visitam os banheiros diariamente, saber os banheiros mais visitados, incidência e tudo para mensurar o consumo de papel, de descartável e tudo, assim ter esse paralelo entre o consumo diário descartável per capita que em média cada pessoa consome, então esses números aí a gente consegue ter.

8.b. **N:** Quais departamentos tem acesso aos dados do sistema?

T: GEOP que é gerencia de operações e o próprio departamento de segurança mesmo, que ele já tem um organograma pronto que responde a nós, mas eles, algumas decisões são tomadas com nossa anuência.

N: Mas os dados de estatística, fluxo de pessoas, veículos, etc.?

T: Esse todo mundo tem acesso assim, de conhecimento, quem alimenta tudo é o pessoal, a empresa que é terceirizada de ESPAÇOTEC, que eles fazem a gestão de tudo do espaço, as cancelas, manutenções e tudo, do software que acompanha, que é da empresa WPS e quando o próprio sistema já emite relatório e a gente consegue entrar com acessos a esses relatórios são funcionários de meu setor, é restrito a senha com auditoria, desde um local com acesso restrito.

8.c. **N:** Existe alguma integração do sistema de vigilância com outros?

T: De vigilância no caso do estacionamento sim, que ele, das cancelas, das catracas dos banheiros, a questão mesmo de câmeras. Ah nós temos acessos biométricos também, por exemplo para entrar no shopping, cada lojista cadastra os funcionários, na biometria, então de manhã, só se ele for recente o funcionário novato que ainda não deu tempo de cadastrar, que ele entra através de um formulário de autorização, com o cadastro do proprietário ou gerente responsável da loja carimbado e tudo e mesmo assim tem uma semana para ele providencia a biometria dos funcionários, uma vez só antes do shopping abrir que essas pessoas entram através de acesso biométricos. Os funcionários aqui, o acesso a nossa administração, tanto aqui o acesso é só de quem trabalha aqui dentro, aqui em cima mesmo, nem a vigilância nossa tem, como tem porta de emergência, porta corta fogo que acessa aqui, por dentro ela já abre em caso de pânico, ela abre automaticamente, para fogo, da escada para dentro ela é fechada, tem fechadura, então quando segurança precisa fazer uma vistoria interna e tudo eles fazem através de fechadura. Eu não sei em qual pergunta que vai encaixar, nós temos também um sistema de *botons*, as vistorias são feitas através de *botons*.

N: Isso encaixa aí também, porém você comentou que o dos *botons* é utilizado também pelos bombeiros, caso tiver alguma coisa estranha acontecendo.

T: Além dos locais onde tem equipamento dos bombeiros, casa de bombas, reservatório da água de incêndios, de *drench* de tudo, nós colocamos em várias escadas de emergência, vários pontos que são afastados, até para induzi-los a ir nesses locais, várias vezes ao dia, e a gente gera um relatório para ver que realmente estão indo.

N: esse sistema dos *botons* também está junto com o das câmeras ou outros sistemas também?

T: Não, tem câmeras próximas, mas não estão interligados não. Em alguns pontos, na maioria dos pontos o operadora de CFTV ele consegue visualizar a pessoa indo e tudo para que isso não gere nenhum alarme, ele antes, quando a gente tinha uma empresa para fazer a gestão desse processo, quando a pessoa deixava de ir num determinado horário essa central da empresa ligava e avisada, “olha até o momento não foi feita a ronda das 6h” ou “não iniciou a rotina” mas hoje tem internamente, a gestão é feita por nós, e agente confere por meio de relatórios, vai la tira

aleatoriamente para ver se a pessoa está indo, durante a madrugada, que a gente precisa saber que a pessoa está indo, mas é uma forma de fechar esse círculo.

Apêndice E – Transcrição Entrevista C

1. **N:** Qual é sua posição atual?

1.a **N:** Que tipo de atividades realiza diariamente?

1.b. **N:** Você gerencia funcionários? Se sim, quantos?

2. **N:** Que tipo de treinamento de gestão de facilidades é realizado na sua empresa para funcionários novos e existentes?

2.a **N:** Com qual frequência, quanto tempo, que tipo (vídeos, professores, módulos, etc.)

2.b. **N:** Funcionários novos vs. existentes?

2.c. **N:** Treinamento específico para algumas operações (por exemplo Manutenção).

3. **N:** Este método de treinamento é efetivo, existe algum método para medir efetividade?

4. **N:** Como é realizada a transferência dos dados de Manutenção e Operação da fase de construção para a equipe da gestão da facilidade na conclusão a construção?

D: Há 2 anos o shopping implantou um programa de gestão de manutenção, e toda manutenção de equipamentos do shopping é acompanhado por esse programa, se chama “OPTIMUS”, a empresa se chama “Expe”. E antigamente a manutenção era realizada através de fichas, os dados eram lançados manualmente, hoje a execução é toda pelo aplicativo, então os funcionários descarregam num tablet ou celular e através de leitura de um “código” eles fazem as manutenções preventivas, corretivas, semestral, dependendo do período de caducidade de cada equipamento.

N: aí quando eles escaneiam esse código estão todas as informações do equipamento?

D: Não, as informações do equipamento não, porque ele permite cadastrar as informações do equipamento, mas a princípio é só um plano de manutenção geral. Por exemplo: um ventilador, então tem um plano de manutenção cadastrada para todos os ventiladores. A supervisão faz o controle das “OSes” que terão que ser realizadas e nós enviamos para o técnico. Aí o técnico no dispositivo dele, com o login dele, a tarefa chega específica para ele. Por exemplo, aparece nivelar o ventilador 34, aí o técnico vai no ventilador 34, vai fazer a leitura do código e aí vai abrir para ele quais são as sequências de tarefas que tem que realizar em aquele equipamento.

5.a. **N:** O processo muda entre uma tarefa preventiva e reativa?

D: Uma corretiva planejada ou emergencial é através do mesmo sistema, porém a corretiva permite que o próprio técnico faça a abertura dela no próprio aplicativo, por exemplo, o técnico passa e vê uma lâmpada queimada, ele mesmo vai lá digita o local que está, qual equipamento é, e qual a correção que ele tem que fazer e ele abre uma corretiva, a partir do momento em que ele abre uma corretiva o programa começa registrar o tempo dele, depois ele coloca o material que ele utilizou e no final fica registrado quanto tempo ele gastou e também registra o conforto.

N: se ele precisar de algum material para fazer aquela manutenção?

D: ele tem que solicitar para o centro de compras. Ele solicita de forma oral, preenche uma ficha manualmente. Solicita uma lâmpada, o comprador vai disponibilizar uma para ele, e dá baixa dessa lâmpada no sistema.

N: e na hora que ele solicitar o material é através de uma descrição e ela gera um código?

D: isso, quando ele abre uma ordem de serviço ela gera um número, e aí vincula esse material a aquele número, e quando o comprador jogar essa descrição do material vai cair especificamente nessa ordem de serviço que foi aberta com o detalhe, especificações de preço, quantidade e tudo.

N: e essa parte de compras é parte de outro sistema?

D: sim, é outro sistema, não compartilha a base de dados, é um sistema duplicado, o comprador tem que registrar os dados em dois sistemas, no sistema de manutenção, e no sistema de compras, que é totalmente independente.

5.b. **N:** Qual software é utilizado na sua empresa para tarefas de GF? Incluindo modelos, ordens de trabalho, gestão de documentos, etc.

D: Sistema: OPTIMUS.

N: Tem algum outro software que é utilizado para realizar as tarefas de GF?

D: Não.

N: esse sistema inclui modelos, ordens de trabalho.etc?

D: sim, gera gráficos, faz gestão de *checklist*, por exemplo: todo dia o bombeiro faz a leitura do hidrômetro e marca, aí o sistema pega esse dado e monta um gráfico de acordo com o que foi registrado, dá para saber o consumo, monta um gráfico de acordo do que foi registrado.

N: e esses dados que ele cadastra são genéricos ou você pode cadastrar para qualquer equipamento, por exemplo para duto de pressão ou *chiller*?

D: não, geralmente na área técnica é geral para qualquer equipamento, ele vai colocar um valor e vai gerar um gráfico. Você solicita o que quer ler e aí o sistema vai te dar um dado, quem está abrindo tem que saber interpretar o que esse dado significa.

5.c. **N:** Qual é o processo utilizado para identificar o equipamento que requer manutenção? Por exemplo – desenhos de referência e especificações, visualizar modelo 3D, visitar o equipamento em questão.

D: Método *QR code* e a lista de tarefa. No sistema aparece onde está localizado o equipamento apenas pela descrição, não graficamente. Acaba não sendo um problema porque o shopping é pequeno, é fácil identificar.

N: você tem os dados de quantos metros quadrados tem área de loja?

D: a área total é de 22,000m². A área total do shopping acho que é 90,000m², não tenho certeza. Esse tipo de dados (sistema 3D etc.) o sistema não disponibiliza ainda está numa fase bem inicial, caso precisar é manual. Como o shopping é do 1996 muita coisa não está digitalizada. Antes do sistema de manutenção o histórico para mim é como se não existisse, a rotatividade na cadeira onde eu me sentei teve muitas mudanças em pouco período de tempo, não havia uma passagem das informações do equipamentos de um para outro, por exemplo, eu comecei meu histórico de zero e nem tinha o programa ainda, eu tenho histórico dos equipamentos mais importantes, os mais caros por exemplo o *chiller* de refrigeração, mas dos equipamentos pequenos como um ventilador, de dois anos o antes eu não sei o que foi feito em ele. Mesmo sendo no papel anteriormente, tinha um programa que o técnico preenchia as informações no papel, chama "Astrein", porém o shopping trocou de sistema ou acabou a licença não sei se manteve as informações salvas ou pode acessar a elas, o se a partir do momento que se perdeu o contrato, se perdeu tudo o que tinham. Mas por exemplo, tem coisas como um equipamento que custa 2000 reais as informações são irrelevantes para mim, o mais importante são os mais caros, e precisa saber um histórico mais detalhado, porque tinha um contrato com empresa terceirizada. A partir que se implantou o sistema consigo acompanhar. O histórico pré, eu mesmo não acompanho.

5.d. **N:** As tarefas são normalmente realizadas por uma única pessoa ou por uma equipe?

D: Geralmente por uma equipe. Mas o sistema tem login individual. Se aparece alguma tarefa que o funcionário não consegue fazer sozinho e precisa de apoio ele vai fazer com ajuda dos integrantes da equipe dele, mas o programa permite que você registre que outro funcionário estava trabalhando com você.

N: as tarefas no piso do cliente normalmente são feitas por uma pessoa ou tem uma equipe?

D: sim, aí vai muito relacionada com o que mandam as normas de segurança, mas as equipes aqui são bem divididas, equipe de manutenção mecânica, elétrica, hidráulica, manutenção predial.

N: e antes de fazer essas tarefas tem que ser feita uma avaliação de risco?

D: quando são tarefas não rotineiras, é realizada uma análise de risco através de um documento chamado APR, análise preliminar de risco, e tem outros dois tipos de processos que dependem também do tipo de tarefa que seja.

N: e esses dados são fornecidos por OPTIMUS?

D: não, esses dados são exclusivos da empresa terceirizada. O setor de segurança deles acompanha. Isso não é alimentado no sistema. Quando é uma tarefa mais detalhada que necessita de um acompanhamento técnico maior, geralmente o supervisor da área realiza um relatório, por exemplo, precisa uma manutenção numa torre de refrigeração, aí o supervisor da área acompanha a tarefa e desenvolve um relatório, mas é totalmente desvinculado do sistema, o relatório é mais para nível gerencia, para eles saberem o que foi feito.

N: se por exemplo houver uma tarefa de esse mesmo exemplo, da torre de refrigeração, se quiser informação de qual procedimento de risco o de serviço que deve ser feito está disponível na base de dados ou tem que procurar em outro lugar?

D: não, essa análise tem que partir mais do supervisor da área mesmo.

N: e é realizada no momento ou já tem um cadastro de quando foi feito ou olhar um manual antes para saber como fazer?

D: na realidade não tem um cadastro para isso. Não temos um manual prévio mesmo para tarefas que não sejam rotineiras, é mais envasado na experiência de quem tem que fazer a tarefa que faz parte da equipe, algumas coisas eu já consegui determinar alguns procedimentos fáceis, aí eu criei um checklist no sistema onde orienta qualquer pessoa, alguém que tenha um mínimo de conhecimento, um *label* da área técnica, um eletricista por exemplo, que nunca acionou à central de refrigeração, através desses procedimentos que eu criei ele consegue acionar.

N: através do sistema OPTIMUS?

D: sim, ele procura e já vai aparecer o checklist de acionamento passo a passo.

N: e pode alimentar com imagens?

D: sim, pode alimentar com imagens também, mas só quando tem uma irregularidade é que realmente vai usar, porque senão o sistema fica muito pesado, e como no país inteiro utilizamos, nos 22 shoppings da rede então se tiver informações demais fica muito pesado.

N: é nacional que utilizam o sistema?

D: sim, é nacional a utilização do sistema.

N: e as informações que você alimenta no sistema os outros shoppings podem acessar?

D: sim, mais só ao nível inicial.

N: se por exemplo, vocês receberem um equipamento novo que antes não tinham aqui, mas estavam utilizando em outros shoppings já vem com as informações?

D: Já tem um plano pré-criado para um equipamento com as mesmas características, se existe uma rede o sistema disponibiliza, já cria um plano preventivo e a gente delimita datas, tem uma lista de mais de 100 dispositivos diferentes que vai desde extintor incêndios a um chiller, e aí você consegue criar um plano preventivo, e as tarefas que são necessárias já existem e eu consigo associar ele a um equipamento novo, por exemplo, chegou um

equipamento novo hoje, eu consigo cadastrar e associar esse *Qrcode* novo com um equipamento, se for necessário ou não.

6.a. **N:** Quais eventos são registrados no sistema de GF?

D: Toda manutenção realizada em um equipamento deve ser registrada.

N: foge um pouco para a parte de vendas, mas, e os dados estatísticos ou de fluxo de pessoas?

D: já teve, mas aí não é no setor de manutenção, tem um setor específico, mais hoje não sei se eles realizam esse tipo de estudo.

6.b. **N:** Quais parâmetros de operação são monitorados pela GF? Algum específico por exemplo tempo entre serviços, vida útil?

D: Na verdade esses parâmetros acompanhamos de acordo com o andamento, para mim saber quando foi trocado um equipamento ou a vida útil, tenho que abrir as tarefas anteriores ou saber quando foi trocado pela última vez para poder especificar. Parâmetro específico de acompanhamentos como leitura de energia, leitura de água, de funcionamento, temperatura do ambiente, esses são os que a gente acompanha.

N: e os parâmetros de níveis sonoros, de iluminação, vibração?

D: Não, a gente faz uma análise com uma empresa terceirizada uma vez a cada seis meses ou anual dependendo das necessidades internas, esses estudos de sons, iluminação, só são feitos quando vai fazer uma grande alteração, por exemplo, o shopping há um ano e meio mais ou menos trocou a iluminação toda para led, aí foi feito um estudo luminotécnico para saber a quantidade de lumens, e o impacto que ia trazer, mas em caso específico, não acompanhamento rotineiro.

6.c. **N:** Quais parâmetros dos sistemas de GF são utilizados para tomada de decisões? Por exemplo de saber quando é melhor trocar um equipamento que continuar dando manutenções ou algo assim?

D: talvez os parâmetros mais utilizados para tomada de decisões é a leitura de água dos poços artesianos, para saber se precisa baixar o volume, ou se precisa trocar a bomba, ou aumentar a demanda de água. Por exemplo, eu já utilizei os parâmetros de leitura de energia para tomar algumas decisões no caso de consumo, consigo ver que horas os equipamentos foram ligados e desligados, com esses dados consigo tomar alguma decisão para poder gerenciar e fazer uma economia de energia.

N: tem influência sobre as zonas ou áreas donde essas coisas acontecem dentro dos parâmetros que você precisa para essas tomadas de decisões, por exemplo influencia saber onde estão esses consumos?

D: não, eu consigo saber mais de forma geral.

N: mas seria de interesse saber essa informação?

D: não, acredito que não. Até porque as lojas são bem dependentes do condomínio.

N: mas se são por exemplo as áreas de estacionamento, corredores, praça de alimentação.

D: a gente tem umas leituras bem específicas, eu com a parte de manutenção mecânica, acompanho o consumo da central de água gelada, e lá eu tenho um leitor específico para ele, aí eu consigo saber que foi de lá, agora de forma geral não tenho assim para áreas específicas eu não consigo acompanhar, até porque a utilização do corredor é pouca, a única coisa que o shopping provê é limpeza e iluminação. As lojas são independentes na tomada de decisões deles, o shopping só exige alguns parâmetros de consumo de energia e água que é cobrada para eles, mas eu acredito que coisas mais específicas do setor não faria tanta diferença.

- 6.d. **N:** Existe integração destes sistemas de GF com outros?
D: O “SAP” e o OPTIMUS não estão ligadas, cada um é totalmente independente.
- 6.e. **N:** Quais departamentos têm acesso ao sistema de GF?
D: O OPTIMUS somente o departamento de operações, gerência e coordenação, diretor de operações consegue o olhar. O outro sistema, SAP contém toda a gestão financeira, tanto de aqui quando em outros shoppings.
7. **N:** Existe algum BIM da facilidade?
D: Não.
8. **N:** Existe algum sistema de vigilância digital
D: Sim. Sistema de segurança, câmera de segurança digital com registro, controle de acesso, todos os funcionários do shopping precisam acessar antes do horário de abertura, depois do horário de abertura os funcionários devem passar a digital com um segurança acompanhando para saber se está autorizado ou não a aceder ao condomínio, as cancelas também têm controle de acesso independente, tanto para cliente quanto para funcionário. Tudo é acompanhado.
- 8.a. **N:** Quais eventos são registrados?
D: Ele não tem um sistema de gestão, é feito de forma manual e visual, tem um sistema manual, e uma sala de gravação com os seguranças acompanhando, não tem um sistema de segurança específico, só ocorrências particulares, que são registradas de forma manual, até quando fechou o shopping e ficou um garfo em cima da mesa o segurança registra.
N: então é mais virado à parte de ocorrências de irregularidades?
D: sim.
N: dados estatísticos são cadastrados?
D: não.
N: eles não verificam, por exemplo, quantas pessoas entram no shopping diariamente?
D: não, controle de fluxo não existem, já teve até uns leitores de controle de fluxo, mas atualmente não se está fazendo.
- 8.b. **N:** Quais departamentos têm acesso aos dados do sistema?
D: Só operações, no caso o gerente e a área de segurança, o coordenador de segurança.
- 8.c. **N:** Existe alguma integração do sistema de vigilância com outros?
D: Não.

Apêndice F – Transcrição Entrevista D

1. **N:** Qual é sua posição atual?

J: Coordenador de manutenção

1.a **N:** Que tipo de atividades realiza diariamente?

J: Diariamente tenho as rotinas do pessoal que acompanho, programa de manutenção, ver gráficos, hora de serviços programadas e executadas. Tem as manutenções coletivas, são aquelas que aparecem, que a gente tem que atuar. Acompanhando, visitando algumas propostas para trabalhos que não faço internamente.

1.b **N:** Você gerencia funcionários? Se sim, quantos?

J: Sim, cerca de 60 funcionários.

N: A parte de GF é terceirizada o é interna do shopping?

J: Mesclada, eu tenho a supervisão e a coordenação, e tenho supervisor em cada área, mas a mão de obra é terceirizada.

2. **N:** Que tipo de treinamento de gestão de facilidades é realizado na sua empresa para funcionários novos e existentes?

J: Nós temos vários treinamentos, temos bombeiros civis, que são treinados nas NR pertinentes, NR-35, NR-33, não só com os bombeiros civis, mas com os demais funcionários, na área técnica tem treinamentos de participação de palestras para aperfeiçoar.

2.b. **N:** Funcionários novos vs. existentes?

J: Fazemos a escolha da equipe, e tem as reciclagens, cada 2 anos, quem não fez faz reciclagem e quem não fez faz o curso. No caso é anual. Os bombeiros civis fazem treinamentos no campo para essa atividade, primeiros socorros, combate de incêndios, também tem uma frequência anual, nas áreas de hidráulica e aire acondicionado, a gente não tem essa periodicidade definida e buscamos palestrar no mercado que tenham essas novidades.

2.c. **N:** Treinamento específico para algumas operações (por exemplo Manutenção)

J: os treinamentos específicos estão muito direcionados para técnicos e eletricitas, tem procedimentos para atuar nessa área, então a NR-10 é específico para eletricista, SEP (sistema elétrico de potência) é outro curso específico para eletricista e os outros que mencionei de primeiros socorros e combate de incêndios são mais específicos na área de bombeiros civis, mas tem outras áreas incorporadas também, com funcionários de outras áreas.

N: quando entra um funcionário técnico por exemplo que trabalha na hidráulica, essa pessoa é treinada nesse momento particularmente que precisa supervisionar ou fazer uma operação dependendo da demanda ou já tem agendado esse treinamento?

J: dependendo da atividade nós estamos preparados para fazer, essas manutenções mais primárias, quando ficar, mas específico se contratam empresas terceirizadas e exigir documentação necessária para fazer aquelas atividades.

4. **N:** Como é realizada a transferência dos dados de Manutenção e Operação da fase de construção para a equipe da gestão da facilidade na conclusão da construção?

J: Temos um programa que nos ajuda nesse processo, uma vez instalado o equipamento vamos cadastrar e a programar as manutenções necessárias para ele, mensal, trimestral, semestral, uma vez colocado isso no programa ele vai gerar uma ordem de serviço.

N: essa entrada no programa é feita junta com o fornecedor do equipamento, ou o contratista que instala ou é feita do lado do shopping?

J: nós pegamos os dados do equipamento e inserimos lá, e vemos quais são as necessidades de manutenção ou o funcionário de manutenção no campo insere no tablet sincroniza e vê se tem um “OS” destinada para ele, abre o código, da baixa e executa. Todos os equipamentos do shopping estão cadastrados no programa, com as tarefas. Se houver necessidade abre uma corretiva, troca de peça, e a preventiva para prever, e entra no processo de compra, e assim que chegar, executa e da baixa. **N:** e aí nesse sistema além da informação da OS, tem informação dos equipamentos? Por exemplo, fichas técnicas, manual de operação, diagramas, etc.?

J: o programa permite inserir o manual e outras informações que você acha pertinente.

5.a. **N:** O processo muda entre uma tarefa preventiva e reativa? quem inicia o processo, o técnico específico o quem detecta alguma falha?

J: a preventiva uma vez cadastrada fica automática, todo mês vai sai aquela ‘OS’, e na rotina do profissional vai verificar o que fazer e vai aparecer fazer tal, caso gere corretiva é aquela inesperada, para executar a corretiva pode ser feita pelo profissional, que detectou a necessidade ou o supervisor que passou e viu a necessidade de uma correção, abriu também e joga no programa, e a função dele é ver se caiu alguma coisa.

5.b. **N:** Qual software é utilizado na sua empresa para tarefas de GF?

J: OPTIMUS. A vantagem dele é que você foi no programa, lança e cadastra tudo, põe as tarefas e as rotinas, o profissional acesa, vai e trabalha e então você não gera papel.

5.c. **N:** Qual é o processo utilizado para identificar o equipamento que requer manutenção? Por exemplo – desenhos de referência e especificações, visualizar modelo 3D, visitar o equipamento em questão.

J: Hoje ela está mais técnica, mas discriminada na escrita, mais específica.

N: se aparecer por exemplo, trocar válvula X, o técnico vai e busca ela pela descrição ou tem um modelo 3D.

J: de repente pode falar, válvula sanitário masculino piso X. Aí está endereçado.

5.d. **N:** As tarefas são normalmente realizadas por uma única pessoa ou por uma equipe?

Existe alguma diferença entre os processos se forem realizados por uma pessoa ou várias?

J: Acontece as duas coisas, você tem tarefas que são realizadas por uma pessoa, e tem tarefas por mais de uma pessoa, normalmente as tarefas do setor elétrico tem mais de uma pessoa. As “OSes” preventivas normalmente são feitas por uma pessoa. Mas nas ações de corretiva normalmente tem mais de uma pessoa.

N: quando tem uma equipe, quantas pessoas podem acessar ao sistema?

J: tem um equipamento ou tablet para cada funcionário, para cada dupla de eletricista tem uma. Mas no momento tanto faz, não significa que tem que ser só uma pessoa.

N: e no sistema fica registrado quem fez o acesso?

J: sim, eles têm um código, para saber quem é.

6. **N:** Quais sistemas informáticos de GF são utilizados?

J: Além do OPTIMUS. Específico para manutenção. Tem outro software que gerencia a parte elétrica, medição de energia por exemplo, temos leitoras de energia que antes faziam o cálculo todo mês lendo o relógio, e hoje consigo visualizar pelo terminal aqui, nós automatizamos toda a leitura de energia do shopping, mais de 400 leituras, que isso economiza mão de obra, tem mais precisão, reduzir os erros. Nós estamos fazendo automação do sistema central de água gelada, ainda tem alguns operadas manualmente, mas quando automatiza isso acontece sozinho, tem um programa, e estamos entrando nessa parte. Tudo monitorado pela central.

N: monitora os elevadores, escadas rolantes?

J: os elevadores têm câmeras que monitoram e eles estão pendurados ao sistema de emergência, caso falte a energia os geradores entram e alimentam eles, então não acabam sofrendo por falta de energia.

6.a **N:** Quais eventos são registrados no sistema de GF?

J: Falando de manutenção fica tudo registrado, gera gráficos, gera comparações, gera muitas informações que ficam.

N: e registram fluxos de pessoas?

J: nós temos hoje um controle de fluxo de pessoas automatizados, fica o tv mostrando as entradas e quantas pessoas entraram e saíram.

N: e de veículos também?

J: para veículos temos as cancelas, elas informam quantidades de veículos que entraram e saíram.

6.c. **N:** Quais parâmetros dos sistemas de GF são utilizados para tomada de decisões?

J: Temos um sistema que a gente chama de preditivas, manutenções anuais preventivas, então as preventivas são parâmetros que a gente monitora para a tomada de decisões, em uma preventiva se ocorreu alguma anormalidade a gente faz alguma ação para corrigir isso. As preditivas ela te dá um retrato de todo o sistema e ela pontua a criticidade, o que é mais crítico atender, etc.

N: e nas áreas comuns tem coisas similares com a iluminação, barulho do ambiente, fluxo de ar, etc?

J: no estacionamento por exemplo, o sistema de ventiladores na função de ventilar, e tem outros na função de exaurir, com a finalidade de que no estacionamento com a concentração de CO2, para barrer para não ficar nocivo à saúde das pessoas que ficam por ali, tanto de clientes quanto de funcionários que ficam ali trabalhando.

N: e vocês monitoram a qualidade do ar, fluxo de ar?

J: fazemos umas análises, a frequência é semestral e dentro das análises eu monitoro a concentração de CO2, umidade e temperatura, basicamente isso.

N: e nas áreas dos corredores internos do shopping tem alguma coisa que faça essas medidas.

J: por análises, tem um trabalho que se chama plano de manutenção voltado para ar condicionado que dentre as solicitações dele está essa condição de monitorar a qualidade do ar, e aí faz a análise semestral do ar de acordo com a área de cada edificação, de cada ambiente, dá uma tabela que determina quantos pontos deve ter cada um.

N: E de iluminação faz também?

J: Não, hoje não fazemos ainda de iluminação.

6.d **N:** Existe integração destes sistemas de GF com outros?

J: Não temos como fazer isso, como estamos fazendo várias ações separadas não conseguimos ainda unificar isso tudo. Mas no computador consigo verificar tudo por separado.

6.e **N:** Quais departamentos têm acesso ao sistema de GF?

J: Gerente de operações, e tudo o resto de fluxo, cancelas, alarme de incêndios, leitura de energia.

7. **N:** Existe algum BIM da facilidade? Vi que vocês têm um modelo 3d do chiller.

J: sim a CAG, aquela consegue visualizar os parâmetros, temperatura de água saindo e entrando, se está funcionando ou não.

N: tem os modelos dos equipamentos que estão aí dentro como vi aí no 3D?

J: sim, tem. O chiller já tem essas informações ali.

N: e tem outra coisa similar com essa além da CAG.

J: tem a de medição de energia que é o outro televisor ao lado que mostra o shopping em planta e ali com código de cores, quando está verde quer dizer que está funcionando, quando está amarelo está desligado, está vermelho quer dizer que está alarmado, são as coisas que eu consigo visualizar remotamente.

N: e essa medição de energia é só de lojas ou também inclui as áreas comuns?

J: eu meço as lojas exceto as âncoras, porque elas têm um contrato separado com a Cemig direto, então estão fora de nosso grupo de lojas que monitoramos, mas depois tudo nós medimos.

N: isso tudo é apresentado num plano igual na tv?

J: mostra ali, você vai ver.

N: as lojas têm contrato de energia com o shopping o direto com a Cemig?

J: elas pagam a energia medida de acordo com a regra do condomínio, com a taxa da administração, mas a energia é rachada para todo mundo.

N: e quem fatura a energia das lojas, tanto a independente quanto a comum é o shopping?

J: sim.

N: então esse sistema de medição está vinculado com o sistema financeiro?

J: sim, está conectado, tem um outro programa que eles usam, que não sei o nome, mas a etapa é a seguinte: eu baixo as leituras, em umas planilhas, isso passa para o setor financeiro, que tem as funções de fazer os lançamentos que eles têm que fazer, chegando a fatura da concessionária, digita os valores que eles enviaram de consumo, e ai gera uma ordem.

N: e essa transferência de dados não é automática?

J: não, isso ainda não é automático, ainda tem papel transitando, digitação, apesar de ter evoluído ainda não é automática. Daria para fazer só que a gente tem uma pasta "H" que ela é acessada por todos os membros da administração.

7.d. **N:** Quais departamentos têm acesso ao BIM?

J: Ele só está na gerência de operações.

8. **N:** Existe algum sistema de vigilância digital?

J: QR code colocados em determinados locais, não é a segurança que faz isso, é o bombeiro civil que faz isso em pontos estratégicos, a ideia é que ele circule por aí e ver que está tudo o ok. E tem as câmaras que estão em todos os lados do shopping.

N: tem sistema de controle de acesso? Onde o pessoal apresenta a digital etc?

J: sim, temos os acessos das diferentes áreas especiais, áreas técnicas, administração etc, é controlado via biometria.

N: e o sistema de vigilância digital tem reconhecimento facial ou alguma outra automação? Ou a contagem de pessoas é feita pelo sistema de vigilância digital ou tem outro sistema que faz?

J: contagem de pessoas que entram não está vinculada à segurança ainda, está muito focada na área de marketing, é uma informação que talvez a segurança possa utilizar, mas ainda não foi levantada essa necessidade.

N: as portas são automáticas controladas e programadas desde uma central ou elas só funcionam no horário estabelecido?

J: elas são ligadas in loco, com uma pessoa atuando no botão.

N: o departamento de vigilância tem eventos que tem que registrar ou reportar periodicamente.

J: tem todo um relatório que a supervisão faz e isso vai até o chefe de segurança coronel e distribui para as pessoas de interesse, isso é diário.

8.a. **N:** Quais eventos são registrados? Quais exemplos de eventos eles tem que registrar neste relatório?

J: Pessoas que passam mal, caiu, pegou fogo numa loja, roubo, escada rolante mordeu um sapato, bateu, machucou a cabeça...tudo isso vai no relatório de segurança.

N: existem alguns eventos além do foco de segurança que o departamento de segurança tenha que reportar? Já a gente mais ou menos falou do fluxo de pessoas, mas por exemplo o departamento de marketing, quais coisas eles têm que reportar para esse departamento?

J: essas informações que eu relatei, geram um relatório de segurança, e ele manda no email de todo mundo. Todo mundo recebe. Tem pessoas que caem e machucam e o pessoal do laboratório faz a avaliação médica, e tudo isso vai no relatório.

N: as coisas que tem a ver com o mobiliário de shopping são também colocadas no relatório? por exemplo uma pessoa bateu com uma mesa?

J: isso seria uma ocorrência de segurança.

N: mas por exemplo, quem dá o seguimento com um mobiliário do shopping que machucou alguém, alguém cortou com um passa mão?

J: sim, as áreas responsáveis devem tomar providência, se for um mobiliário a arquiteta deve repor, e assim.

N: mas aí quando o departamento de segurança lança um relatório fica de cada departamento ver o que compete a ele ou tem alguém que vai atrás do responsável.

J: como o relatório cai para todo mundo, o gerente é que vai atrás do departamento responsável para que tome providência. Mas geralmente se caiu na sua área você já reporta que está tomando providências, com as ações que vão ser feitas ou que já foram feitas.

8.b. **N:** Quais departamentos têm acesso aos dados do sistema?

J: o departamento de gerência de operações, departamento de gerência de marketing, financeiro e superintendência.

8. c. **N:** Existe alguma integração do sistema de vigilância com outros?

J: Não, hoje ele é mais isolado.

Apêndice G – Eventos a partir de entrevistas.

ENTREVISTAS			
Evento	Área	Fonte	
People Count	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO, ALOCAÇÃO E GESTÃO	Entrevista B	
Actual Position	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO DE TRABALHO, ALOCAÇÃO E GESTÃO	Entrevista B	
Orientation			
Size			
Illumination Level	SUSTENTABILIDADE	Entrevista B	
Window Opened/Closed			
Recognized Visible Progress	GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO	Entrevista B	
Area Access	OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONserto	Entrevista A, B	
Secure Area Access		Entrevista B	
Restricted Activity			
Lights State Change		Entrevista A, B	
Caminhão Detectado		Entrevista B	
Surface Color / Texture Change		Entrevista A, B	
Electronic Signage Functioning			
Signage		Entrevista A, B	
Structure			
Furniture not in Place		Entrevista B	
Furniture Removed			
Door Opened/Closed		Entrevista A, B e C	
Window Opened/ Closed		Entrevista A, B	
Work Visit		Entrevista B, C e D	
Water Level		Entrevista A	
Technician PPE Detected		Entrevista B	
Technician Detected			
Technician Crew Complete		Entrevista B, C e D	
Transport State Change			
Transport Queue		Entrevista B, D	
Light State Abnormal		Entrevistas A, B e C	
Associated Procedure / Current Activity		Entrevista C	
Abandoned Object Detection		GESTÃO DE EMERGÊNCIAS	Entrevistas B, C
Person Running in wrong direction			Entrevistas B, D

Fire Detected		
Sprinkler Activation		
Fixed Structure Change Detected		
Fire Extinguisher Removed		
Abandoned Object Detection	VIGILÂNCIA E GESTÃO DE SEGURANÇA FÍSICA	Entrevista C
Security Exit Obstruction		
Path Obstruction		
Door Opened/Closed		
Window Opened/Closed		Entrevista D
Person Signaling		
Person Trapped		
Security Guard Detected		Entrevista B, D
Security Guard away from post / route		Entrevista B
Security Area not Visited		
Security Routine not Started		
Motion		
Falling/Incapacitated		Entrevista B, D
Car entered car park		Entrevista D
Person Running		
Security Guard Detected		Entrevista B
Face Recognition		
Space Usage	SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS GERAIS	Entrevistas B, C

Apêndice H – Eventos a partir de reportes de Inspeção

CHECKLIST		
Evento	Área	Fonte
Litering	OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONSERTO	B
Surface Color / Texture Change		A, B
Electronic Signage Functioning		A
Signage		A, B
Furniture not in place		A
Furniture removed		A
Structure		A
Transport State Change		B
Transport Queue		
Path Obstruction		A, B
Light State Abnormal		A, B
Work Visit		A
Water Level		
Equipment Inspected		
Technician PPE Detected		
Technician Detected		
Technician Crew Complete		
Waste Collector Level		
Drinking Fountains Used		B

Apêndice I – Eventos a partir da literatura

Literatura		
Evento	Área	Fonte
Direction	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO, ALOCAÇÃO E GESTÃO	LARSEN, N. M.; SIGURDSSON, V.; BREIVIK, J. 2017.
Speed		
Paths		
Navigating		
Visiting		
Stopping		
Facing Display		
Queueing		
Browsing		
Touching		
Holding		
Tasting		
Switching		
Buying		
Talking (phone)		
Speaking (with customers)		
Speaking (with personnel)		
Consulting Smartphone		
Consulting Personnel		
Using hand-held cameras		
Choosing carrying equipment		
Using a shopping list		
Using a shopping bag		
Bringing to the store his/her own bag		
Parking carts and baskets		
Placing / arranging items in the cart/basket		
Eating		
Litering		
Space Usage	Modcam, 2017 VergeSense	
Sitting	KALAIVANI, P.; ROOMI, S. M. M.	
Actual Position	PLANEJAMENTO DO ESPAÇO DE TRABALHO, ALOCAÇÃO E GESTÃO	Yeh et al. (2012), Park et al. (2013), Jiao et al. (2013), Wang et al. (2014), Wang, Love, et al. (2013), Kwon et al. (2014), Chi
Orientation		

Size		et al. (2013), Meža et al. (2014), Koch et al. (2014), Williams et al. (2014) e Wang, Kim, et al. (2013)
Surface Color / Texture		
Desk usage	SUSTENTABILIDADE	Modcam, 2017 VergeSense
Light Usage		
Curtains Open		PointGrab
Curtains Closed		
Dimensions	GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO	BHATLA, A. et al. 2012
Position		
Construction phase ID		Turkan et al.
Activity Id		
Recognized Visible Progress		
Door Opened/Closed	OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONCERTO	Motamedi et al. (2014) Hajian e Becerik-Gerber (2009)
Window Opened/Closed		
Transport State Change		
Transport Queue		Honeywell Video Systems, 2017
Light State Abnormal		
Person Running in wrong direction	GESTÃO DE EMERGÊNCIAS	
Perimeter Violation	VIGILÂNCIA E GESTÃO DE SEGURANÇA FÍSICA	
Face Recognition		
Licence Plate Detection		
Vehicle Detection		
Vehicle Identification		
Loitering		
Following		
Dropping Off		
Driver Face		
Vehicle Path		
Parking		
Queueing		
Snatching		
Aggression		
Unexpected Stopping		
Accident Detection		KALAIVANI, P.; ROOMI, S. M. M.
Falling/Incapacitated		
Bending		
Started Moving in wrong Direction		
Stopped Moving in wrong Direction		
Person on Fence line	Honeywell Video Systems, 2017	

Person Running			
People Converged			
Car Started Moving in wrong Direction			
Car Stopped Moving in wrong Direction			
Car entered restricted Area			
Car exited restricted Area			
Car parked in restricted Area			
Car Speeding			
Car Parked in disabled parking space			
Car Needs Assistance			
Restricted Activity			
Escalator Stopped			
Emergency Vehicle			
Person counted as entering			Honeywell Video Systems, 2017
Person counted as exiting			
Car entered car park			
Car exited car park			
Object Left Unattended			
Object Removed			
Possible Theft			

Apêndice J - Entrevista de Validação B

SUSTENTABILIDADE

T: Acho muito positivo, porque tem vários pontos aí, a gente tem um circuito sei lá por questão de fotocélula, né, escureceu ele acende a luz, que hoje acaba que fica quase tudo acesso nos pontos, principalmente em estacionamentos, dependendo da hora do dia que o sol começa a enfiar mais aqui, boa parte do estacionamento do G5 para acima, a gente poderia ter muitas lâmpadas podendo ficar desligadas durante esses períodos, então isso já ajudaria muito. Já o conforto térmico é interessante para a gente dar, como se diz, isso é muito pessoal né, é aquela questão tem muita gente, claro que se num determinado local você está visualizando que todo mundo começa a tirar, logo se sobre-entende que a temperatura está quente, está deficiente o sistema de climatização do local.

N: Talvez nas salas dos funcionários se as cortinas estão abertas, estão fechadas, se estão precisando abrir janelas, essas coisas.

T: Eu faço muito isso, a gente até detectamos que a gente tem um problema sério de renovação de ar nas nossas salas em cima, então sempre que eu posso, eu falo “gente vou desligar o ar um pouquinho, vou abrir as janelas até para renovar um pouco, né, então se deixar o povo fica o tempo todo, aquele ar viciado, aí aquele dor de cabeça, níveis de co2 nocivo, ar seco, é até interessante, estou achando tudo muito positivo. Aproveitando o gancho, nunca tive a ideia assim com essa percepção de ver tudo por câmeras, é claro a gente usa muito números para tomada de decisão pela câmera, mas não voltada para esses dados, é até legal a ideia de ter ela integrada.

GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO

T: Olhando muito na questão das obras que a gente faz no Mall, de lojas, existe um tapume, então pelas nossas câmeras eu não consigo discernir nada, só o acesso de funcionários, entrada e retirada de material, mas depois do que acontece da porta para dentro, a evolução da toda a obra a gente não consegue mais ter essa visão, a menos que se instalassem em toda obra uma câmera para fazer esse acompanhamento todo, mas não sei se a gente incidiria, estaria criando um passivo, algo que pudesse agilizar algo contra nós, que a pessoa poderia falar que estava sem privacidade, como eles não tem acesso ao nosso vestiário, “tu trocando de roupa mas tem uma câmera ali me filmando” então não sei se isso invadiria minha privacidade. Mas as obras do condomínio sim, porque ali é um ambiente aberto, a gente não tapumes, então ela vai ai acompanhando a produção por exemplo, hoje produziu isso, pintou, levantou parede, no outro dia, a produtividade quase nada, foi menor, porque, daria para mensurar realmente, a evolução foi um dia de uma forma e no outro não, então nesse sentido, vamos dizer assim, o percentual maior de obra aqui nosso é em loja eu não atribuiria ele muito positivo nessa questão, agora para obras do condomínio sim, a gente consegue acompanhar essa evolução.

OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONSERTO

T: Muito positivo, só das fachadas, que se não tiver muita precisão, de resolução, aí talvez a gente não vai conseguir saber exatamente, até porque nós recentemente tivemos uma limpeza de fachada aqui essa semana, dos quatro lados, então nas vistorias que a gente faz externas, na calçada, até na entrada. Nós tivemos um processo aqui que durante o fim de semana, vândalos retiraram pedras da calçada, pedra portuguesa para brigar e aí ficou o buraco, e como nossas vistorias não são diárias, ao redor, no entorno, a pessoa pisou torceu o pé, e aí como é em frente ao shopping aí fez uma ação contra nós, então é bem interessante nesse sentido. O próprio operador a gente viu avisa para avaliar a retirada de

umas pedras, a gente toma uma ação logo e evita o problema. Uma coisa que isso entra muito para a gente, embora a gente fez uma planta, mas não é todo dia que a gente anda verificando esse sistema, é nosso paisagismo, nosso projeto paisagístico, ele tem bancos em determinados lugares, floreiras, os vasos de plantas, lixeiras e tudo e o pessoal da noite tira tudo do lugar para lavar, conecta as máquinas vem tirando e volta para outro lugar, só que nunca volta exatamente. Em algum momento nós já fizemos uma demarcação do piso, sei lá do tamanho da lixeira com a marca, mas aquele negócio, se ele não ficar exatamente no local, tem uma imagem um pouco negativa porque se alguém arreda ele para cá vai ficar a mancha no piso, o piso limpo e a mancha de piso lá e a demarcação que toda hora passa um, mas em fim induz para sempre manter, agora por exemplo, a gente as vezes tem quiosques temporários, que não são pontos já de quiosques nem nada, as vezes é a demanda mesmo, a que final de ano, aí você por exemplo tem um quiosque de bonecos “ah fiz um contrato com comercial não preciso ter energia ligada, só preciso do quiosque com minha maquininha” aí as vezes a gente remaneja bancos, floreiros, vasos e tudo então é claro que tendo alguma coisa em cima e tampando aquela demarcação já resolve o problema, mas isso é interessante, ou você tem que ir com o projeto na mão, a planta ali, verificando que está tudo no lugar, mas a gente não tem tempo para fazer isso diariamente né, então. Se o sistema avisar em tempo real vou te dar um exemplo, a nossa doca de carga e descarga é muito pequena e quase sempre aparece vários objetos que o lojista tira da loja e deposita lá e ele teria que dar a destinação certa, aí aparece aí a gente vai procurar o segurança do local e ele “ah eu não vi, porque eu fui abrir o portão e enquanto isso alguém desceu e jogou”, aí a gente vai nas imagens, aí a gente consegue ver mas aí tem que ir um tempo para ir lá ficar observando, não sabe que hora que aconteceu durante a madrugada e aí realmente que sim, qualquer anormalidade que seja cadastrado, se ele gerar uma alerta, puxa é o melhor dos mundos isso.

GESTÃO DE EMERGENCIA

T: Isso é muito importante vou te dar um exemplo, aqui já aconteceu de tudo então vou te dar um exemplo, no outro dia dá uma hora da tarde, de repente central liga, “teve um evento no piso tupis, na praça de alimentação” sabe aqueles flame shows que o pessoal vem com carnes que já vem acesso, o garçom veio com um daqueles, e a gente não sabe exatamente o que que aconteceu, ele fala que foi aquilo mas aquilo para chegar a estourar um bico desses aqui é 69 graus, ele fala que foi só isso que foi a temperatura que ele veio passando e que estourou, a gente acha que foi algum erro deles lá, inclusive depois achamos que ele foi tentar ascender e deu umas labaredas e que por isso que estourou o bico, de repente assim está todo mundo almoçando e paf, saindo água para todo lado e deu barulho, o povo, todo mundo, quem conhece do sistema já sabe o nível de criticidade que é e não é correr, mas a maioria assusta e sai correndo, deixou o celular para trás, saiu sem pagar, depois voltou e tudo, mas deixou tudo para trás, e uma pessoa, foi muito estranho o negócio, ele vai correndo, entra para dentro de uma loja, entra para dentro de uma porta vai vem da cozinha aí um forro da cozinha abaixa e quebrou o forro no desespero. Em vez dele estar saindo, para onde está lá a sinalização de placa de saída, indicando saída e tudo, ele simplesmente entrou numa loja, que é a *Subway*, se depois quiser monitorar você vai ver o trajeto, no *Subway* entrou, entrou na portinha que tem vai vem para dar acesso a cozinha, subiu a escadinha, como ele era maior bateu a cabeça num forro, no gesso e quebrou e tudo aí ficou meio tontiado e não entendemos e voltamos e tentamos fazer o trajeto que ele fez. O que que chamou a atenção? Tem um claro a *Subway* ela tem mais iluminação do que o corredor, então atraiu meio que no

subconsciente dele achou que era a saída, mas assim, daí a gente já não entende mais porque foi na portinha vai vem, pequena, e não estava alcoolizado não tinha nada disso, estava almoçando normal com os amigos e depois saiu disparado, então assim, que nem foi nem fogo nem nada, foi só um barulho e paf a água, mas então acho que tem muito a ver essa questão para fazer uma análise mais crítica. Se as pessoas estão realmente buscando informação, se estão procurando uma placa de repente é deficiente mesmo a sinalização, a gente faz um mapeamento disso. Sexta-feira passada, há 15 dias, uma loja também teve um problema, com princípio de incêndio na parte de administração então isso esfumou toda a loja e disparou os sprinklers e tudo e a água com fumaça, as pessoas realmente se assustaram acharam que era fogo e era fogo, dentro de um ducto de exaustão, então o sistema auto purificante para extinção de fogo na churrasqueira e tudo, o solenoide não atuou, logo não disparou o sistema para extinguir para abafar e por outro lado o damper do ducto que ele tem interligado, na hora que a solenoide dispara ela atua, ela além de atuar o cilindro de CO2 para fazer atuação na coifa, no local onde está pegando fogo, o damper já fecha que ele enclausura isola do oxigênio e o fogo apaga. Várias, vai ter uma sessão de erros ali por conta de uma atuação que não aconteceu, mas em fim, a partir da imagem, nós até olhamos rapidamente, mas sem esse olhar crítico e pode tirar uma serie de conclusões, atuação de bombeiros, que poderia ter feito mais rápido, demoraram a fechar, uma vez que viram que não tinha fogo, demoraram a fechar o sistema de sprinkler então a água continuou vazando e danificando muito a loja, ficou muito tempo molhando. E as vezes mesmo a atuação das pessoas que tentaram visualizar uma coisa, fugiram, umas pessoas fizeram isso, isso é interessante. Isso aí é perfeito, muito positivo.

VIGILÂNCIA E GESTÃO DE SEGURANÇA FÍSICA.

T: A questão da segurança física é questão de comportamento né, se o cara tem um posto delimitado, se ele está saindo daquele local, abandonando o posto, quantas vezes no horário dele ele saiu, de repente ele saiu seis vezes, mas ele justificou teve que ir no banheiro, beleza. Porque eles comunicam quando vai, “nós temos aqui que no posto 4, vigilante ausentou 6 vezes, só que ele comunicou só 3” ou seja e as outras 3? Será que para um WhatsApp ali, na galeria, ou seja, está deixando de, ficou vulnerável durante alguns minutos, para isso acho muito bom.

SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS GERAIS

T: Para mensurar a ABL que é a Área Bruta Locável, a ABL daquele espaço ela tem um custo maior porque é um local com mais procura, mais visitação, é interessante. Por isso que te falei, estou vendo mais para área comercial, então para a nossa área comercial seria extremamente positivo, para a gente também porque acaba que é o olhar macro, eu estou olhando pela instituição, não adianta só um setor ter sucesso e o restante estar indo para água abaixo. Muito interessante nesse sentido.

Apêndice K - Entrevista de Validação C

PLANEJAMENTO DO ESPAÇO, ALOCAÇÃO E GESTÃO

D: acho interessante, porque às vezes por exemplo com o fluxo de pessoas eu sei que o tipo de venda específica naquele ponto não é atraente, por exemplo, aqui deveria ter um restaurante ao invés de uma loja de roupas, o fluxo aqui está muito pequeno, o que a gente poderia fazer para tornar esse ponto mais atrativo? então nesse aspecto talvez eu acho que seja positivo.

PLANEJAMENTO DE ESPAÇO DE TRABALHO

D: acredito que seria neutro porque é um espaço curto, mais limitado.

SUSTENTABILIDADE

D: muito positivo.

GESTÃO DE PROJETOS DE CONSTRUÇÃO

D: positivo.

OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONSERTO

D: muito positivo.

GESTÃO DE TECNOLOGIA

D: muito positivo, na realidade o sistema que foi implantado aqui no 1996, a automatização dele era muito melhor do que parece. Ele controlava a parte técnica toda e conseguia ligar um ventilador por exemplo. A iluminação ainda é automatizada, porém em blocos, remotamente pelo sistema. Conseguia acompanhar o nível da caixa d'água, abertura de portas, funcionamento das válvulas de água, caixa de esgoto, tudo no mesmo sistema. Então tinha um acesso remoto na manutenção e na segurança. Ele era muito mais integrado chamado "*insight*" do fabricante Cimed. Esse sistema é fixo, não é interligado a rede.

GESTÃO DE EMERGÊNCIA

D: isso existe, mas não é de forma integral em nenhum sistema, ainda é no papel. Seria positivo.

VIGILÂNCIA E GESTÃO DE SEGURANÇA FÍSICA

D: positivo.

SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS GERAIS

D: para minha visão como profissional seria extremamente positivo, mas para minha visão de cargo aqui no shopping seria neutro.

Apêndice L - Entrevista de Validação D

PLANEJAMENTO DO ESPAÇO, ALOCAÇÃO E GESTÃO

J: positivo.

PLANEJAMENTO DO ESPAÇO DE TRABALHO, ALOCAÇÃO E GESTÃO

J: positivo

SUSTENTABILIDADE

J: positivo

GESTÃO DE PROJETO DE CONSTRUÇÃO

J: para reformas dentro de lojas, aí cada espaço das lojas decide se colocam câmeras ou não, nós não temos acesso a essas câmeras. Teria que ver desde o ponto de vista legal, teria impedimentos. Não o vejo como positivo.

OPERAÇÃO, MANUTENÇÃO E CONSERTO

J: hoje de acordo com o que acontece elas são usadas para esse fim mas não em tempo real. Se conseguir uma câmara que na hora que acontecer alguma coisa ela alarmar, nem sei se existe. Positivo.

GESTÃO DE TECNOLOGIA

J: muito positivo.

GESTÃO DE EMERGÊNCIAS

J: positivo.

VIGILÂNCIA E GESTÃO DE SEGURANÇA FÍSICA

J: positivo.

SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS GERAIS

J: positivo.

Apêndice M – Resultados Entrevista de Validação

QUAL NÍVEL DE UTILIDADE PERCEBE DO USO DO BIM E VISÃO COMPUTACIONAL PARA CADA ÁREA?					
Área de Gestão de Facilidades	Nenhuma	Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Planejamento do Espaço, Alocação e Gestão (Previsão de utilização, gestão)				75%	25%
Planejamento do Espaço de Trabalho, Alocação e Gestão (Manutenção dos "As built"; gestão e registro de mudanças, adições e trocas; gestão de alterações, renovações, instalações de mobiliário)				50%	50%
Sustentabilidade (Melhoras para produtividade do espaço de trabalho, Aproveitamento da luz solar, conforto térmico)				25%	75%
Gestão de projeto de construção (Gestão da construção, preparo de "as built", avaliação pós-ocupação)	25%			50%	25%
Operação, Manutenção e Conserto (Manutenção exterior (teto, fachada e janelas), manutenção de falhas, manutenção de superfícies planas, remoção de lixo, gestão de resíduos perigosos, gestão energética)				50%	50%
Gestão de Tecnologia (Sistemas de gestão integrados (IWMS))					100%
Gestão de emergências (Avaliação de Risco; Controle, comunicação e instruções; Treinamento, Simulacros e Exercícios)				50%	50%
Vigilância e Gestão de Segurança Física (Operações, Controle de Acesso, Segurança Eletrônica)				75%	25%
Serviços Administrativos Gerais (Serviços de alimentação e vendas; Serviços de mudança; Portaria)			25%	50%	25%

Apêndice N – Xml Schema Definition (XSD) para psdXML.

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- PSD: Property Set Definition XSD, ver. 20140206-->
<!-- edited by Yoshinobu Adachi, buildingSMART Model Support Group -->
<!-- updated by Tim Chipman, buildingSMART Model Support Group -->
<xs:schema xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" elementFormDefault="qualified" attributeFormDefault="unqualified">
  <xs:element name="PropertySetDef">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>The top node element of Property Set Definition (PSD).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
      <xs:sequence>
        <xs:element name="IfcVersion">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>Version information of IFC release and sub
schema.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
          <xs:complexType>
            <xs:attribute name="version" type="xs:string">
              <xs:annotation>
                <xs:documentation>The version information of IFC, i.e.,
"2x3 TC1", "IFC4".</xs:documentation>
              </xs:annotation>
            </xs:attribute>
            <xs:attribute name="schema" type="xs:string">
              <xs:annotation>
                <xs:documentation>The sub schema name, i.e.,
"IfcSharedBldgElements".</xs:documentation>
              </xs:annotation>
            </xs:attribute>
          </xs:complexType>
        </xs:element>
        <xs:element name="Name" type="xs:string">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>The name of property set.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="Definition" type="xs:string">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>The definition of property set from
buildingSMART.</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="Applicability" type="xs:string" minOccurs="0">
          <xs:annotation>
            <xs:documentation>The description of applicability and usecases, i.e., "IfcDoor
entity", "Common Pset of Ifc...".</xs:documentation>
          </xs:annotation>
        </xs:element>
      </xs:sequence>
    </xs:complexType>
  </xs:element>

```

```

<xs:element name="ApplicableClasses" minOccurs="0">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The container element of applicable entity
types.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="ClassName" type="xs:string" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The element of
applicable entity type, i.e., "IfcWallStandardCase". The multiple value is accepted, and format is: "ENTYT_TYPE_1, ENTITY_TYPE_2,
...".</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="ApplicableTypeValue" type="xs:string" minOccurs="0">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The format of applicable type value is
ENTITY_TYPE/PREDEFINED_TYPE. Multiple value is accepted, and format is: "TYPE_1 | TYPE_2 ...".</xs:documentation>
  </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="PropertyDefs">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The container element of property
definition.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="PropertyDef" type="PropertyDef" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The element of property
definition.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="PsetDefinitionAliases" minOccurs="0">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The container element of property set definition
alias.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:sequence>
      <xs:element name="PsetDefinitionAlias" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded">

```



```

<xs:complexType name="PropertyDef">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of property definition.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xs:element name="Name" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The name of property.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="ValueDef">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>Not in use. This element is deprecated.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
          <xs:element name="MinValue">
            <xs:complexType>
              <xs:attribute name="value" type="xs:string"/>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
          <xs:element name="MaxValue">
            <xs:complexType>
              <xs:attribute name="value" type="xs:string"/>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
          <xs:element name="DefaultValue">
            <xs:complexType>
              <xs:attribute name="value" type="xs:string"/>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        </xs:choice>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="Definition" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The definition of property.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="NameAliases">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of name alias.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="NameAlias" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The name alias in local
language.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
  </xs:choice>
</xs:complexType>

```

```

        <xs:complexType>
            <xs:simpleContent>
                <xs:extension base="xs:string">
                    <xs:attribute name="lang"
type="xs:string">
                        </xs:attribute>
                    </xs:extension>
                </xs:simpleContent>
            </xs:complexType>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="DefinitionAliases">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of definition alias.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="DefinitionAlias" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>The definition in local
language.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
            </xs:element>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="PropertyType" type="PropertyType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of property type.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:documentation>The language code based on ISO 639-1 and ISO 3166-1 alpha-2 codes, i.e., "de-DE", "ja-JP", "fr-FR", "no-
NO".</xs:documentation>
</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:attribute>
</xs:extension>
</xs:simpleContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>

```

```

        </xs:annotation>
      </xs:element>
    </xs:choice>
    <xs:attribute name="ifdguid" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The Globally Unique Identifier for the property definition. The ID is referencing the IFD
GUID.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:attribute>
  </xs:complexType>
  <xs:complexType name="PropertyType">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>The element of property type.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:choice>
      <xs:element name="TypePropertySingleValue">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The element of IfcPropertySingleValue. </xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="DataType" type="DataType">
              <xs:annotation>
                <xs:documentation>The element of property data
type.</xs:documentation>
              </xs:annotation>
            </xs:element>
            <xs:element name="UnitType" type="UnitType" minOccurs="0">
              <xs:annotation>
                <xs:documentation>The element of property data
unit.</xs:documentation>
              </xs:annotation>
            </xs:element>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
      <xs:element name="TypePropertyEnumeratedValue">
        <xs:annotation>
          <xs:documentation>The element of IfcPropertyEnumeratedValue.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
          <xs:sequence>
            <xs:element name="EnumList">
              <xs:annotation>
                <xs:documentation>The container element of
enumeration list.</xs:documentation>
              </xs:annotation>
            </xs:element>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:choice>
  </xs:complexType>
</xs:sequence>
</xs:complexType>

```

```

type="xs:string">
    <xs:element name="EnumItem"
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The enumeration item in uppercase.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:element>
</xs:sequence>
<xs:attribute name="name" type="xs:string"
    use="required">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The name of
enumeration, i.e., PEnum_*.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:attribute>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="ConstantList" minOccurs="0" maxOccurs="1">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of
enumeration constants with localized names and descriptions.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
            <xs:element name="ConstantDef"
                type="ConstantDef"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="TypePropertyBoundedValue">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The element of IfcPropertyBoundedValue.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:complexType>
        <xs:sequence>
            <xs:element name="ValueRangeDef">
                <xs:annotation>
                    <xs:documentation>The container element of bound
value.</xs:documentation>
                </xs:annotation>
                <xs:complexType>
                    <xs:sequence>
                        <xs:element name="LowerBoundValue">
                            <xs:annotation>
                                <xs:documentation>The lower bound value.</xs:documentation>
                            </xs:annotation>

```

```

name="value" type="xs:string">
    <xs:complexType>
        <xs:attribute
            <xs:annotation>
            <xs:documentation>The lower value.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:attribute>
    </xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="UpperBoundValue">
    <xs:annotation>
    <xs:documentation>The upper bound value.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:complexType>
<xs:attribute
name="value" type="xs:string">
    <xs:annotation>
    <xs:documentation>The upper value.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    </xs:attribute>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="DataType" type="DataType">
    <xs:annotation>
    <xs:documentation>The property data
type.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
<xs:element name="UnitType" type="UnitType" minOccurs="0">
    <xs:annotation>
    <xs:documentation>The property data
unit.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="TypePropertyTableValue">
    <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of IfcPropertyTableValue.</xs:documentation>

```

```

</xs:annotation>
<xs:complexType>
  <xs:sequence>
    <xs:element name="Expression" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The information about the expression
for the derivation of defined values from the defining values.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="DefiningValue">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The list of defining values, which
determine the defined values. This list shall have unique values only.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="DataType"
type="DataType">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The defining value data type.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
          <xs:element name="UnitType"
type="UnitType" minOccurs="0">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The defining value unit.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
          <xs:element name="Values" type="Values"
minOccurs="0">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The container element of values.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="DefinedValue">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The defined values which are
applicable for the scope as defined by the defining values.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="DataType"
type="DataType">
            <xs:annotation>

```

```

    <xs:documentation>Defined value data type.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:element>
  <xs:element name="UnitType"
type="UnitType" minOccurs="0">
    <xs:annotation>
      </xs:annotation>
    </xs:documentation>Defined value unit.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:element>
  <xs:element name="Values" type="Values"
minOccurs="0">
    <xs:annotation>
      </xs:annotation>
    </xs:documentation>Container of values.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:element>
  </xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
<xs:element name="TypePropertyReferenceValue">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of IfcPropertyReferenceValue. </xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType mixed="false">
    <xs:complexContent>
      <xs:extension base="ReferenceSelect">
        <xs:sequence>
          <xs:choice minOccurs="1" maxOccurs="1">
            <xs:element name="IfcMaterialDefinition"/>
            <xs:element name="IfcPerson"/>
            <xs:element name="IfcOrganization"/>
            <xs:element name="IfcPersonAndOrganization"/>
            <xs:element name="IfcExternalReference"/>
            <xs:element name="IfcTimeSeries" type="IfcTimeSeriesType"/>
            <xs:element name="IfcAddress"/>
            <xs:element name="IfcAppliedValue"/>
          </xs:choice>
        </xs:sequence>
      </xs:extension>
    </xs:complexContent>
  </xs:complexType>
  </xs:element>
  <xs:element name="TypePropertyListValue">
    <xs:annotation>
      </xs:annotation>
    </xs:documentation>Defined value unit.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:element>
  <xs:element name="Data Type" type="Data Type"
minOccurs="0"/>
    </xs:sequence>
  </xs:extension>
</xs:complexContent>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:element name="TypePropertyListValue">

```

```

        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The element of IfcPropertyListValue.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element name="ListValue">
                    <xs:annotation>
                        <xs:documentation>The container element of list
value.</xs:documentation>
                    </xs:annotation>
                    <xs:complexType>
                        <xs:sequence>
                            <xs:element name="DataType"
type="DataType">
                                <xs:annotation>
                                    <xs:documentation>The list value data type.</xs:documentation>
                                </xs:annotation>
                                </xs:element>
                                <xs:element name="UnitType"
type="UnitType" minOccurs="0">
                                    <xs:annotation>
                                        <xs:documentation>The list value unit.</xs:documentation>
                                    </xs:annotation>
                                    </xs:element>
                                    <xs:element name="Values" type="Values"
minOccurs="0">
                                        <xs:annotation>
                                            <xs:documentation>The container element of values.</xs:documentation>
                                        </xs:annotation>
                                        </xs:element>
                                        </xs:sequence>
                                    </xs:complexType>
                                </xs:element>
                            </xs:sequence>
                        </xs:complexType>
                    </xs:element>
                </xs:sequence>
            </xs:complexType>
        </xs:element name="TypeComplexProperty">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The element of IfcComplexProperty.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:complexType>
                <xs:sequence>
                    <xs:element name="PropertyDef" type="PropertyDef" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
                </xs:sequence>
                <xs:attribute name="name" type="xs:string">
                    <xs:annotation>

```

```

"CP_**".</xs:documentation>
</xs:annotation>
</xs:attribute>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:choice>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="DataType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of data type.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:attribute name="type" default="IfcText">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>The property data type based on IfcValue (IfcMeasureValue, IfcSimpleValue, and
IfcDerivedMeasureValue of IFC4 Official Release).</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:simpleType>
      <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="IfcAmountOfSubstanceMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcAreaMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcComplexNumber"/>
        <xs:enumeration value="IfcContextDependentMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcCountMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcDescriptiveMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcElectricCurrentMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcLengthMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcLuminousIntensityMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcMassMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcNonNegativeLengthMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcNormalisedRatioMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcNumericMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcParameterValue"/>
        <xs:enumeration value="IfcPlaneAngleMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcPositiveLengthMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcPositivePlaneAngleMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcPositiveRatioMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcRatioMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcSolidAngleMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcThermodynamicTemperatureMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcTimeMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcVolumeMeasure"/>
        <xs:enumeration value="IfcBoolean"/>
        <xs:enumeration value="IfcDate"/>
        <xs:enumeration value="IfcDateTime"/>
        <xs:enumeration value="IfcDuration"/>
        <xs:enumeration value="IfcIdentifier"/>
        <xs:enumeration value="IfcInteger"/>
        <xs:enumeration value="IfcLabel"/>
        <xs:enumeration value="IfcLogical"/>

```

<xs:enumeration value="IfcReal"/>
<xs:enumeration value="IfcText"/>
<xs:enumeration value="IfcTime"/>
<xs:enumeration value="IfcTimeStamp"/>
<xs:enumeration value="IfcAbsorbedDoseMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcAccelerationMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcAngularVelocityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcAreaDensityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcCompoundPlaneAngleMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcCurvatureMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcDoseEquivalentMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcDynamicViscosityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcElectricCapacitanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcElectricChargeMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcElectricConductanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcElectricResistanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcElectricVoltageMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcEnergyMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcForceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcFrequencyMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcHeatFluxDensityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcHeatingValueMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcIlluminanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcInductanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcIntegerCountRateMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcIonConcentrationMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcIsothermalMoistureCapacityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcKinematicViscosityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLinearForceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLinearMomentMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLinearStiffnessMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLinearVelocityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLuminousFluxMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcLuminousIntensityDistributionMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMagneticFluxDensityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMagneticFluxMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMassDensityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMassFlowRateMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMassPerLengthMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcModulusOfElasticityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcModulusOfLinearSubgradeReactionMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcModulusOfRotationalSubgradeReactionMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcModulusOfSubgradeReactionMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMoistureDiffusivityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMolecularWeightMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMomentOfInertiaMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcMonetaryMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcPHMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcPlanarForceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcPowerMeasure"/>

```

<xs:enumeration value="IfcPressureMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcRadioActivityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcRotationalFrequencyMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcRotationalMassMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcRotationalStiffnessMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSectionModulusMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSectionalAreaIntegralMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcShearModulusMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSoundPowerLevelMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSoundPowerMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSoundPressureLevelMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSoundPressureMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcSpecificHeatCapacityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcTemperatureGradientMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcTemperatureRateOfChangeMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcThermalAdmittanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcThermalConductivityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcThermalExpansionCoefficientMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcThermalResistanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcThermalTransmittanceMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcTorqueMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcVaporPermeabilityMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcVolumetricFlowRateMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcWarpingConstantMeasure"/>
<xs:enumeration value="IfcWarpingMomentMeasure"/>
</xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:attribute>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="UnitType">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of unit type.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:attribute name="type" default="USERDEFINED">
    <xs:annotation>
      <xs:documentation>The unit type based on IfcDerivedUnit(IfcDerivedUnitEnum) and
IfcNamedUnit(IfcUnitEnum) of IFC4 Official Release.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
  </xs:attribute>
  <xs:restriction base="xs:string">
    <xs:enumeration value="ACCELERATIONUNIT"/>
    <xs:enumeration value="ANGULARVELOCITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="AREADENSITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="COMPOUNDPLANEANGLEUNIT"/>
    <xs:enumeration value="DYNAMICVISCOSITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="HEATFLUXDENSITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="INTEGERCOUNTRATEUNIT"/>
    <xs:enumeration value="ISOTHERMALMOISTURECAPACITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="KINEMATICVISCOSITYUNIT"/>
    <xs:enumeration value="LINEARFORCEUNIT"/>
  </xs:restriction>
</xs:complexType>

```

<xs:enumeration value="LINEARMOMENTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="LINEARSTIFFNESSUNIT"/>
 <xs:enumeration value="LINEARVELOCITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MASSDENSITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MASSFLOWRATEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MODULUSOFELASTICITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MODULUSOFSUBGRADEREACTIONUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MOISTUREDIFFUSIVITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MOLECULARWEIGHTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MOMENTORINERTIAUNIT"/>
 <xs:enumeration value="PLANARFORCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ROTATIONALFREQUENCYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ROTATIONALSTIFFNESSUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SHEARMODULUSUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SPECIFICHEATCAPACITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="THERMALADMITTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="THERMALCONDUCTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="THERMALRESISTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="THERMALTRANSMITTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="TORQUEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="VAPORPERMEABILITYUNIT"/>
 <xs:enumeration value="VOLUMETRICFLOWRATEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="CURVATUREUNIT"/>
 <xs:enumeration value="HEATINGVALUEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="IONCONCENTRATIONUNIT"/>
 <xs:enumeration value="LUMINOUSINTENSITYDISTRIBUTIONUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MASSPERLENGTHUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MODULUSOFLINEARSUBGRADEREACTIONUNIT"/>
 <xs:enumeration value="MODULUSOFROTATIONALSUBGRADEREACTIONUNIT"/>
 <xs:enumeration value="PHUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ROTATIONALMASSUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SECTIONAREAINTEGRALUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SECTIONMODULUSUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SOUNDPOWERLEVELUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SOUNDPOWERUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SOUNDPRESSURELEVELUNIT"/>
 <xs:enumeration value="SOUNDPRESSUREUNIT"/>
 <xs:enumeration value="TEMPERATUREGRADIENTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="TEMPERATURERATEOFCHANGEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="THERMALEXPANSIONCOEFFICIENTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="WARPINGCONSTANTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="WARPINGMOMENTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ABSORBEDDOSEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="AMOUNTOFSUBSTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="AREAUNIT"/>
 <xs:enumeration value="DOSEEQUIVALENTUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ELECTRICCAPACITANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ELECTRICCHARGEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ELECTRICCONDUCTANCEUNIT"/>
 <xs:enumeration value="ELECTRICCURRENTUNIT"/>

```

        <xs:enumeration value="ELECTRICRESISTANCEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="ELECTRICVOLTAGEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="ENERGYUNIT"/>
        <xs:enumeration value="FORCEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="FREQUENCYUNIT"/>
        <xs:enumeration value="ILLUMINANCEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="INDUCTANCEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="LENGTHUNIT"/>
        <xs:enumeration value="LUMINOUSFLUXUNIT"/>
        <xs:enumeration value="LUMINOUSINTENSITYUNIT"/>
        <xs:enumeration value="MAGNETICFLUXDENSITYUNIT"/>
        <xs:enumeration value="MAGNETICFLUXUNIT"/>
        <xs:enumeration value="MASSUNIT"/>
        <xs:enumeration value="PLANEANGLEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="POWERUNIT"/>
        <xs:enumeration value="PRESSUREUNIT"/>
        <xs:enumeration value="RADIOACTIVITYUNIT"/>
        <xs:enumeration value="SOLIDANGLEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="THERMODYNAMICTEMPERATUREUNIT"/>
        <xs:enumeration value="TIMEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="VOLUMEUNIT"/>
        <xs:enumeration value="USERDEFINED"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="currencytype" default="USERDEFINED">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The currency type based on IfcMonetaryUnit(ISO 4217), for example CNY, EUR, GBP,
JPY, USD. </xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:attribute>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="ReferenceSelect">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The element of reference select.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <!--<xs:attribute name="reftype">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The reference type based on SELECT Type
IfcObjectReferenceSelect.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
    </xs:simpleType>
    <xs:restriction base="xs:string">
        <xs:enumeration value="IfcMaterialDefinition"/>
        <xs:enumeration value="IfcPerson"/>
        <xs:enumeration value="IfcOrganization"/>
        <xs:enumeration value="IfcPersonAndOrganization"/>
        <xs:enumeration value="IfcExternalReference"/>
        <xs:enumeration value="IfcTimeSeries"/>
        <xs:enumeration value="IfcAddress"/>
    </xs:restriction>

```

```

        <xs:enumeration value="IfcAppliedValue"/>
    </xs:restriction>
</xs:simpleType>
</xs:attribute-->
<xs:attribute name="guid" type="xs:string">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The GUID for reference.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="URL" type="xs:string">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The URL for reference.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="libraryname" type="xs:string">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The library name for reference.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:attribute>
<xs:attribute name="sectionref" type="xs:string">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The section information of reference.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
</xs:attribute>
</xs:complexType>
<xs:complexType name="IfcTimeSeriesType">
    <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of IfcTimeSeries type.</xs:documentation>
    </xs:annotation>
    <xs:choice>
        <xs:element name="IfcRegularTimeSeries">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The element of IfcRegularTimeSeries type.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
        <xs:element name="IfcIrregularTimeSeries">
            <xs:annotation>
                <xs:documentation>The element of IfcIrregularTimeSeries type.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
        </xs:element>
    </xs:choice>
</xs:complexType>
    <xs:complexType name="Values">
        <xs:annotation>
            <xs:documentation>The element of values.</xs:documentation>
        </xs:annotation>
        <xs:sequence minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
            <xs:element name="ValueItem" type="xs:string"/>
        </xs:sequence>
    </xs:complexType>

```

```

<xs:complexType name="ConstantDef">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The element of enumeration constant definition.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:choice minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
    <xs:element name="Name" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The name of the enumeration constant.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="Definition" type="xs:string">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The definition of the enumeration constant.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
    </xs:element>
    <xs:element name="NameAliases">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of name alias.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="NameAlias" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The name alias in local
language.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:complexType>
              <xs:simpleContent>
                <xs:extension base="xs:string">
                  <xs:attribute name="lang"
type="xs:string">
                </xs:extension>
              </xs:simpleContent>
            </xs:complexType>
          </xs:element>
        </xs:sequence>
      </xs:complexType>
    </xs:element>
    <xs:element name="DefinitionAliases">
      <xs:annotation>
        <xs:documentation>The container element of definition alias.</xs:documentation>
      </xs:annotation>
      <xs:complexType>
        <xs:sequence>
          <xs:element name="Name" type="xs:string">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The name of the enumeration constant.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
          <xs:element name="Definition" type="xs:string">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The definition of the enumeration constant.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
          </xs:element>
          <xs:element name="NameAliases">
            <xs:annotation>
              <xs:documentation>The container element of name alias.</xs:documentation>
            </xs:annotation>
            <xs:complexType>
              <xs:sequence>
                <xs:element name="NameAlias" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
                  <xs:annotation>
                    <xs:documentation>The name alias in local
language.</xs:documentation>
                  </xs:annotation>
                  <xs:complexType>
                    <xs:simpleContent>
                      <xs:extension base="xs:string">
                        <xs:attribute name="lang"
type="xs:string">
                      </xs:extension>
                    </xs:simpleContent>
                  </xs:complexType>
                </xs:sequence>
              </xs:complexType>
            </xs:element>
          </xs:sequence>
        </xs:complexType>
      </xs:element>
    </xs:sequence>
  </xs:choice>
  <xs:documentation>The language code based on ISO 639-1 and ISO 3166-1 alpha-2 codes, i.e., "de-DE", "ja-JP", "fr-FR", "no-NO".</xs:documentation>
</xs:complexType>

```

```

<xs:element name="DefinitionAlias" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
  <xs:annotation>
    <xs:documentation>The definition in local
language.</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  <xs:complexType>
    <xs:simpleContent>
      <xs:extension base="xs:string">
        <xs:attribute name="lang"
type="xs:string">
          </xs:attribute>
        </xs:extension>
      </xs:simpleContent>
    </xs:complexType>
  </xs:element>
</xs:sequence>
</xs:complexType>
</xs:element>
</xs:choice>
</xs:complexType>
</xs:schema>
  <xs:documentation>The language code based on ISO 639-1 and ISO 3166-1 alpha-2 codes, i.e., "de-DE", "ja-JP", "fr-FR", "no-
NO".</xs:documentation>
  </xs:annotation>
  </xs:attribute>
  </xs:extension>
  </xs:simpleContent>
  </xs:complexType>
  </xs:element>
  </xs:sequence>
  </xs:complexType>
  </xs:element>
  </xs:choice>
  </xs:complexType>
  </xs:schema>

```

Apêndice O – psdXML e transformações XSL correspondentes.

CvBuildingElementState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvBuildingElementState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Building Element State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>SharedBldgElements</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcBuildingElement</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="f6cb2f477d1858ec37439b322a8962cd">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition> EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
      <Name>dimension_changed</Name>
      <Definition>IFCBOUNDINGBOX_ID</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcIdentifier"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
  </PropertyDefs>
</PropertySetDef>
```

```

<PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
  <Name>placement_changed</Name>
  <Definition>IFLOCALPLACEMENT_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
  <Name>surface_changed</Name>
  <Definition>IFCPRESENTATIONITEM_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
  <Name>electronic_display_detected</Name>
  <Definition>Electronic Display Detected</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
  <Name>water_level</Name>
  <Definition>("LOW" | "HIGH" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="62629e249dfc913486cca656c46c2b1a">
  <Name>fire_cabinet_opened</Name>

```

```

<Definition>Fire Cabinet Opened</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="f333ce7d2133769f945660fe32807693">
  <Name>derived_detected_phase</Name>
  <Definition>IFCTASK_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="f333ce7d2133769f945660fe32807693">
  <Name>derived_task_status</Name>
  <Definition>IFCTASKSTATUS_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="90c8bec399a7550645454e33cd3239a6">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvBuildingElementState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcBuildingElement

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Building Element State occurrences.
----	---

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcInteger	EN event_id EventId
dimension_changed	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN dimension_changed IFCBOUNDINGBOX_ID
placement_changed	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN placement_changed IFCLOCALPLACEMENT_ID
surface_changed	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN surface_changed IFCPRESENTATIONITEM_ID
electronic_display_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN electronic_display_detected Electronic Display Detected
water_level	P_REFERENCEVALUE / IfcLabel	EN water_level ("LOW" "HIGH")
fire_cabinet_opened	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN fire_cabinet_opened Fire Cabinet Opened
derived_detected_phase	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN derived_detected_phase IFCTASK_ID
derived_task_status	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN derived_task_status IFCTASKSTATUS_ID
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvDoorState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvDoorState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Door State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcDoor</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcDoor</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="7d7e8811953c120e56a7052bde7d1ea7">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition> EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>door_state</Name>
      <Definition>("OPENED" | "CLOSED" | "UNKNOWN" )</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>is_altered</Name>
```

```

<Definition>ALTERED</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="">
  <Name>access_type</Name>
  <Definition>( "CONSTRUCTION_ACCESS" | "EMERGENCY_EXIT" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvDoorState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcDoor

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Door State occurrences.
----	---

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
door_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN door_state ("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")
is_altered	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN is_altered ALTERED
access_type	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN access_type ("CONSTRUCTION_ACCESS" "EMERGENCY_EXIT")
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvFurnitureState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvFurnitureState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Furniture State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcFurniture</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcFurniture</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="a1267445754f0bd674888a1baf6ca04d">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
      <Name>furniture_state</Name>
      <Definition>("CURTAIN_OPENED" | "CURTAIN_CLOSED" | "CURTAIN_PARTIAL" | "WASTED_COLLECTOR_EMPTY" |
"WASTE_COLLECTOR_FULL" | "WASTE_COLLECTOR_PARTIAL" | "FURNITURE_REMOVED" )</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
```

```

<Name>usage</Name>
<Definition> "STARTED_USING_DEVICE" | "STOPPED_USING_DEVICE" )</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcLabel"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
  <Name>not_in_place</Name>
  <Definition>IFCLOCALPLACEMENT_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
  <Name>dimensions_changed</Name>
  <Definition>IFCBOUNDINGBOX_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="d0bfb3c4347918478e4eb0bcff735a83">
  <Name>surface_changed</Name>
  <Definition>IFCPRESENTATIONITEM_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="19886f5c82fc7f150d699b24793a9244">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>

```

```

<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcText"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvFurnitureState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcFurniture

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Furniture State occurrences.
----	--

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
furniture_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN furniture_state ("CURTAIN_OPENED" "CURTAIN_CLOSED" "CURTAIN_PARTIAL" "WASTED_COLLECTOR_EMPTY" "WASTE_COLLECTOR_FULL" "WASTE_COLLECTOR_PARTIAL" "FURNITURE_REMOVED")
usage	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN usage ("STARTED_USING_DEVICE" "STOPPED_USING_DEVICE")
not_in_place	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	EN not_in_place IFCLOCALPLACEMENT_ID
dimensions_changed	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	EN dimensions_changed IFCBOUNDINGBOX_ID
surface_changed	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	EN surface_changed IFCPRESENTATIONITEM_ID
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvOccupantActivity.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvOccupantActivity</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Occupant Activity occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcOccupant</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcOccupant</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="b51051cb8f9a92544aa0956dc0c5182f">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="7d358aa27eed16d565cc19a6744030f9">
      <Name>activity_state</Name>
      <Definition>("STARTED" | "STOPPED")</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="7d358aa27eed16d565cc19a6744030f9">
      <Name>detected_activity</Name>
```

```

    <Definition>("WALKING" | "RUNNING" | "SITTING" | "NAVIGATING" | "VISTING" | "FACING_DISPLAY" | "QUEUEING" | "BROWSING" | "TOUCHING" |
"HOLDING" | "TASTING" | "SWITCHING" | "BUYING" | "TALKING_ON_PHONE" | "SPEAKING_CUSTOMER" | "SPEAKING_PERSONNEL" |
"CONSLT_SMPHONE" | "CONSLT_PERSONNEL" | "USING_CAMERA" | "CHOOSE_CARRY_EQUIP" | "USE_SHOP_LIST" | "USE_SHOP_BAG" |
"USE_CARK_BASKET" | "EATING" | "LITERING" | "USING_DESK" | "AGGRESSION" | "SNATCHING" | "POSSIBLE_THEFT" | "FALLING" | "BENDING" |
"CONVERGED" | "SIGNALING" | "TRAPPED" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7d358aa27eed16d565cc19a6744030f9">
  <Name>construction_activity</Name>
  <Definition>IFCTASK_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="75b915d931c97fca76f4714cf80b3ba8">
  <Name>speed</Name>
  <Definition> Speed</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLinearVelocityMeasure"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="75b915d931c97fca76f4714cf80b3ba8">
  <Name>orientation</Name>
  <Definition>Orientation</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcPlaneAngleMeasure"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>

```

```

<PropertyDef ifdguid="e89f488315931795352a0c73f11f2b24">
  <Name>restriced_activity</Name>
  <Definition>( "WORK_VISIT" | "GUARD_AWAY_FROM_POST" | "GUARD_ON_POST" | "CHECKPOINT_NOT_VISITED" | "PERIMETER_VIOLATION" |
"STANDING_ON_FENCE_LINE" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="4d08e8627d813d802269e3737cab29d7">
  <Name>path</Name>
  <Definition>Serialized PATH</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
  <PropertyDef ifdguid="e60737548e9d11ed056ee46fcc07a00">
    <Name>CvMetadata</Name>
    <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
    <PropertyType>
      <TypePropertyReferenceValue>
        <IfcTimeSeries>
          <IfcIrregularTimeSeries/>
        </IfcTimeSeries>
        <DataType type="IfcText"/>
      </TypePropertyReferenceValue>
    </PropertyType>
  </PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvOccupantActivity

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcOccupant

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Occupant Activity occurrences.
----	--

Properties

Name	Type	Definition			
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>Enabled</td> <td>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</td> </tr> </table>	EN	Enabled	Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
EN	Enabled	Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.			
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>event_id</td> <td>EventId</td> </tr> </table>	EN	event_id	EventId
EN	event_id	EventId			
activity_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>activity_state</td> <td>("STARTED" "STOPPED")</td> </tr> </table>	EN	activity_state	("STARTED" "STOPPED")
EN	activity_state	("STARTED" "STOPPED")			
detected_activity	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>detected_activity</td> <td>{ "WALKING" "RUNNING" "SITTING" "NAVIGATING" "VISTING" "FACING_DISPLAY" "QUEUEING" "BROWSING" "TOUCHING" "HOLDING" "TASTING" "SWITCHING" "BUYING" "TALKING_ON_PHONE" "SPEAKING_CUSTOMER" "SPEAKING_PERSONNEL" "CONSLT_SMPHONE" "CONSLT_PERSONNEL" "USING_CAMERA" "CHOOSE_CARRY_EQUIP" "USE_SHOP_LIST" "USE_SHOP_BAG" "USE_CARK_BASKET" "EATING" "LITERING" "USING_DESK" "AGGRESSION" "SNATCHING" "POSSIBLE_THEFT" "FALLING" "BENDING" "CONVERGED" "SIGNALING" "TRAPPED" }</td> </tr> </table>	EN	detected_activity	{ "WALKING" "RUNNING" "SITTING" "NAVIGATING" "VISTING" "FACING_DISPLAY" "QUEUEING" "BROWSING" "TOUCHING" "HOLDING" "TASTING" "SWITCHING" "BUYING" "TALKING_ON_PHONE" "SPEAKING_CUSTOMER" "SPEAKING_PERSONNEL" "CONSLT_SMPHONE" "CONSLT_PERSONNEL" "USING_CAMERA" "CHOOSE_CARRY_EQUIP" "USE_SHOP_LIST" "USE_SHOP_BAG" "USE_CARK_BASKET" "EATING" "LITERING" "USING_DESK" "AGGRESSION" "SNATCHING" "POSSIBLE_THEFT" "FALLING" "BENDING" "CONVERGED" "SIGNALING" "TRAPPED" }
EN	detected_activity	{ "WALKING" "RUNNING" "SITTING" "NAVIGATING" "VISTING" "FACING_DISPLAY" "QUEUEING" "BROWSING" "TOUCHING" "HOLDING" "TASTING" "SWITCHING" "BUYING" "TALKING_ON_PHONE" "SPEAKING_CUSTOMER" "SPEAKING_PERSONNEL" "CONSLT_SMPHONE" "CONSLT_PERSONNEL" "USING_CAMERA" "CHOOSE_CARRY_EQUIP" "USE_SHOP_LIST" "USE_SHOP_BAG" "USE_CARK_BASKET" "EATING" "LITERING" "USING_DESK" "AGGRESSION" "SNATCHING" "POSSIBLE_THEFT" "FALLING" "BENDING" "CONVERGED" "SIGNALING" "TRAPPED" }			
construction_activity	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>construction_activity</td> <td>IFCTASK_ID</td> </tr> </table>	EN	construction_activity	IFCTASK_ID
EN	construction_activity	IFCTASK_ID			
speed	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLinearVelocityMeasure	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>speed</td> <td>Speed</td> </tr> </table>	EN	speed	Speed
EN	speed	Speed			
orientation	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcPlaneAngleMeasure	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>orientation</td> <td>Orientation</td> </tr> </table>	EN	orientation	Orientation
EN	orientation	Orientation			
restriced_activity	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>restriced_activity</td> <td>("WORK_VISIT" "GUARD_AWAY_FROM_POST" "GUARD_ON_POST" "CHECKPOINT_NOT_VISITED" "PERIMETER_VIOLATION" "STANDING_ON_FENCE_LINE")</td> </tr> </table>	EN	restriced_activity	("WORK_VISIT" "GUARD_AWAY_FROM_POST" "GUARD_ON_POST" "CHECKPOINT_NOT_VISITED" "PERIMETER_VIOLATION" "STANDING_ON_FENCE_LINE")
EN	restriced_activity	("WORK_VISIT" "GUARD_AWAY_FROM_POST" "GUARD_ON_POST" "CHECKPOINT_NOT_VISITED" "PERIMETER_VIOLATION" "STANDING_ON_FENCE_LINE")			
path	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>path</td> <td>Serialized PATH</td> </tr> </table>	EN	path	Serialized PATH
EN	path	Serialized PATH			
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	<table border="1"> <tr> <td>EN</td> <td>CvMetadata</td> <td>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</td> </tr> </table>	EN	CvMetadata	CvEvent metadata for diagnostic of system performance.
EN	CvMetadata	CvEvent metadata for diagnostic of system performance.			

CvOccupantState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <lfcVersion version="4"/>
  <Name>CvOccupantState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Occupant State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>lfcOccupant</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>lfcOccupant</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="2c0482ec4eca060054de188496b316b7">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="lfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <lfcTimeSeries>
            <lfcIrregularTimeSeries/>
          </lfcTimeSeries>
          <DataType type="lfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
      <Name>occupant_detected</Name>
      <Definition>OCCUPANT_DETECTED</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <lfcTimeSeries>
            <lfcIrregularTimeSeries/>
          </lfcTimeSeries>
          <DataType type="lfcBoolean"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
      <Name>gender</Name>
```

```

<Definition>( "MALE" | "FEMALE" )</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <lfcTimeSeries>
      <lfcIrregularTimeSeries/>
    </lfcTimeSeries>
    <DataType type="lfcLabel"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>age_group</Name>
  <Definition>( "ADULT" | "CHILD" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>face_detection</Name>
  <Definition>( "FACE_DETECTED" | "FACE_RECOGNIZED" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>role</Name>
  <Definition>( "EMPLOYEE" | "GUARD" | "POI" | "EMERGENCY" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>identified_person</Name>
  <Definition>IFCPERSON_ID</Definition>
  <PropertyType>

```

```

<TypePropertyReferenceValue>
  <lfcTimeSeries>
    <lfcIrregularTimeSeries/>
  </lfcTimeSeries>
  <DataType type="lfcIdentifier"/>
</TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>tracking</Name>
  <Definition>TRACKING</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>ppe_detected</Name>
  <Definition>PPE_DET</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8dceddee7e94774923c2bc25168d6f50">
  <Name>reduced_mobility</Name>
  <Definition>REDUCED_MOBILITY</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="468ed7bb4ffd8b7c5aa0b86a77b1b9e">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>

```

```

    <IfcIrregularTimeSeries/>
  </IfcTimeSeries>
  <DataType type="IfcText"/>
</TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvOccupantState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcOccupant

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Occupant State occurrences.
----	---

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
occupant_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN occupant_detected OCCUPANT_DETECTED
gender	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN gender ("MALE" "FEMALE")
age_group	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN age_group ("ADULT" "CHILD")
face_detection	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN face_detection ("FACE_DETECTED" "FACE_RECOGNIZED")
role	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN role ("EMPLOYEE" "GUARD" "POI" "EMERGENCY")
identified_person	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	EN identified_person IFCPERSON_ID
tracking	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN tracking TRACKING
ppe_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN ppe_detected PPE_DET
reduced_mobility	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN reduced_mobility REDUCED_MOBILITY
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvResourceState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvResourceState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Construction Resource State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcResource</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcResource</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="01dd5cbd68844a5113ba5716267192f4">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="9efe904e9fdea60f5c75242eb1e210ef">
      <Name>equipment_detected</Name>
      <Definition>EQUIPMENT_DETECTED</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="9efe904e9fdea60f5c75242eb1e210ef">
      <Name>material_detected</Name>
```

```

<Definition>MATERIAL_DETECTED</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="9efe904e9fdea60f5c75242eb1e210ef">
  <Name>resource_quantity</Name>
  <Definition>IFCPHYSICALQUANTITY_ID</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcIdentifier"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="90e52a086dbe40db9f711aa1b37e7703">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvResourceState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcResource

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Construction Resource State occurrences.
----	--

Properties

Name	Type	Definition			
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>Enabled</td><td>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</td></tr></table>	EN	Enabled	Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
EN	Enabled	Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.			
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>event_id</td><td>EventId</td></tr></table>	EN	event_id	EventId
EN	event_id	EventId			
equipment_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>equipment_detected</td><td>EQUIPMENT_DETECTED</td></tr></table>	EN	equipment_detected	EQUIPMENT_DETECTED
EN	equipment_detected	EQUIPMENT_DETECTED			
material_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>material_detected</td><td>MATERIAL_DETECTED</td></tr></table>	EN	material_detected	MATERIAL_DETECTED
EN	material_detected	MATERIAL_DETECTED			
resource_quantity	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcIdentifier	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>resource_quantity</td><td>IFCPHYSICALQUANTITY_ID</td></tr></table>	EN	resource_quantity	IFCPHYSICALQUANTITY_ID
EN	resource_quantity	IFCPHYSICALQUANTITY_ID			
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	<table border="1"><tr><td>EN</td><td>CvMetadata</td><td>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</td></tr></table>	EN	CvMetadata	CvEvent metadata for diagnostic of system performance.
EN	CvMetadata	CvEvent metadata for diagnostic of system performance.			

CvSpaceState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvSpaceState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Occupant Activity Aggregated occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcSpace</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcSpace</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="2e976092590648753e3fd0edd93a9a17">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="2104fb0c07cd5f85585ea7a0e0fa0ef9">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="2104fb0c07cd5f85585ea7a0e0fa0ef9">
      <Name>aggregated_occupant_count</Name>
      <Definition>COUNT</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="2104fb0c07cd5f85585ea7a0e0fa0ef9">
      <Name>aggregated_unique_occupant_count</Name>
```

```

<Definition>UNIQUE_COUNT</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <lfcTimeSeries>
      <lfcIrregularTimeSeries/>
    </lfcTimeSeries>
    <DataType type="lfcInteger"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="d5834d15774707860b57bff85d9da651">
  <Name>aggregated_occupant_heat_map</Name>
  <Definition>Serialized HEAT_MAP</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="0cc6c94f1dc747760b5dd7f857eba5e5">
  <Name>aggregated_occupant_vector_map</Name>
  <Definition>Serialized VECTOR_MAP</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="c41a38ec280323a091df68bdac2b73e1">
  <Name>space_illumination_level</Name>
  <Definition>Serialized ILLUMINATION_LEVEL</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>visual_indicator_on</Name>
  <Definition>VISUAL_INDICATOR_ON</Definition>
  <PropertyType>

```

```

<TypePropertyReferenceValue>
  <lfcTimeSeries>
    <lfcIrregularTimeSeries/>
  </lfcTimeSeries>
  <DataType type="lfcBoolean"/>
</TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>fire_detected</Name>
  <Definition>FIRE_DETECTED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>sprinkler_active</Name>
  <Definition>SPRINKLER_ACTIVE</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>critical_path_obstructed</Name>
  <Definition>CRITICAL_PATH_OBSTRUCTED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>object_left_unattended</Name>
  <Definition>OBJECT_LEFT_UNATTENDED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>

```

```

    <lfcIrregularTimeSeries/>
  </lfcTimeSeries>
  <DataType type="lfcBoolean"/>
</TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="68f60bf055e093434d8edf6dad3f36da">
  <Name>motion_detected</Name>
  <Definition>MOTION_DETECTED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8a77c1132ba791ec1c0835e0b8b00c1c">
  <Name>aggregated_transport_count</Name>
  <Definition>COUNT</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcInteger"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="8a77c1132ba791ec1c0835e0b8b00c1c">
  <Name>aggregated_unique_transport_count</Name>
  <Definition>UNIQUE_COUNT</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcInteger"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="62796e7b2d52169736e7db8de4570e49">
  <Name>aggregated_transport_heat_map</Name>
  <Definition>Serialized HEAT_MAP</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>

```

```

    <DataType type="lfcText"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="2054a72657dc2c609080ddc141034e59">
  <Name>aggregated_transport_vector_map</Name>
  <Definition>Serialized VECTOR_MAP</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="bfeb532e50fd30f76a13bdc33be07939">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvSpaceState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcSpace

Natural language names

EN Properties for history of CvEvent Occupant Activity Aggregated occurrences.

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
aggregated_occupant_count	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN aggregated_occupant_count COUNT
aggregated_unique_occupant_count	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN aggregated_unique_occupant_count UNIQUE_COUNT
aggregated_occupant_heat_map	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN aggregated_occupant_heat_map Serialized HEAT_MAP
aggregated_occupant_vector_map	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN aggregated_occupant_vector_map Serialized VECTOR_MAP
illumination_level	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN illumination_level Serialized ILLUMINATION_LEVEL
visual_indicator_on	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN visual_indicator_on VISUAL_INDICATOR_ON
fire_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN fire_detected FIRE_DETECTED
sprinkler_active	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN sprinkler_active SPRINKLER_ACTIVE
critical_path_obstructed	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN critical_path_obstructed CRITICAL_PATH_OBSTRUCTED
object_left_unattended	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN object_left_unattended OBJECT_LEFT_UNATTENDED
motion_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN motion_detected MOTION_DETECTED
aggregated_transport_count	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN aggregated_transport_count COUNT
aggregated_unique_transport_count	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN aggregated_unique_transport_count UNIQUE_COUNT
aggregated_transport_heat_map	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN aggregated_transport_heat_map Serialized HEAT_MAP
aggregated_transport_vector_map	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN aggregated_transport_vector_map Serialized VECTOR_MAP
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvTransportActivity.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvTransportActivity</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Transport Activity occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcTransportElement</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcTransportElement</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="6ae0d220128c2ef7849ec71c308459ae">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="ce0d62f46af70b97190e879bcdab2550">
      <Name>elevator_door_state</Name>
      <Definition>("OPENED" | "CLOSED")</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="ce0d62f46af70b97190e879bcdab2550">
      <Name>transport_occupied</Name>
```

```

<Definition>TRANSPORT_OCCUPIED"</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="ce0d62f46af70b97190e879bcdab2550">
  <Name>transport_in_operation</Name>
  <Definition>TRANSPORT_IN_OPERATION"</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="a9ff5bb66319855388a6580b6b0e4697">
  <Name>activity_state</Name>
  <Definition>("STARTED" | "STOPPED" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="a9ff5bb66319855388a6580b6b0e4697">
  <Name>transport_activity</Name>
  <Definition>("OCC_IN_TRANSP_QUEUE" | "VEHICLE_SPEEDING" | "MOVING_IN_WRONG_DIRECTION" | "UNEXPECTED_STOPPING" |
"VEHICLE_PARKED_IN_DISABLED_SPOT" | "VEHICLE_PARKED_IN_RESTRICTED_AREA" | "VEHICLE_ACCIDENT" |
"VEHICLE_NEEDS_ASSISTANCE" | "VEHICLE_FOLLOWING" | "VEHICLE_DROPPING_OFF" | "VEHICLE_QUEUEING" | "VEHICLE_LOITERING"
)</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="c6a3d032898399882796e049419b8391">

```

```

<Name>CvMetadata</Name>
<Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcText"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvTransportActivity

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcTransportElement

Natural language names

EN Properties for history of CvEvent Transport Activity occurrences.

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcInteger	EN event_id EventId
elevator_door_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN elevator_door_state ("OPENED" "CLOSED")
transport_occupied	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN transport_occupied TRANSPORT_OCCUPIED
transport_in_operation	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN transport_in_operation TRANSPORT_IN_OPERATION
activity_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN activity_state ("STARTED" "STOPPED")
transport_activity	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcLabel	EN transport_activity ("OCC_IN_TRANSP_QUEUE" "VEHICLE_SPEEDING" "MOVING_IN_WRONG_DIRECTION" "UNEXPECTED_STOPPING" "VEHICLE_PARKED_IN_DISABLED_SPOT" "VEHICLE_PARKED_IN_RESTRICTED_AREA" "VEHICLE_ACCIDENT" "VEHICLE_NEEDS_ASSISTANCE" "VEHICLE_FOLLOWING" "VEHICLE_DROPPING_OFF" "VEHICLE_QUEUEING" "VEHICLE_LOITERING")
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvTransportState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templateType="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvTransportState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Transport State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcTransportElement</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcTransportElement</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="16d8372a2fa55daf62def7ad1e0ea53d">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
      <Name>vehicle_detected</Name>
      <Definition>VEHICLE_DETECTED</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
      <Name>tracking</Name>
```

```

<Definition>TRACKING</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <lfcTimeSeries>
      <lfcIrregularTimeSeries/>
    </lfcTimeSeries>
    <DataType type="lfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
  <Name>vehicle_type</Name>
  <Definition>( "DELIVERY_TRUCK_DETECTED" | "EMERGENCY_VEHICLE_DETECTED" )</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcLabel"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
  <Name>drive_face_detected</Name>
  <Definition>DRIVER_FACE_DETECTED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
  <Name>license_plate_detected</Name>
  <Definition>LICENSE_PLATE_DETECTED</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <lfcTimeSeries>
        <lfcIrregularTimeSeries/>
      </lfcTimeSeries>
      <DataType type="lfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
  <Name>vehicle_identified</Name>
  <Definition>Tag</Definition>
  <PropertyType>

```

```

<TypePropertyReferenceValue>
  <IfcTimeSeries>
    <IfcIrregularTimeSeries/>
  </IfcTimeSeries>
  <DataType type="IfcIdentifier"/>
</TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="7cff113f6ee52a4557897745eae732d7">
  <Name>in_restricted_area</Name>
  <Definition>IN_RESTRICTED_AREA</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcBoolean"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="f8984ea19c5555d06cb86c5dcf1c772f">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvTransportState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcTransportElement

Natural language names

EN Properties for history of CvEvent Transport State occurrences.

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcInteger	EN event_id EventId
vehicle_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN vehicle_detected VEHICLE_DETECTED
tracking	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN tracking TRACKING
vehicle_type	P_REFERENCEVALUE / IfcLabel	EN vehicle_type ("DELIVERY_TRUCK_DETECTED" "EMERGENCY_VEHICLE_DETECTED")
drive_face_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN drive_face_detected DRIVER_FACE_DETECTED
license_plate_detected	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN license_plate_detected LICENSE_PLATE_DETECTED
vehicle_identified	P_REFERENCEVALUE / IfcIdentifier	EN vehicle_identified Tag
in_restricted_area	P_REFERENCEVALUE / IfcBoolean	EN in_restricted_area IN_RESTRICTED_AREA
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

CvWindowState.xml

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl" href="PSD_IFC4.xsl"?>
<PropertySetDef xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
ifdguid="3e41774120394de2a11866eed77fb1c0" templatetype="PSET_PERFORMANCEDRIVEN"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="PSD_IFC4_TC1.xsd">
  <IfcVersion version="4"/>
  <Name>CvWindowState</Name>
  <Definition>Properties for history of CvEvent Window State occurrences.</Definition>
  <ApplicableClasses>
    <ClassName>IfcWindow</ClassName>
  </ApplicableClasses>
  <ApplicableTypeValue>IfcWindow</ApplicableTypeValue>
  <PropertyDefs>
    <PropertyDef ifdguid="8fc7192e74741f9f77257cfbbcbb6cc8">
      <Name>Enabled</Name>
      <Definition>Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertySingleValue>
          <DataType type="IfcBoolean"/>
        </TypePropertySingleValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="da5439c00e41905643a5b0a6e5888f05">
      <Name>event_id</Name>
      <Definition>EventId</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcInteger"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="da5439c00e41905643a5b0a6e5888f05">
      <Name>window_state</Name>
      <Definition>("OPENED" | "CLOSED" | "UNKNOWN" )</Definition>
      <PropertyType>
        <TypePropertyReferenceValue>
          <IfcTimeSeries>
            <IfcIrregularTimeSeries/>
          </IfcTimeSeries>
          <DataType type="IfcLabel"/>
        </TypePropertyReferenceValue>
      </PropertyType>
    </PropertyDef>
    <PropertyDef ifdguid="da5439c00e41905643a5b0a6e5888f05">
      <Name>is_altered</Name>
```

```

<Definition>ALTERED</Definition>
<PropertyType>
  <TypePropertyReferenceValue>
    <IfcTimeSeries>
      <IfcIrregularTimeSeries/>
    </IfcTimeSeries>
    <DataType type="IfcBoolean"/>
  </TypePropertyReferenceValue>
</PropertyType>
</PropertyDef>
<PropertyDef ifdguid="ee28e62f1b3da5238d552b3089f31fa">
  <Name>CvMetadata</Name>
  <Definition>CvEvent metadata for diagnostic of system performance.</Definition>
  <PropertyType>
    <TypePropertyReferenceValue>
      <IfcTimeSeries>
        <IfcIrregularTimeSeries/>
      </IfcTimeSeries>
      <DataType type="IfcText"/>
    </TypePropertyReferenceValue>
  </PropertyType>
</PropertyDef>
</PropertyDefs>
</PropertySetDef>

```

CvWindowState

PSET_PERFORMANCEDRIVEN / IfcWindow

Natural language names

EN	Properties for history of CvEvent Window State occurrences.
----	---

Properties

Name	Type	Definition
Enabled	P_SINGLEVALUE / IfcBoolean	EN Enabled Indicates whether CvEvents logging is enabled for this instance.
event_id	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfdInteger	EN event_id EventId
window_state	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfdLabel	EN window_state ("OPENED" "CLOSED" "UNKNOWN")
is_altered	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcBoolean	EN is_altered ALTERED
CvMetadata	P_REFERENCEVALUE / IfcIrregularTimeSeries / IfcText	EN CvMetadata CvEvent metadata for diagnostic of system performance.

Apêndice P – Código Fonte do Programa Desenvolvido.

AddProperties.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text.RegularExpressions;
using Xbim.Ifc;
using Xbim.Ifc4.DateTimeResource;
using Xbim.Ifc4.Interfaces;
using Xbim.Ifc4.Kernel;
using Xbim.Ifc4.MeasureResource;
using Xbim.Ifc4.ProductExtension;
using Xbim.Ifc4.PropertyResource;
using Xbim.Ifc4.SharedBldgElements;
using Xbim.Ifc4.ControlExtension;

namespace CvBimFramework
{
    class AddProperties
    {
        public static void Insert(IfcStore model, PsdXml.XmlPropertySetDefinition xmlPropertySet, string object_id)
        {
            List<IfcObject> theObjects = new List<IfcObject>();
            theObjects = GetObjects(model, xmlPropertySet, object_id);

            using (var txn = model.BeginTransaction())
            {
                Random rnd = new Random();
                Regex reg = new Regex(@"\.\d{3}");
                foreach (var theObject in theObjects)
                {
                    if (theObject == null)
                    {
                        Print.Out("GlobalId {0} does not belong to type {1}", object_id, xmlPropertySet.ApplicableEntity);
                    }
                    else
                    if
                    (
                        theObject.ToString().Contains(xmlPropertySet.ApplicableEntity) ||
                        (theObject.ToString().Contains("Resource") && (xmlPropertySet.ApplicableEntity == "IfcResource")) ||
                        (theObject.ToString().Contains("SharedBldgElement") && (xmlPropertySet.ApplicableEntity == "IfcBuildingElement"))
                    )
                    {
                        if (object_id.Any()){Print.Out("Found {0} with GlobalId {1}", xmlPropertySet.ApplicableEntity, object_id);}
                        else{Print.Out("Found {0} matching {1}", theObject.GetType(), xmlPropertySet.ApplicableEntity);}
                        Print.Out("Loaded {0} Property Set with {1} Properties for type {2}", xmlPropertySet.Name, xmlPropertySet.Properties.Count,
                            xmlPropertySet.ApplicableEntity);
                        var pSetRel = model.Instances.New<IfcRelDefinesByProperties>(psr => psr.GlobalId = Guid.NewGuid());
```

```

var pSet = model.Instances.New<IfcPropertySet>(ps =>
{
    ps.Name = xmlPropertySet.Name;
    ps.Description = xmlPropertySet.Definition;
});
CreateProperties(model, xmlPropertySet, rnd, reg, pSet, new List<List<string>>(),theObject);
pSetRel.RelatingPropertyDefinition = pSet;
pSetRel.RelatedObjects.Add(theObject);
IfcPerformanceHistory PerformanceHistory = NewPerformanceHistory(model, pSet);
var pSetPerfHistRel = model.Instances.New<IfcRelDefinesByProperties>(p =>
{
    p.RelatedObjects.Add(PerformanceHistory);
    p.RelatingPropertyDefinition = pSet;
});
Print.Out("{0} Property successfully created.", xmlPropertySet.Name);
}
}
txn.Commit();
}
}
private static List<IfcObject> GetObjects(IfcStore model, PsdXml.XmlPropertySetDefinition xmlPropertySet, string object_id)
{
    List<IfcObject> theObjects;
    if (object_id.Any())
    {
        theObjects = model.Instances.OfType<IfcObject>().Where(x => x.GlobalId == object_id).ToList();
    }
    else
    {
        switch (xmlPropertySet.ApplicableEntity)
        {
            case "IfcResource":
                theObjects = model.Instances.OfType<IfcResource>().OfType<IfcObject>().ToList();
                break;
            case "IfcBuildingElement":
                var temp2 = model.Instances.OfType<IfcBuildingElement>().OfType<IfcObject>();
                List<IfcObject> proxys = new List<IfcObject>();
                foreach (string globalId in Program.proxys)
                {
                    proxys.Add(model.Instances.OfType<IfcBuildingElementProxy>().OfType<IfcObject>().Where(p => p.GlobalId == globalId).FirstOrDefault());
                }
                theObjects =
                    temp2
                    .Except(temp2.OfType<IfcDoor>())
                    .Except(temp2.OfType<IfcWindow>())
                    .Except(proxys)
                    .ToList();
                break;
            default:
                theObjects = model.Instances.OfType<IfcObject>().Where(x => x.ToString().Contains(xmlPropertySet.ApplicableEntity)).ToList();
        }
    }
}

```

```

        break;
    }
}

return theObjects;
}

private static void CreateProperties(IfcStore model, PsdXml.XmlPropertySetDefinition xmlPropertySet, Random rnd, Regex reg, IfcPropertySet pSet,
List<List<string>> eventos, IfcObject theObject)
{
    foreach (var property in xmlPropertySet.Properties.Where(p => p.Name != "event_id"))
    {
        Print.Out("numero de propiedades: {0}.", pSet.HasProperties.Count());
        int max = rnd.Next(2, 11);
        switch (property.Type)
        {
            case "TypePropertySingleValue":
                Print.Out("tipo single value");
                var pSinVal = model.Instances.New<IfcPropertySingleValue>();
                pSinVal.Name = property.Name;
                pSinVal.Description = property.Definition;
                pSinVal.NominalValue = PopulateValue(property.Datatype, 1, rnd, null);
                pSet.HasProperties.Add(pSinVal);
                break;

            default:
                Print.Out("tipo reference value");
                var pRefVal = model.Instances.New<IfcPropertyReferenceValue>();
                pRefVal.Name = String.Concat(property.Name, "_reference");

                switch (property.Type)
                {
                    case "IfcRegularTimeSeries":
                        Print.Out("tipo regular time series");
                        var rts = model.Instances.New<IfcRegularTimeSeries>();
                        rts.Name = property.Name;
                        rts.Description = property.Definition;
                        var matchest = reg.Matches(rts.Description);
                        if (matchest.Count == 0)
                        {
                            matchest = null;
                        }
                        rts.StartTime = new IfcDateTime("2018-05-25T13:00:00");
                        rts.EndTime = new IfcDateTime("2018-05-25T14:00:00");
                        rts.TimeSeriesDataType = IfcTimeSeriesDataTypeEnum.NOTDEFINED;
                        rts.DataOrigin = IfcDataOriginEnum.MEASURED;
                        for (int i = 1; i < max; i++)
                        {
                            rts.Values.Add(model.Instances.New<IfcTimeSeriesValue>(tsv =>
                            {
                                tsv.ListValues.Add(PopulateValue(property.Datatype, i, rnd, matchest));

```

```

        });
    }
    pRefVal.PropertyReference = rts;
    break;

case "IfclregularTimeSeries":
    Print.Out("tipo irregular time series");
    var its = model.Instances.New<IfclregularTimeSeries>();
    its.Name = property.Name;
    its.Description = property.Definition;
    var matches = reg.Matches(its.Description);
    if (matches.Count == 0)
    {
        matches = null;
    }
    its.StartTime = new IfcDateTime("2018-05-25T13:00:00");
    its.EndTime = new IfcDateTime("2018-05-25T14:00:00");
    its.TimeSeriesDataType = IfcTimeSeriesDataTypeEnum.NOTDEFINED;
    its.DataOrigin = IfcDataOriginEnum.MEASURED;
    for (int i = 1; i < max; i++)
    {
        // This is to be able to list all corresponding event elements to cv_event_id
        if (eventos.Count < i)
        {
            eventos.Add(new List<string>());
        }
        its.Values.Add(model.Instances.New<IfclregularTimeSeriesValue>(itsv =>
        {
            itsv.TimeStamp = new IfcDateTime(String.Format("2018-05-25T16:{0}:00", i.ToString().PadLeft(2, '0')));
            itsv.ListValues.Add(PopulateValue(property.Datatype, i, rd, matches));
            // Proposed enhancement : dedicated if field for each time series value
            eventos[i - 1].Add(itsv.EntityLabel.ToString());
        }));
    }
    pRefVal.PropertyReference = its;
    break;
}
pSet.HasProperties.Add(pRefVal);
break;
}
Print.Out("{0} {1} {2}", property.Name, property.Type, property.Datatype);
}
foreach (var evldProp in xmlPropertySet.Properties.Where(p => p.Name == "event_id"))
{
    pSet.HasProperties.Add(model.Instances.New<IfcPropertyReferenceValue>(eip =>
    {
        eip.Name = evldProp.Name + "_reference";
        eip.PropertyReference = model.Instances.New<IfclregularTimeSeries>(its =>
        {
            its.Name = evldProp.Name;

```

```

int i = 1;
foreach (var eGroup in eventos)
{
    itsv.Values.Add(model.Instances.New<IfclRegularTimeSeriesValue>(itsv =>
    {
        itsv.TimeStamp = new IfcDateTime(String.Format("2018-05-25T16:{0}:00", i.ToString().PadLeft(2, '0')));
        foreach (string eLabel in eGroup)
        {
            itsv.ListValues.Add(new IfcIdentifier(eLabel));
        }
        // As an example, an event is being created for every detection
        new CreateAndAttachNewEvent(model, theObject, null, null, null);
    }));
    i += 1;
};
});
});
}
}
public static IfcValue PopulateValue(string datatype, int i, Random rnd, MatchCollection matches)
{
    Program.Stats.FinalTimeSeriesValues += 1;
    string label;
    if (matches == null)
    {
        label = String.Format("OPTION{0}", i);
    }
    else
    {
        int index = rnd.Next(0, matches.Count);
        label = matches[index].ToString().TrimStart("").TrimEnd("");
    }
    switch (datatype)
    {
        case "IfcBoolean":
            bool val;
            if (rnd.NextDouble() > 0.5){val = true;}else{val = false;}
            return(new IfcBoolean(val));
        case "IfcLabel":
            return(new IfcLabel(label));
        case "IfcText":
            return(new IfcText(String.Format("{{ Name{0} : Value{0} }}", i)));
        case "IfcIdentifier":
            return(new IfcIdentifier(RandomIdentifier(rnd)));
        case "IfcInteger":
            return(new IfcInteger(i));
        case "IfcLinearVelocityMeasure":
            return (new IfcLinearVelocityMeasure(rnd.NextDouble()*((i * 2)-1)+1));
        case "IfcPlaneAngleMeasure":
            return (new IfcPlaneAngleMeasure(rnd.NextDouble() * ((i * 36) - 1) + 1));
    }
}

```

```

        default:
            return null;
        }
    }
    public static string RandomIdentifier(Random md)
    {
        var chars = "ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz0123456789";
        var stringChars = new char[8];

        for (int i = 0; i < stringChars.Length; i++)
        {
            stringChars[i] = chars[md.Next(chars.Length)];
        }

        return new String(stringChars);
    }
    private static IfcPerformanceHistory NewPerformanceHistory(IfcStore model, IfcPropertySet pSet)
    {
        return
            model.Instances.OfType<IfcPerformanceHistory>().Where(p => p.Name.ToString() == (pSet.Name + "History")).FirstOrDefault()
            ??
            model.Instances.New<IfcPerformanceHistory>(p =>
            {
                p.Name = new IfcLabel(String.Concat(pSet.Name, "History"));
                p.ObjectType = new IfcLabel("CvPerformanceHistory");
                p.LifeCyclePhase = new IfcLabel("OPERATION");
            });
    }
}
}
}

```

Associate.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.Linq;
using System.Reflection;
using System.Xml;
using Xbim.Common;
using Xbim.Common.Step21;
using Xbim.If4;
using Xbim.If4;
using Xbim.IO;
using Xbim.If4.ActorResource;
using Xbim.If4.BuildingControlsDomain;
using Xbim.If4.ControlExtension;
using Xbim.If4.DateTimeResource;
using Xbim.If4.ElectricalDomain;
using Xbim.If4.ExternalReferenceResource;
using Xbim.If4.PresentationOrganizationResource;
using Xbim.If4.GeometricConstraintResource;
using Xbim.If4.GeometricModelResource;
using Xbim.If4.GeometryResource;
using Xbim.If4.Interfaces;
using Xbim.If4.Kernel;
using Xbim.If4.MaterialResource;
using Xbim.If4.MeasureResource;
using Xbim.If4.ProductExtension;
using Xbim.If4.ProfileResource;
using Xbim.If4.PropertyResource;
using Xbim.If4.QuantityResource;
using Xbim.If4.RepresentationResource;
using Xbim.If4.SharedBldgElements;
using Xbim.If4.SharedFacilitiesElements;
using Xbim.If4.UtilityResource;
using CvBimFramework;

namespace CvBimFramework
{
    class Associate
    {
        public static void Element(IfcStore model, List<KeyValuePair<IfcObject, string>> associations)
        {
            using (var txn = model.BeginTransaction("Associating Elements"))
            {
                foreach (var association in associations)
                {
                    Console.WriteLine(association.Key.GetType());
                    if (association.Key.ToString().Contains("IfcOccupant"))
                    {
```

```

var element = GetByGlobalId(model, association.Value);
if (!(element == null))
{
    var ifcRelAssignsToActor = model.Instances.New<IfcRelAssignsToActor>(p =>
    {
        p.RelatingActor = (IfcActor)association.Key;
        p.RelatedObjects.Add(element);
    });
}
else if (association.Key.ToString().Contains("IfcTransportElement"))
{
    var element = GetByGlobalId(model, association.Value);
    if (!(element==null))
    {
        var ifcRelAssingsToProduct = model.Instances.New<IfcRelAssignsToProduct>(p =>
        {
            p.RelatingProduct = (IfcTransportElement)association.Key;
            p.RelatedObjects.Add(element);
        });
    }
}
else if (association.Key.ToString().Contains("IfcSensor"))
{
    var element = GetByGlobalId(model, association.Value);
    if (!(element == null))
    {
        var ifcRelAssingsToProduct = model.Instances.New<IfcRelAssignsToProduct>(p =>
        {
            p.RelatingProduct = (IfcSensor)association.Key;
            p.RelatedObjects.Add(GetByGlobalId(model, association.Value));
        });
    }
}
txn.Commit();
}
}
private static IfcObjectDefinition GetByGlobalId(IfcStore model, string globalID)
{
    return
        model.Instances.OfType<IfcObjectDefinition>().Where
        (
            d => d.GlobalId == globalID
        )
        .FirstOrDefault();
}
public static void Group(IfcStore model)
{
    IfcGroup group = model.Instances.OfType<IfcGroup>()

```

```

        .Where(i => i.ObjectType == new IfcLabel("CvSystem")).FirstOrDefault();

IfcController ifcController = model.Instances.OfType<IfcController>()
    .Where(i => i.ObjectType == new IfcLabel("CvController")).FirstOrDefault();

IEnumerable<IfcSensor> sensors = model.Instances.OfType<IfcSensor>()
    .Where(i => i.PredefinedType == IfcSensorTypeEnum.USERDEFINED)
    .Where(j => j.ObjectType == new IfcLabel("CvSensor"));

IEnumerable<IfcPerformanceHistory> performanceHistories = model.Instances.OfType<IfcPerformanceHistory>()
    .Where(i => i.LifeCyclePhase == new IfcLabel("OPERATION"))
    .Where(j => j.ObjectType == new IfcLabel("CvPerformanceHistory"));

using (var txn=model.BeginTransaction())
{
    bool commit = false;
    var ifcRelAssignsToGroup = model.Instances.New<IfcRelAssignsToGroup>(p =>
    {
        p.RelatingGroup = group;
        if (!p.RelatedObjects.Contains(ifcController))
        {
            p.RelatedObjects.Add(ifcController);
            commit = true;
        }
        foreach (IfcSensor sensor in sensors)
        {
            if (!p.RelatedObjects.Contains(sensor))
            {
                p.RelatedObjects.Add(sensor);
                commit = true;
            }
        }
        foreach (IfcPerformanceHistory performanceHistory in performanceHistories)
        {
            if (!p.RelatedObjects.Contains(performanceHistory))
            {
                p.RelatedObjects.Add(performanceHistory);
                commit = true;
            }
        }
    });
    if (commit)
    {
        txn.Commit();
    }
    else
    {
        txn.Dispose();
    }
}

```

}
}
}

CreateAndAttachNewEvent.cs

```
using System;
using System.Linq;
using Xbim.Ifc;
using Xbim.Ifc4.Interfaces;
using Xbim.Ifc4.Kernel;
using Xbim.Ifc4.MeasureResource;
using Xbim.Ifc4.ProcessExtension;
using Xbim.Ifc4.BuildingControlsDomain;

namespace CvBimFramework
{
    class CreateAndAttachNewEvent
    {
        public CreateAndAttachNewEvent(IfcStore model, IfcObject ifcObject, string name, string description, string longDescription)
        {
            var ifcEvent = model.Instances.New<IfcEvent>(e =>
            {
                e.Name = new IfcLabel(name ?? "Generic Event");
                e.Description = new IfcText(description ?? "Short Event Description");
                e.Identification = new IfcIdentifier(AddProperties.RandomIdentifier(new Random()));
                e.LongDescription = new IfcText(longDescription ?? "This event can be a direct reference to a single detection event or can be derived from
multiple events");
                e.ObjectType = new IfcLabel("CvEvent");
                e.PredefinedType = IfcEventTypeEnum.USERDEFINED;
                e.EventTriggerType = IfcEventTriggerTypeEnum.USERDEFINED;
                e.UserDefinedEventTriggerType = new IfcLabel("CvDetection");
            });
            AttachEventToObject(model, ifcEvent, ifcObject, "CvEventObjectLink");
            AttachEventToProduct(model, ifcEvent, model.Instances.OfType<IfcController>().FirstOrDefault(), "CvEventControllerLink");
        }

        private static void AttachEventToObject(IfcStore model, IfcEvent ifcEvent, IfcObject ifcObject, string linkType)
        {
            var ifcRelAssignsToProductQ = ifcObject.IsDecomposedBy.Where(rb => rb.Name == new IfcLabel(linkType)).FirstOrDefault();
            if (!ifcRelAssignsToProductQ)
            {
                ifcRelAssignsToProductQ.RelatedObjects.Add(ifcEvent);
            }
            else
            {
                var ifcRelAssignsToProduct = model.Instances.New<IfcRelAggregates>(rap =>
                {
                    rap.Name = new IfcLabel(linkType);
                });
                ifcRelAssignsToProduct.RelatedObjects.Add(ifcEvent);
                ifcRelAssignsToProduct.RelatingObject = ifcObject;
            }
        }
    }
}
```

```

private static void AttatchEventToProduct(IfcStore model, IfcEvent ifcEvent, IfcProduct ifcProduct, string linkType)
{
    var ifcRelAssignsToProductQ = ifcProduct.ReferencedBy.Where(rb => rb.Name == new IfcLabel(linkType)).FirstOrDefault();
    if (!(ifcRelAssignsToProductQ == null))
    {
        ifcRelAssignsToProductQ.RelatedObjects.Add(ifcEvent);
    }
    else
    {
        var ifcRelAssignsToProduct = model.Instances.New<IfcRelAssignsToProduct>(rap =>
        {
            rap.Name = new IfcLabel(linkType);
        });
        ifcRelAssignsToProduct.RelatedObjects.Add(ifcEvent);
        ifcRelAssignsToProduct.RelatingProduct = ifcProduct;
    }
}
}
}
}

```

CreateElement.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Diagnostics;
using System.Linq;
using System.Reflection;
using System.Xml;
using Xbim.Common;
using Xbim.Common.Step21;
using Xbim.If4;
using Xbim.If4;
using Xbim.IO;
using Xbim.If4.ActorResource;
using Xbim.If4.DateTimeResource;
using Xbim.If4.ExternalReferenceResource;
using Xbim.If4.PresentationOrganizationResource;
using Xbim.If4.GeometricConstraintResource;
using Xbim.If4.GeometricModelResource;
using Xbim.If4.GeometryResource;
using Xbim.If4.Interfaces;
using Xbim.If4.Kernel;
using Xbim.If4.MaterialResource;
using Xbim.If4.MeasureResource;
using Xbim.If4.ProductExtension;
using Xbim.If4.ProfileResource;
using Xbim.If4.PropertyResource;
using Xbim.If4.QuantityResource;
using Xbim.If4.RepresentationResource;
using Xbim.If4.SharedBldgElements;
using Xbim.If4.SharedFacilitiesElements;
using Xbim.If4.UtilityResource;
using Xbim.If4.BuildingControlsDomain;
using Xbim.If4.ControlExtension;
using Xbim.If4.ElectricalDomain;
using Xbim.If4.ConstructionMgmtDomain;
using CvBimFramework;

namespace CvBimFramework
{
    class CreateElements
    {
        public If4Resource Resource { get; private set; }
        public If4Occupant Occupant { get; private set; }
        public If4TransportElement Transport { get; private set; }
        public If4PerformanceHistory PerformanceHistory { get; private set; }
        public If4Sensor Sensor { get; private set; }
        public If4Controller Controller { get; private set; }
        public If4Group Group { get; private set; }
        public CreateElements(If4Store model)
    }
}
```

```

{
using (var txn = model.BeginTransaction())
{
Resource = model.Instances.New<IfcConstructionMaterialResource>();
Occupant = model.Instances.New<IfcOccupant>(p=>
    p.TheActor = model.Instances.New<IfcPerson>()
);
Transport = model.Instances.New<IfcTransportElement>();
Group = model.Instances.New<IfcGroup>(p =>
{
    p.ObjectType = new IfcLabel("CvSystem");
});
Controller = model.Instances.New<IfcController>(p =>
{
    p.PredefinedType = IfcControllerTypeEnum.USERDEFINED;
    p.ObjectType = new IfcLabel("CvController");
});
CreatelfcControllerProperties(model, Controller);
Sensor = model.Instances.New<IfcSensor>(p =>
{
    p.PredefinedType = IfcSensorTypeEnum.USERDEFINED;
    p.ObjectType = new IfcLabel("CvSensor");
});
CreatelfcSensorProperties(model, Sensor);
if (Occupant != null && Transport != null)
{
    txn.Commit();
}
else
{
    txn.Dispose();
}
}
}

private void CreatelfcSensorProperties(IfcStore model, IfcSensor sensor)
{
var ifcRelDefinesByProperties = model.Instances.New<IfcRelDefinesByProperties>(r =>
{
r.RelatedObjects.Add(sensor);
r.RelatingPropertyDefinition = model.Instances.New<IfcPropertySet>(r2 =>
{
r2.HasProperties.Add(model.Instances.New<IfcComplexProperty>(cp =>
{
cp.HasProperties.Add(model.Instances.New<IfcPropertySingleValue>(psv =>
{
psv.Name = new IfcIdentifier("SensorProperty01");
psv.NominalValue = new IfcReal(43.54);
}));
cp.HasProperties.Add(model.Instances.New<IfcPropertySingleValue>(psv2 =>

```

```

        {
            psv2.Name = new IfcIdentifier("SensorProperty02");
            psv2.NominalValue = new IfcInteger(225);
        });
    });
});
}

private void CreateIfcControllerProperties(IfcStore model, IfcController controller)
{
    var ifcRelDefinesByProperties = model.Instances.New<IfcRelDefinesByProperties>(r =>
    {
        r.RelatedObjects.Add(controller);
        r.RelatingPropertyDefinition = model.Instances.New<IfcPropertySet>(r2 =>
        {
            r2.HasProperties.Add(model.Instances.New<IfcPropertyReferenceValue>(pr =>
            {
                pr.PropertyReference = model.Instances.New<IfcTable>(t =>
                {
                    t.Name = new IfcLabel("IfcControllerPropertyTable");
                });
            });
        });
    });
}
}
}

```

CvBimFramework.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using Xbim.Ifc;
using Xbim.Ifc4.Kernel;
using Xbim.Ifc4.PropertyResource;

//TODO:
// + Mudar de XmlReader pra LINQ
// + Make Asynchronous
// + Switch database method for test

namespace CvBimFramework
{
    class Program
    {
        public const string filename = ".file.ifc";
        public static XbimEditorCredentials editor = new XbimEditorCredentials
        {
            ApplicationDevelopersName = "Nelson Munoz",
            ApplicationFullName = "CVBIMFM",
            ApplicationIdentifier = "cvbimfm",
            ApplicationVersion = "0.3",
            EditorsFamilyName = "Munoz Matos",
            EditorsGivenName = "Nelson Rafael",
            EditorsOrganisationName = "Independent Engineering"
        };
        public static ObjectIds my_object_ids = new ObjectIds
        {
            door_id = "3cUkl32yn9qRSPvBJVyWax",
            building_element_id = "3cUkl32yn9qRSPvBJVyWw5",
            furniture_id = "3cUkl32yn9qRSPvBJVyYXU",
            window_id = "3cUkl32yn9qRSPvBJVyWe9",
            space_id = "3w0zWKm7n8SB1qbfwUzt0U"
        };
        public struct ObjectIds
        {
            public string door_id, building_element_id, furniture_id, window_id, space_id;
        }
        public static Boolean verbose_logging = false;
        public static List<string> proxys = new List<string>();
        public struct Stats
        {
            public static int InitialObjects = 0;
            public static int FinalObjects = 0;
            public static int InitialRelationships = 0;
            public static int FinalRelationships = 0;
            public static int InitialPropertySets = 0;
        }
    }
}
```

```

public static int FinalPropertySets = 0;
public static int InitialProperties = 0;
public static int FinalProperties = 0;
public static int InitialTimeSeriesValues = 0;
public static int FinalTimeSeriesValues = 0;
}
static int Main(string[] args)
{
    string fileName = "";
    if (!args.Any())
    {
        fileName = filename;
    }
    else
    {
        fileName = args[0];
    }
    Print.Out("Opening {0}....", fileName);
    var model = IfcStore.Open(fileName, editor);

    Print.Out("Getting Stats...");
    Stats.InitialObjects = model.Instances.OfType<IfcObject>().Count();
    Stats.InitialRelationships = model.Instances.OfType<IfcRelationship>().Count();
    Stats.InitialPropertySets = model.Instances.OfType<IfcPropertySet>().Count();
    Stats.InitialProperties = model.Instances.OfType<IfcProperty>().Count();

    var newElements = new CreateElements(model);
    var occupant = newElements.Occupant;
    var transport = newElements.Transport;
    var sensor = newElements.Sensor;
    var controller = newElements.Controller;
    var group = newElements.Group;

    // Adding application - generates proxys for exclusion from filters
    proxys.Add("1ImJG9AdHFgurZ2himBJkg");
    proxys.Add("0ImJG9AdHFgurZ2himBJkg");

    Associate.Element
    (
        model,
        new List<KeyValuePair<IfcObject, string>>()
        {
            new KeyValuePair<IfcObject, string>(occupant, "1ImJG9AdHFgurZ2himBJkg"),
            new KeyValuePair<IfcObject, string>(transport, "0ImJG9AdHFgurZ2himBJkg"),
            new KeyValuePair<IfcObject, string>(sensor, "2ImJG9AdHFgurZ2himBJkg")
        }
    );

    foreach (PsdXml.XmlPropertySetDefinition psdXML in new PsdXml().Properties)
    {

```

```

        AddProperties.Insert(model, psdXML, "");
    }
    Print.Out("All Properties successfully created.");

    Print.Out("Associating Properties to CvSystem Group");
    Associate.Group(model);
    Print.Out("Compiling Stats...");
    Stats.FinalObjects = model.Instances.OfType<IfcObject>().Count();
    Stats.FinalRelationships = model.Instances.OfType<IfcRelationship>().Count();
    Stats.FinalPropertySets = model.Instances.OfType<IfcPropertySet>().Count();
    Stats.FinalProperties = model.Instances.OfType<IfcProperty>().Count();
    Print.Out("Stats - Added: {0} Objects, {1} Relationships, {2} PropertySets, {3} Properties and {4} Registered Events",
        (Stats.FinalObjects - Stats.InitialObjects),
        (Stats.FinalRelationships - Stats.InitialRelationships),
        (Stats.FinalPropertySets - Stats.InitialPropertySets),
        (Stats.FinalProperties - Stats.InitialProperties),
        (Stats.FinalTimeSeriesValues - Stats.InitialTimeSeriesValues)
    );
    Print.Out("Writing to File...");
    WriteTo.File(fileName, model);
    Print.Out("Done editing. Press any key for event creation performance test...");
    Console.ReadKey();
    do
    {
        Console.WriteLine();
        Print.Out("Working...");
        int events = 50000;
        PerformanceTest.DirectEventWrite(model, events);
        Print.Out("Stats - Added: {0} Objects, {1} Relationships, {2} PropertySets, {3} Properties and {4} Registered Events",
            (model.Instances.OfType<IfcObject>().Count() - Stats.FinalObjects),
            (model.Instances.OfType<IfcRelationship>().Count() - Stats.FinalRelationships),
            (model.Instances.OfType<IfcPropertySet>().Count() - Stats.FinalPropertySets),
            (model.Instances.OfType<IfcProperty>().Count() - Stats.FinalProperties),
            events
        );
        Print.Out("Press any key to run test again. Press ESC key to write to new file...");
    } while (Console.ReadKey(true).Key != ConsoleKey.Escape);
    Console.WriteLine();
    Print.Out("Writing to File...");
    WriteTo.File(fileName, model);
    Print.Out("Press any key to exit...");
    Console.ReadKey();
    return 0;
}
}
}

```

PerformanceTest.cs

```
using System;
using System.Diagnostics;
using System.Linq;
using Xbim.Ifc;
using Xbim.Ifc4.DateTimeResource;
using Xbim.Ifc4.ProductExtension;
using Xbim.Ifc4.PropertyResource;

namespace CvBimFramework
{
    class PerformanceTest
    {
        public static int count = 0;
        public static void DirectEventWrite(IfcStore model, int max)
        {
            count = 0;
            Random r = new Random();
            Stopwatch stopwatch = new Stopwatch();
            Stopwatch stopwatch2 = new Stopwatch();
            stopwatch.Start();
            stopwatch2.Start();
            int i = 1;

            while (count < max)
            {
                using (var txn = model.BeginTransaction())
                {
                    var targets = model.Instances.OfType<IfcBuildingElement>();
                    foreach (var target in targets)
                    {
                        var pSet = target.PropertySets.Where(p =>
                            (
                                p.Name.Value.ToString().Contains("Cv") &&
                                (
                                    p.Name.Value.ToString().Contains("State") ||
                                    p.Name.Value.ToString().Contains("Activity")
                                )
                            )).FirstOrDefault();
                        if (!(pSet==null))
                        {
                            var propRefVals = pSet.HasProperties.Where(p =>
                                p.GetType().ToString().Contains("Reference")
                            );
                            foreach (var propRefVal in propRefVals)
                            {
                                var propRefVal2 = (IfcPropertyReferenceValue)propRefVal;
                                var its = (IfcIrregularTimeSeries)propRefVal2.PropertyReference;
                                var itsv = its.Values;
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
    }
}
```

```

itsv.Add(model.Instances.New<IfclRegularTimeSeriesValue>(v =>
{
    v.TimeStamp = new IfcDateTime(String.Format("{0}", DateTime.UtcNow.ToString("yyyy-MM-dd'T'hh:mm:ss")));
    v.ListValues.Add(AddProperties.PopulateValue("IfcIdentifier", i, r, null));
});
new CreateAndAttachNewEvent(model, target, null, null, null);
count += 1;
if ((count % 5000) == 0)
{
    stopwatch2.Stop();
    double elapsed = stopwatch2.ElapsedMilliseconds;
    double eventsPerSecond = (count / (elapsed / 1000.0));
    double eta = ((max - count) / eventsPerSecond) / 60.0;
    Print.Out("{3:hh\\:mm\\:ss} elapsed | {0} events/s | Added {1} events | ETA: {2}m", eventsPerSecond.ToString("0.00"), count,
eta.ToString("0.00"), stopwatch2.Elapsed);
    stopwatch2.Start();
}
}
if (count >= max-1)
{
    break;
}
}
if (count >= max-1)
{
    break;
}
}
txn.Commit();
}
i += 1;
}
stopwatch.Stop();
Print.Out("{0} Events Added. Time elapsed: {1}", count, stopwatch.Elapsed);
}
}
}

```

Print.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Diagnostics;

namespace CvBimFramework
{
    class Print
    {
        public static void Out(string format, params object[] args)
        {
            string message = String.Format(format, args);
            if (Program.verbose_logging)
            {
                Formatter(format, args);
            }
            else
            {
                if
                (
                    message.Contains("Found") ||
                    message.Contains("successfully") ||
                    message.Contains("pening") ||
                    message.Contains("Press") ||
                    message.Contains("Getting") ||
                    message.Contains("Associating") ||
                    message.Contains("Writing") ||
                    message.Contains("Stats") ||
                    message.Contains("Working") ||
                    message.Contains("Events") ||
                    message.Contains("Added")
                )
                {
                    Formatter(format, args);
                }
            }
        }
        private static void Formatter(string format, params object[] args)
        {
            string message = String.Format(format, args);
            Console.WriteLine("[{0}] {1}", (DateTime.UtcNow - Process.GetCurrentProcess().StartTime.ToUniversalTime()).ToString("mm':'ss'.ffff"), message);
            if (message.Contains("Property") || message.Contains("Opening") || message.Contains("All"))
            {
                Console.WriteLine();
            }
        }
    }
}
```

}
}

WriteFile.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using Xbim.Ifc;
using Xbim.IO;

namespace CvBimFramework
{
    class WriteTo
    {
        public static bool File(string fileName, IfcStore model)
        {
            try
            {
                //write the Ifc File
                var newFileName = fileName.Insert(fileName.Length - 4, String.Concat("-", DateTime.Now.Ticks.ToString()));
                model.SaveAs(newFileName, IfcStorageType.Ifcb);
                Print.Out("{0} has been successfully written", newFileName);
                return true;
            }
            catch (Exception e)
            {
                Print.Out("Failed to save {0}", fileName);
                Print.Out(e.Message);
                return false;
            }
        }
    }
}
```

XmlPropertySets.cs

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Xml;
using System.Xml.Linq;

namespace CvBimFramework
{
    class PsdXml
    {
        public List<XmlPropertySetDefinition> Properties = new List<XmlPropertySetDefinition>();
        public struct XmlPropertySetDefinition
        {
            public string Name, ApplicableEntity, Definition;
            public List<XmlPropertyDefinition> Properties;
        }
        public struct XmlPropertyDefinition
        {
            public string Name, Definition, Type, Datatype;
            public XmlPropertyDefinition(string name, string definition, string type, string datatype)
            {
                Name = name;
                Definition = definition;
                Type = type;
                Datatype = datatype;
            }
        }

        public PsdXml()
        {
            Print.Out("Getting Property Sets from XML...");
            Properties = new List<XmlPropertySetDefinition>();
            XDocument xdoc = XDocument.Load("../xml/Properties.xml");
            var files = xdoc.Descendants("Property");
            foreach (var file in files)
            {
                Properties.Add(Fetch(file.Value));
            }
        }

        public static XmlPropertySetDefinition Fetch(string psdXML)
        {
            XmlReaderSettings settings = new XmlReaderSettings();
            settings.DtdProcessing = DtdProcessing.Parse;
            XmlReader reader = XmlReader.Create(psdXML, settings);
            reader.MoveToContent();
        }
    }
}
```

```

reader.ReadToFollowing("IfcVersion");
reader.ReadToFollowing("Name");
var xmlPropertySet = new XmlPropertySetDefinition();
xmlPropertySet.Name = reader.ReadElementContentAsString();
reader.ReadToFollowing("Definition");
xmlPropertySet.Definition = reader.ReadElementContentAsString();
reader.ReadToFollowing("ApplicableTypeValue");
xmlPropertySet.ApplicableEntity = reader.ReadElementContentAsString();
reader.ReadToFollowing("PropertyDefs");
while (reader.Read() && !reader.EOF)
{
    string name, definition, type = "", datatype = "";
    reader.ReadToFollowing("PropertyDef");
    reader.ReadToDescendant("Name");
    if (!reader.EOF)
    {
        name = reader.ReadElementContentAsString();
    }
    else
    {
        break;
    }
    reader.ReadToNextSibling("Definition");
    if (!reader.EOF)
    {
        definition = reader.ReadElementContentAsString();
    }
    else
    {
        break;
    }
    reader.ReadToNextSibling("PropertyType");
    reader.Read();
    reader.Read();
    switch (reader.Name)
    {
        case "TypePropertySingleValue":
            type = reader.Name;
            break;
        case "TypePropertyReferenceValue":
            reader.Read();
            reader.Read();
            reader.Read();
            reader.Read();
            type = reader.Name;
            break;
    }
    reader.ReadToFollowing("DataType");
    reader.MoveToAttribute("type");
    if (!reader.EOF)

```

```
{
    datatype = reader.Value;
}
else
{
    break;
}
if (xmlPropertySet.Properties == null)
{
    xmlPropertySet.Properties = new List<XmlAttributeDefinition>();
}
xmlPropertySet.Properties.Add(new XmlAttributeDefinition(name, definition, type, datatype));
}

return xmlPropertySet;
}
}
```