



**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E**  
**SISTEMAS (PPGEPS)**

**CRISTINE FERRAZ**

**MELHORIA DA MATURIDADE BIM SOB A ÓTICA DA INTEROPERABILIDADE**  
**COM DIRETRIZES LEAN CONSTRUCTION**

**CURITIBA**  
**2021**

**CRISTINE FERRAZ**

**MELHORIA DA MATURIDADE BIM SOB A ÓTICA DA INTEROPERABILIDADE  
COM DIRETRIZES LEAN CONSTRUCTION**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Orientador: EDUARDO ROCHA LOURES.

**CURITIBA**

**2021**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central  
Edilene de Oliveira dos Santos CRB-9/1636

F381m  
2021 Ferraz, Cristine  
Melhoria da maturidade de BIM sob a ótica interoperabilidade com  
diretrizes LEAN construction / Cristine Ferraz ; orientador: Eduardo Rocha  
Loures. -- 2021  
139 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,  
Curitiba, 2021  
Bibliografia: f. 118-125

1. Engenharia da produção. 2. Modelagem de informação da construção.  
3. Produção enxuta. 4. Administração de risco. 5. Controle de qualidade. 6.  
Comunicação nas organizações. I. Loures, Eduardo de Freitas Rocha.  
II. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação  
em Engenharia de Produção e Sistemas. III. Título.

CDD. 20. ed. – 658.78

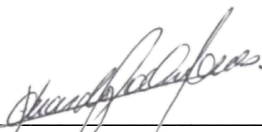


## TERMO DE APROVAÇÃO


**Cristine Ferraz**


### MELHORIA DA MATURIDADE BIM SOB A ÓTICA DA INTEROPERABILIDADE COM DIRETRIZES LEAN CONSTRUCTION


Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Presidente da Banca  
Prof. Dr. Eduardo Rocha Loures  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Fernando Deschamps  
(Coorientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos  
(Membro Interno)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Andre Nagalli  
(Membro Externo)

  
\_\_\_\_\_  
Profª. Dra. Marina Figueiredo Muller  
(Membro Convidada)

Curitiba, 25 de agosto de 2021.

## AGRADECIMENTOS

Desafio tão grande quanto escrever esta dissertação foi traduzir os sentimentos em palavras, afinal mais importante que o destino foi a jornada ao longo destes mais de 2 anos. E esta jornada árdua definitivamente não seria tão prazerosa e gratificante sem a presença – mesmo que remota – de algumas tantas pessoas especiais.

Agradeço aos professores do PPGEPS a quem tive oportunidade de ser aluna e aprender, meu reconhecimento à Denise representando a secretaria do programa que auxiliou com o suporte nas inúmeras demandas com muita diligência.

Agradeço aos alunos de graduação que pude conhecer e que colaboraram comigo muito mais do que imaginam. Às empresas que tiveram empatia, colaboração e paciência em participarem do estudo de caso, principalmente ao Leonardo Cadurim.

Agradeço em especial aos membros do grupo BIM (Drielle, Natan, Filipe e Josué) e aos meus queridos professores, orientador Eduardo Rocha Loures, coorientador Fernando Deschamps e coach-orientadora Marina Muller (risos) uma honra e prazer aprender com vocês. Muito mais do que professores, eles se tornaram amigos, confidentes e acima de tudo exemplo. Meu obrigada incessante pelo acolhimento, disposição e carinho, pois com os humildes está a sabedoria (Provérbios 11:2).

Obrigada à minha família pelo apoio e liberdade às minhas decisões. Serei grata eternamente pelos meus pais que me ensinaram em sua plenitude que todas as coisas devem ser feitas com amor (1 Coríntios 16:14). E ao meu noivo que foi e é meu esteio neste aperfeiçoamento e nos meus dias.

E mais importante, obrigada à Deus que nos criou a sua imagem e semelhança e me permitiu o livre arbítrio, e deste eu venho escolhendo meus caminhos, dedicando à disciplina o meu coração e os meus ouvidos às palavras que dão conhecimento (Provérbios 23:12). Sou grata por sua bondade ininterrupta em minha vida.

*“Ama-se mais o que se conquista com esforço.”*

*Benjamin Disraeli.*

## RESUMO

Adotar e estruturar *Building Information Modeling* (BIM) é atualmente um dos principais objetivos das empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Esse cenário é vulnerável devido aos inúmeros desafios relacionados a informação, processos e gestão ao desenvolver objetivos e planos de ação para implementação BIM. Esta dissertação propõe desenvolver um procedimento diagnóstico sob a ótica da Interoperabilidade Organizacional (IO) com o objetivo de identificar barreiras inerentes aos atributos de implementação BIM. Com base na visão diagnóstica proporcionada pela IO, uma abordagem decisional é suportada contendo ações LC para promover a melhoria do desempenho organizacional em processos BIM e rever sua gestão estratégica. Adotou-se o Proknow-C na revisão sistemática da literatura para identificação dos atributos considerados como relevantes à implantação BIM. Com apoio de especialistas os atributos BIM foram relacionados aos aspectos e barreiras da IO para criar uma estrutura avaliativa. A avaliação diagnóstica do estado atual da organização para adoção de BIM sob as dimensões da IO é suportada pelo método multicritério de apoio à decisão AHP que, em conjunto com o método PROMETHEE II, permite análise do nível de maturidade, proposição e priorização de ações LC mais aderentes à realidade da empresa. Este procedimento foi aplicado em uma construtora situada em Curitiba, Brasil atendendo à requisitos como viabilidade, utilidade e usabilidade. Os resultados demonstram que BIM possui carência em 4 dos 5 princípios LC adotados neste artigo: especificação de valor, fluxo contínuo, fluxo de valor e pull. Assim, a união de BIM, LC e IO solidificam uma avaliação diagnóstica-decisional com grande potencial para alinhamento estratégico e cultural da empresa, inferindo maior assertividade nas dimensões decisórias inerentes à transformação BIM sob diretrizes do LC. Esse trabalho é único na tentativa de integrar uma avaliação diagnóstica decisória em BIM e LC estratificada em camadas da IO para fornecer aos praticantes e pesquisadores uma melhor percepção do início da jornada de transformação BIM.

**Palavras-chave:** BIM; Lean Construction; Interoperabilidade; Avaliação Diagnóstica; Avaliação Decisória.

## ABSTRACT

Adopting and structuring Building Information Modeling (BIM) is currently one of the main objectives of Architecture, Engineering and Construction (AEC) companies. This scenario is vulnerable due to the numerous challenges related to information, processes and management when developing objectives and action plans for BIM implementation. This dissertation proposes to develop a diagnostic procedure from the perspective of Organizational Interoperability (IO) in order to identify barriers inherent to the attributes of BIM implementation. Based on the diagnostic vision provided by IO, a decisional approach is supported containing LC actions to promote organizational performance improvement in BIM processes and review their strategic management. Proknow-C was adopted in the systematic literature review to identify the attributes considered relevant to BIM implementation. With expert support, BIM attributes were related to IO aspects and barriers to create an evaluative framework. The diagnostic assessment of the organization's current status for BIM adoption under the IO dimensions is supported by the AHP multicriteria decision support method which, together with the PROMETHEE II method, allows analysis of the level of maturity, proposition and prioritization of LC actions more adhering to the reality of the company. This procedure was applied in a construction company located in Curitiba, Brazil, meeting requirements such as feasibility, utility and usability. The results demonstrate that BIM lacks in 4 of the 5 LC principles adopted in this article: value specification, continuous flow, value flow and pull. Thus, the union of BIM, LC and IO solidifies a diagnostic-decisional assessment with great potential for strategic and cultural alignment of the company, inferring greater assertiveness in the decisional dimensions inherent to the BIM transformation under LC guidelines. This work is unique in its attempt to integrate decisional diagnostic assessment in BIM and LC stratified into IO layers to provide practitioners and researchers with better insight into the beginning of the BIM transformation journey.

**Keywords:** BIM; Lean Construction; Interoperability; Diagnostic Evaluation; Decisional Evaluation



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Metodológica.....	18
Figura 2 – Processo de exploração.....	20
Figura 3 – Processo de análise.....	21
Figura 4 – Processo de organização do conhecimento .....	22
Figura 5 – Processo diagnóstico.....	24
Figura 6 – Processo decisional .....	25
Figura 7 – Processo de abordagem .....	26
Figura 8 – Pilares conceituais da dissertação .....	27
Figura 9 - Framework of general design principles for maturity models.....	32
Figura 10 - Os princípios do Lean. ....	34
Figura 11 – Vantagens da interação LC ao BIM .....	43
Figura 12 – Estrutura do AHP .....	53
Figura 13 - Funções de preferência do Promethee .....	56
Figura 14 – Etapas do Proknow-C.....	58
Figura 15 – Diagrama de Venn dos MM avaliados conforme ciclo de vida .....	67
Figura 16 – Matriz de Influência BIM (MIBIM) – conceitual.....	71
Figura 17 – Quadro da ferramenta MURAL .....	72
Figura 18 – Etapas da Dinâmica.....	74
Figura 19 – Quadro preenchido pelos representantes na ferramenta MURAL .....	77
Figura 20 – Matriz Relacional.....	77
Figura 21 – Refinamento dos atributos .....	78
Figura 22 – Matriz de Influência BIM (MIBIM) .....	79
Figura 23 – Estrutura de modelagem baseada no método AHP .....	81
Figura 24 – Questionário ilustrativo de comparação entre pares no website SurveyMonkey .....	82
Figura 25 – Processo de Design do Modelo de Maturidade .....	83
Figura 26 – Design do Modelo de Maturidade.....	83
Figura 27 – Abordam híbrida AHP-PROMETHEE .....	95
Figura 28 – Extrato parcial da plataforma MURAL na seleção do nível de maturidade .....	96
Figura 29 – Extrato parcial da matriz de maturidade no Visual PROMETHEE .....	97
Figura 30 – Matriz de Impacto das Ações Lean .....	101
Figura 31 – Estruturação das Ações Lean no Visual PROMETHEE .....	102
Figura 32 - Diagnóstico fornecido pelo método AHP no case.....	105
Figura 33 – Visão diagnóstica sob a perspectiva dos quadrantes da interoperabilidade .....	107
Figura 34 – Ranking do Nível de Maturidade.....	108
Figura 35 – GAIA Visual Analysis .....	109
Figura 36 – Priorização das camadas (PROMETHEE II) .....	110
Figura 37 – Análise de sensibilidade (PROMETHEE II) .....	112
Figura 38 – Avaliação da Abordagem.....	113

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Framework for Enterprise Interoperability (FEI) – Barreiras e perspectivas .....	40
Quadro 2 – Interação dos domínios BIM x princípios LC.....	45
Quadro 3 – Escala adotada no AHP .....	53
Quadro 4 - Análise prévia dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design.....	60
Quadro 5 - Classificação dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design .....	63
Quadro 6 – Identificação dos especialistas.....	74
Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos.....	87
Quadro 8 – Objetivos e resultados esperados das Ações Lean.....	98

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de frequência qualitativa dos atributos BIM .....	69
Tabela 2 – Exemplos de inversão de Pesos na abordagem híbrida AHP-PROMETHEE.....	98
Tabela 3 – Fluxo Líquido de Preferência das Ações .....	111

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	13
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA .....	15
1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA .....	16
1.2.1 Objetivos Específicos da Pesquisa.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO .....	16
<b>2. ESTRUTURA METODOLÓGICA</b> .....	18
2.1 ETAPA I – EXPLORAÇÃO.....	19
2.2 ETAPA II – ANÁLISE .....	21
2.3 ETAPA III – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	22
2.4 ETAPA IV – DIAGNÓSTICO .....	23
2.5 ETAPA V – DECISIONAL .....	25
2.6 ETAPA VI – AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM .....	26
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	27
3.1 BIM.....	27
3.1.1 Cenário Nacional .....	28
3.1.2 Implantação .....	29
3.1.3 Modelos de Maturidade .....	30
3.2 LEAN CONSTRUCTION .....	33
3.2.1 Especificação de Valor .....	35
3.2.2 Perfeição/ Melhoria Contínua .....	36
3.2.3 Produção Puxada .....	37
3.2.4 Fluxo de Valor .....	37
3.2.5 Fluxo Contínuo.....	38
3.3 INTEROPERABILIDADE.....	39
3.4 RELAÇÕES ENTRE OS TEMAS E SÍNTESE.....	42
3.4.1 Interação BIM e Lean Construction .....	42
3.4.2 Interação BIM e Interoperabilidade.....	46
3.4.3 Interação BIM, Lean Construction e Interoperabilidade .....	48
3.5 MÉTODOS E FERRAMENTAS.....	49
3.5.1 Quality Function Deployment.....	51
3.5.2 Card Sorting .....	51
3.5.3 Analytic Hierarchy Process (AHP) .....	52
3.5.4 Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE II) .....	54

<b>4. DESENVOLVIMENTO</b> .....	57
4.1 EXPLORAÇÃO .....	57
4.2 ANÁLISE.....	58
4.3 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO .....	70
4.3.1 Preparação .....	71
4.3.2 Métodos .....	73
4.3.3 Especialistas.....	73
4.3.4 Dinâmica .....	74
4.4 DIAGNÓSTICO.....	80
4.4.1 Estruturação e Modelagem no método AHP.....	80
4.4.2 Design do Modelo de Maturidade .....	83
4.4.2.1 Definição do Nível 1 – Inicial .....	84
4.4.2.2 Definição do Nível 2 – Transição .....	84
4.4.2.3 Definição do Nível 3 – Promissor.....	85
4.4.2.4 Definição do Nível 4 – Contínuo .....	86
4.4.2.5 Evolução dos Atributos.....	86
4.4.3 Diagnóstico do Nível de Maturidade.....	95
4.5 DECISIONAL.....	97
4.6 AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM .....	102
<b>5. CASE – APLICAÇÃO E RESULTADOS</b> .....	104
5.1 CARACTERIZAÇÃO.....	104
5.2 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE DIAGNÓSTICA.....	105
5.3 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE DECISIONAL.....	110
5.4 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM.....	112
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	115
6.1 TRABALHOS FUTUROS .....	117
<b>7. REFERÊNCIAS</b> .....	118
<b>APÊNDICES</b> .....	126
<b>APÊNDICE A</b> .....	126
<b>APÊNDICE B</b> .....	132
<b>APÊNDICE C</b> .....	134
<b>APÊNDICE D</b> .....	136

## 1. INTRODUÇÃO

Muller et al. (2017) relata que nos últimos anos a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) tem sido influenciada pelo desenvolvimento de *Building Information Modelling* (BIM). Essa afirmação corrobora com a necessidade de melhorias contínuas e processos mais eficientes buscado pelas organizações que possam impactar de várias maneiras os serviços dentro de um canteiro de obras com foco na experiência e satisfação do cliente.

Para Arayici et al. (2011) BIM tem se destacado quando se trata de priorizar medidas sustentáveis, inserção de processos definidos e integração entre todas suas fases do ciclo de vida, desde projeto, construção, manutenção até a demolição. A implantação BIM tem sido o propósito de algumas empresas, que já perceberam mudanças significativas no ciclo de vida da construção.

Smith e Tardif (2009) ressaltam que a adoção de BIM vai além do equipamento, equipe e infraestrutura de tecnologia, é uma abordagem sistemática às informações do ciclo de vida relacionadas a um edifício. Em contrapartida, Kullvén e Nyberg (2014) afirmam que ainda existem barreiras para a implementação, sendo as mais numerosas reconhecidas como as altas despesas com educação e resistência às mudanças.

Sob estas perspectivas, é necessário mensurar o nível de desenvolvimento durante a implementação BIM, e os modelos de maturidade (MM) são uma excelente ferramenta para avaliar e medir diferentes aspectos de processos ou organizações. Esta pode fornecer uma maneira de controle de seus processos e benchmarking, acompanhamento e avaliação do progresso alinhado com os objetivos e por fim compreensão das forças, fraquezas e oportunidades (PROENÇA e BORBINHA, 2016).

Entretanto, algumas construtoras tem encontrado além destes, outros desafios relacionados ao gerenciamento do ciclo completo BIM. Assim, como alternativa, a sincronização à um modelo de gestão complementar, como o Lean Construction (LC) pode auxiliar neste desafio, uma vez que ambos objetivos e fundamentos se complementam.

Nesta dissertação, o LC é pautado na premissa que segundo Baer (2014) seu foco é a melhor organização do processo, reduzindo a mão de obra ociosa e otimizando recursos disponíveis. Ou seja, seus esforços tem o intuito de eliminar o

desperdício dos processos, agregar valor ao cliente de maneira mais rápida garantindo a eficácia dessas funções (TAURIANEN et al., 2016).

Dave et al. (2013) defendem a adoção de um planejamento colaborativo de BIM e Lean pois quando combinados os benefícios se multiplicam. Os autores entendem que empresas somente BIM estariam familiarizadas com conceitos de visualização, planejamento, detecção de conflitos, compatibilização e revisão de projetos, extração de quantitativos e orçamentos. Enquanto LC assume um contexto menos desafiador tecnologicamente, porém com uma mentalidade mais ampla do que pode ser alcançado e como.

Portanto, o LC é adotado Nesta dissertação para atuar no alinhamento estratégico e cultural da empresa com a interação de conceitos, práticas, filosofias e ferramentas conforme a identificação das funcionalidades e atributos mínimos e necessários para implementação BIM nas organizações.

Entretanto, quando se trata de modelo de gestão, existe um subjetivismo e complexidade dentro das empresas, surgindo a oportunidade de analisar sob a ótica da Interoperabilidade Organizacional (IO) que traz uma abordagem de aspectos (Negócios, Processos, Serviços e Dados) e barreiras (Conceitual, Tecnológica e Organizacional) estratificando em camadas os modelos de gestão.

Pois, além do conceito oriundo da tecnologia da informação, a interoperabilidade busca alcançar alguns princípios, como a relevância, coerência, eficácia, disponibilidade, eficiência, sustentabilidade, satisfação do cliente, utilidade percebida, qualidade percebida entre a troca de informações entre a(s) organização(ões) (EIF, 2017).

Para viabilizar este processo, foram adotadas as ferramentas de métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD) – do inglês *multicriteria decision-making* (MCDM) – com os métodos AHP e PROMETHEE II. Ambos métodos foram selecionados pois possuem como características o objetivo de resolverem problemas complexos recomendados para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações na tomada de decisões sob a influência da multiplicidade de critérios em cenários complexos (GOMES e MOREIRA, 1998).

Utilizando uma abordagem híbrida, a análise diagnóstica (método AHP-PROMETHEE II) identificou o estado atual da organização na adoção de BIM sob as dimensões da IO e definiu o nível de maturidade, enquanto a análise decisional

conduziu a uma proposição de ações Lean – avaliadas conforme seu impacto aos atributos BIM (método PROMETHEE II).

Em face a estas constatações, esta pesquisa encontra motivação e relevância para atuar procedimentalmente na melhoria da maturidade BIM nas organizações. Esta pesquisa está estruturada em seis etapas, contendo Exploração, Análise, Organização do Conhecimento, Diagnóstico, Decisional – essas representam a fase de Design, ou seja, desenvolvimento procedimental – e por fim, a Avaliação da Abordagem – fase esta que apresenta a aplicação do projeto em estudo de caso.

### 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

BIM usualmente é incluído na estratégia de uma organização da indústria AEC, porém uma vez que as ambos não estão alinhados (BIM e estratégia), a implementação e o uso de BIM podem falhar. Além disso, a implementação requer suporte gerencial e comprometimento da administração tanto em recursos financeiros quanto operacionais. (SIEBELINK et al., 2018).

Em adição, com a publicação do Decreto nº 10.306, em 2 de abril de 2020 no Brasil, BIM também tornou-se parte de uma estratégia nacional que visa incentivar o uso dessa tecnologia em âmbito nacional, proporcionando uma maior celeridade à implantação, considerando que o decreto anuncia a obrigatoriedade da utilização de BIM a partir de 2021 de forma gradativa nas organizações.

A publicação do Decreto é uma forma de regulamentar internamente o que já está sendo praticado na indústria AEC no Brasil e no exterior. Apesar de todo o setor ser afetado, as empresas que possuem relações com obras públicas federais precisam se adequar aos novos padrões por uma única razão: continuar no mercado.

Para grandes construtoras se ajustarem a BIM é uma premissa, enquanto para as construtoras pequenas e médias se adequarem a BIM é ter a chance de crescer. Aliás, o caminho natural é que não só os projetos e obras públicas precisem de BIM, mas também projetos e construções privadas.

Neste caso, a identificação do estado atual é um aspecto primordial para compreender a maturidade operacional da corporação e quais são os gargalos e barreiras que a organização se encontra mais suscetível a atender as mudanças nacionais e principalmente ao mercado AEC, buscando um diferencial no atendimento ao cliente e vantagem sobre os concorrentes.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de um planejamento específico e estruturado para a implantação de BIM nas organizações. No entanto, muitas empresas ainda necessitam de um sistema de gestão, ou melhor, um caminho que cria energia, foco e longevidade quando se conecta ao todo – definição da produção *Lean* por Dennis (2008), que pode ser estendida ao *Lean Construction*.

## 1.2 OBJETIVOS DE PESQUISA

Identificar ações para a melhoria da maturidade das organizações AEC na adoção de BIM sob a ótica da Interoperabilidade Organizacional e diretrizes Lean Construction.

### 1.2.1 Objetivos Específicos da Pesquisa

Para alcançar o objetivo proposto, torna-se necessário atender os seguintes objetivos específicos:

**No. 1** - Analisar os modelos de maturidade e preparação para BIM existentes e extrair os atributos desejáveis de implementação BIM;

**No. 2** – Desenvolver, com base em MMAD, uma avaliação diagnóstica relacional dos atributos e barreiras de Interoperabilidade Organizacional;

**No. 3** – Desenvolver, com base em MMAD, uma avaliação decisional e estabelecer plano de diretrizes para a adoção de BIM com suporte do LC;

**No. 4** – Aplicar o procedimento abrangendo as Fases Diagnóstica, Decisional e de Avaliação da Abordagem em uma Construtora como estudo de caso resultando em um plano de ações para empresa na adoção de BIM.

## 1.3 JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

Este trabalho de pesquisa está inserido no GRUPO BIM fazendo parte de um projeto liderado pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS) na Pontifícia Universidade Católica do Paraná. O programa tem desenvolvido pesquisas na área de interoperabilidade e sustentabilidade na construção civil com uma visão integradora entre as engenharias, trazendo aspectos de gestão e IO para a engenharia civil.

A presente proposta encontra motivação na atual conjuntura das organizações da AEC em face à adequação e/ou adoção de uma implementação BIM. A indústria AEC



carece de modelos de gestão e possui fragilidades bem peculiares, ratificados por uma pesquisa da MGI Construction Productivity Survey (BARBOSA et al., 2017), pois a indústria AEC o mesmo ainda é amplamente regulamentado e altamente dependente da demanda do setor público devido às influências político econômicas.

A abordagem de um planejamento estratégico formal não é uma prática comum neste segmento, limitando-se a vivência das organizações conforme a demanda do mercado, admitindo a falta de infraestrutura de gestão estratégica e performance que este setor enfrenta, apesar de ser responsável por movimentar a economia mundial anualmente em aproximadamente U\$10 trilhões (BARBOSA et al., 2017).

Nesse setor há necessidade de estabelecer estratégias, sincronização de tarefas e fluxos de trabalho para promover as mudanças na indústria da construção (HAO, 2012). A busca por processos mais alinhados e digitais preconiza então a abordagem do *Lean Construction* em face a um cenário em que as organizações precisam atuar em muitas perspectivas interoperáveis e simultâneas entre gestão e operação.

Como exemplo, o Reino Unido publicou em seu relatório *Government Construction Strategies 2016-2020* que o ganho de eficiência proporcionado pelo BIM permitiu a economia de £3 bilhões (cerca de R\$21 bilhões) em obras públicas entre 2011 e 2015. A melhoria de performance foi atingida graças à modelagem tridimensional, à facilidade de detecção de interferências, à maior colaboração entre equipes de projeto, padronização de informações e interoperabilidade (NBS, 2018).

Segundo Leusin (2018), o uso de BIM abrange diversos benefícios gerais, durante a fase de projeto a produtividade das equipes pode aumentar de 25% a 50%, redução de prazos de serviços e redução de revisões/retrabalho até 25%. Já durante a etapa de obra há outras vantagens a serem ressaltadas, como redução de 5% nos prazos e nos custos de obra, aumento da produtividade da mão de obra no canteiro, em especial a de controle e gestão da obra e melhoria da qualidade dos projetos.

Dessa maneira, este trabalho possui diferencial em sua abordagem metodológica baseando-se em modelos de maturidade para diagnosticar o estado atual e preparação para BIM sob a ótica da IO e apoiando-se em uma avaliação decisional que possa orientar e priorizar ações fundamentadas nos pilares do LC para atender às fragilidades BIM e potencializar seu uso considerando concomitantemente as dimensões (aspectos e barreiras) da IO às tratativas e tomadas de decisão ao implementar BIM.

## 2. ESTRUTURA METODOLÓGICA

A abordagem metodológica adotada para o desenvolvimento da dissertação é estruturada em seis etapas principais: Exploração, Análise, Organização do Conhecimento, Diagnóstico, Decisional e Avaliação da Abordagem. A Figura 1 ilustra, sob a notação IDEF0, as etapas, métodos, mecanismos, ferramentas e recursos utilizados em cada estágio e suas respectivas entradas e saídas.

As setas à esquerda do quadro representam os inputs, as setas à direita representam os resultados como outputs daquela etapa, as setas superiores representam os métodos e ferramentas adotadas e as setas inferiores simulam os recursos empregados na execução da etapa.

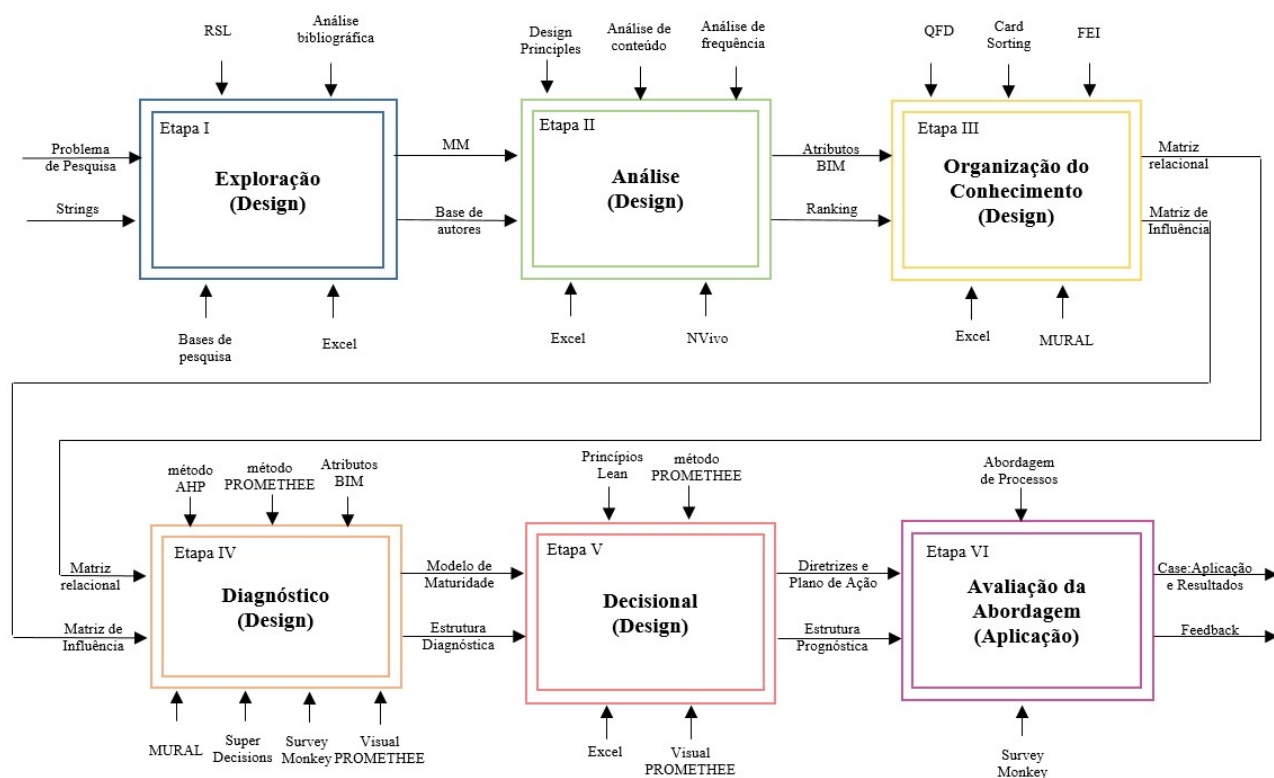


Figura 1 – Estrutura Metodológica  
Fonte: A autora, 2021

A etapa I consiste em toda a estruturação da revisão sistemática da literatura (RSL) através da metodologia Proknow-C acerca de BIM e Modelos de Maturidade. Ainda nesta fase é realizada a fundamentação acadêmica baseada na literatura do *Lean Construction* em sinergia e interação entre BIM e LC, IO e métodos multicritério de apoio a decisão (MMAD).

Em sequência, a etapa II contempla o refinamento das buscas e aprimoramento dos MM apoiando-se na abordagem de *Desing Principles* (DPs) estabelecido por Pöppelbuß et al. (2011). A partir desta análise rigorosa, a etapa III determina critérios essenciais para o desenvolvimento do MM em BIM, estruturando os critérios e estabelecendo sistemática de avaliação inspirada na ferramenta *Card Sorting* e no método *Quality Function Deployment* (QFD), resultando na matriz relacional intitulada MIBIM (Matriz de Influência BIM).

Na etapa IV, a avaliação diagnóstica da organização apoiada no método multicritério AHP é instrumentalizada através de questionário no Survey Monkey e no software Super Decisions para identificar os gaps resultando em uma matriz do estado atual de acordo com o modelo de maturidade proposto.

Desta maneira inicia-se a jornada da organização no processo decisional na etapa V propondo diretrizes e planos de ação sob a ótica do LC para a organização utilizando o método multicritério PROMETHEE para sistematizar a experiência no software Visual Promethee.

Com o intuito de validar este procedimento, é trazida a “abordagem de processos” na etapa VI para coletar feedback da experiência do usuário como visão da organização acerca da viabilidade, usabilidade e utilidade desta dissertação. As características e atividades desenvolvidas em cada etapa serão apresentadas nos subtópicos 2.1 a 2.6.

## 2.1 ETAPA I – EXPLORAÇÃO

A fase de exploração consiste na exploração da bibliografia, na qual teve como entradas a definição do problema de pesquisa e determinação dos *strings*. Com esses inputs, a análise bibliográfica e revisão sistemática da literatura (RSL) resultaram em modelos de maturidade BIM e em uma base de autores como apresenta a Figura 2.

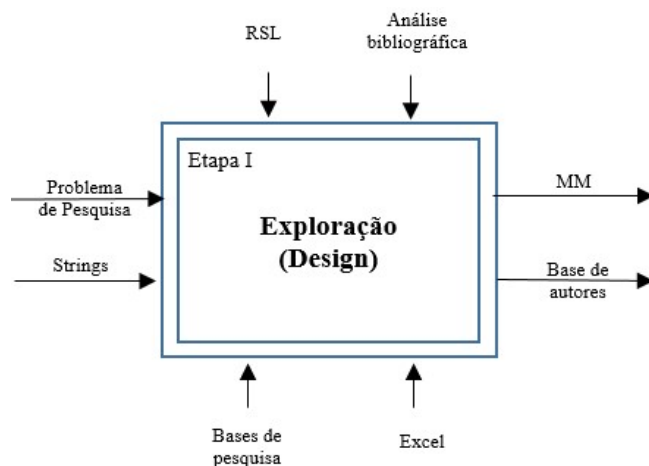


Figura 2 – Processo de exploração  
Fonte: A autora, 2020.

A problemática central desta pesquisa consiste nos assuntos “BIM” e “Modelos de Maturidade”. Devido a isso, para explorar modelos de maturidade e preparação para BIM existentes de maneira refinada, buscando maior assertividade nos resultados, decidiu-se aplicar a RSL através da metodologia Proknow-C (*Knowledge Development Process – Constructivist*) apresentada por Eissin et al. (2010), que consiste em uma revisão de literatura sistemática rigorosa apoiada em 20 etapas que estabelece um passo a passo direcionando a resultados mais alinhados com o propósito da pesquisa.

Para a revisão foram definidos *strings* e palavras-chaves aplicando operadores booleanos e parênteses nas buscas realizadas. Recorreu-se a 4 bases de pesquisa contidas no sistema de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES): *American Society of Civil Engineers (ASCE)*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science* por representarem e prestigiarem regiões diferentes. Também restringiu-se o período de publicação dos últimos 10 anos, ou seja, entre 2010-2019 e usou-se como parâmetro todas as buscas no idioma inglês.

Ressalta-se que a metodologia Proknow-C foi utilizada apenas com o intuito de identificar modelos de maturidade, dessa maneira nenhum artigo ou referência foi adicionada ou alterada para análise dos MM. Haja vista os artigos mapeados também integraram o referencial teórico desta dissertação. Porém, para formulação dos demais temas (LC, IO, MMAD e sinergias) optou-se por realizar a análise bibliográfica utilizando as mesmas bases de pesquisa adotadas na RSL (BIM e Maturidade).

## 2.2 ETAPA II – ANÁLISE

Este processo de análise inicia-se com as informações oriundas dos modelos de maturidade e banco de autores resultantes da etapa I para análises minuciosas nos MM e também em seus critérios através de metodologias como DPs (Design Principles), análise de conteúdo e análise de frequência. A estrutura utilizada para possibilitar essas análises foram o Excel e software de análise qualitativa: NVIVO, tendo como produto os critérios, barreiras e aspectos – conforme ilustra a Figura 3.

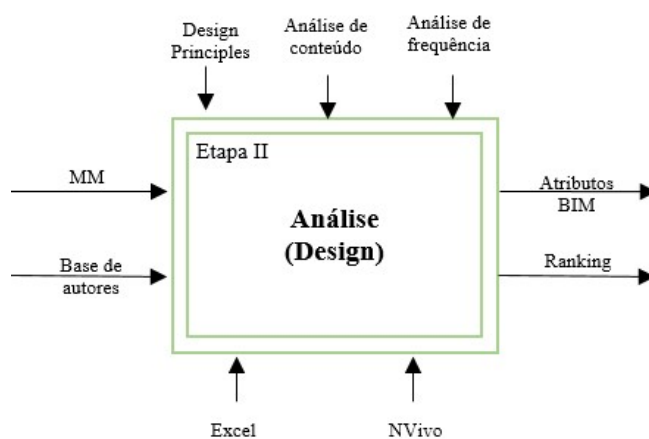


Figura 3 – Processo de análise  
Fonte: A autora, 2021.

Assim, iniciou-se a leitura minuciosa dos artigos e com o intuito de compreender os modelos de maturidade. Foi realizada uma análise aprofundada simulando uma triagem baseando-se nos aspectos dos Princípios de Design estabelecido por Pöppelbuß et al. (2011). Esta análise foi direcionada aos MM em BIM que resultou na publicação do artigo “*BIM Maturity Models Evaluated by Design Principles*” (Ferraz et al., 2020). Nesta análise os principais elementos observados foram:

a) Escopo do modelo de maturidade: interpretou-se a abordagem dos modelos e categorizar em prescritivos ou descritivos, ou seja, se propõem medidas e planos de ações para a implantação ou se descreve estágios para um diagnóstico.

b) Definição da maturidade: identificou-se como os modelos foram estruturados em dimensões, nomenclaturas e níveis de maturidade, tendo assim um subsídio para comparação entre eles, bem como observar a evolução dos modelos de maneira temporal e o foco de cada um;

c) Avaliação metodológica: compreendeu-se como foram propostas a interface com a organização desses modelos de maturidade, podendo ser através de questionários, experiências, entrevistas ou revisão de literatura;

d) Métricas para evolução: esses critérios permitiram considerar o todo e observar as características individuais de cada modelo como norteador à seleção e definição de um MM numa organização, independentemente de sua estratégia e seu campo de atuação;

e) Ciclo de vida: para qual estágio do ciclo de vida da edificação o MM poderia ser aplicado/ direcionado.

A partir da rigorosa análise fundamentada na metodologia DP, foram extraídos os atributos dos modelos de maturidade e avaliados com o suporte do software *Qualitative Data Analysis – QDA (NVIVO)* sob a ótica semântica agrupando por sinônimos e análise de frequência para estabelecer um ranking baseado no índice de ocorrências de cada atributo. A análise bibliográfica também auxiliou para garantir o contexto e o significado dos 20 atributos.

### 2.3 ETAPA III – ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

A etapa de organização do conhecimento consiste na concentração dos dados resultantes da literatura e a manipulação dos mesmos para configuração da modelagem e cumprimento ao propósito da pesquisa deste trabalho. Sendo assim, os resultados da etapa II mencionados anteriormente são os principais *inputs* para o desenvolvimento desta fase, na qual concentra-se em dois passos: extração, refinamento e seleção dos atributos de acordo com a relação das camadas de IO. O processo de organização do conhecimento pode ser visualizado na Figura 4.



Figura 4 – Processo de organização do conhecimento  
Fonte: A autora, 2021.

Com base nas orientações, conceitos da usabilidade e análise dos modelos de maturidade extraídos da literatura pela metodologia do DPs da etapa anterior, propõe-

se a extração dos atributos a partir de alguns critérios, como, número de ocorrências, existência de termos e definições disponíveis na literatura e que fossem capazes de medir níveis de maturidade.

A seleção desses atributos foi classificada perante os conceitos do *Framework for Enterprise Interoperability* (FEI) (EIF, 2017). Este framework preconiza referenciais avaliativos matriciais sobre o desempenho organizacional com base em barreiras e aspectos estruturados em 12 quadrantes.

Daclin *et al.* (2006) e (EIF, 2017) consideram as barreiras em três dimensões: (i) conceitual, caracterizada pela diferença de sintaxe e semântica na troca de informações; (ii) tecnológicas, relativas à incompatibilidade das tecnologias da informação; e (iii) organizacional, relacionadas com a definição de responsabilidade e autoridade para que a interoperabilidade ocorra sobre boas condições.

Além das barreiras, a interoperabilidade, apresentam os aspectos em quatro dimensões, que de acordo com Chen e Daclin (2006) são responsáveis por definir o conteúdo de interoperação que pode ocorrer em vários níveis da empresa: dados, serviços, processos e negócios.

A ponderação de pesos foi inspirada na metodologia *Quality Function Deployment* (QFD) e na ferramenta *Card Sorting* com o auxílio de uma plataforma interativa – MURAL. Este exercício de seleção, classificação e ponderação foi realizado através de uma dinâmica virtual com 5 especialistas BIM – 2 do meio acadêmico e 3 da indústria – com o intuito de aumentar a robustez nesta etapa resultando na Matriz de Influência BIM (MIBIM), além claro de sustentar uma sinergia entre a teoria e a prática visando a implementação BIM.

Para uma execução bem sucedida, houve um tempo dedicado ao alinhamento dos especialistas baseado em orientações, explicações das definições e conceitos de cada atributo, bem como dos quadrantes da interoperabilidade e o manuseio da ferramenta em tempo real. De modo que todos os envolvidos tivessem acesso às mesmas informações concomitantemente.

## 2.4 ETAPA IV – DIAGNÓSTICO

Esta fase diagnóstica foi estabelecida a partir da Matriz relacional e Matriz de Influência BIM (MIBIM), na qual contemplam todos os atributos necessários para a implementação de BIM em uma organização. Essas informações subsidiaram a

adequação de um modelo de maturidade para construir a estrutura diagnóstica conforme método AHP e PROMETHEE com o auxílio do Excel, Super Decisions e Visual PROMETHEE como apresenta a Figura 5.

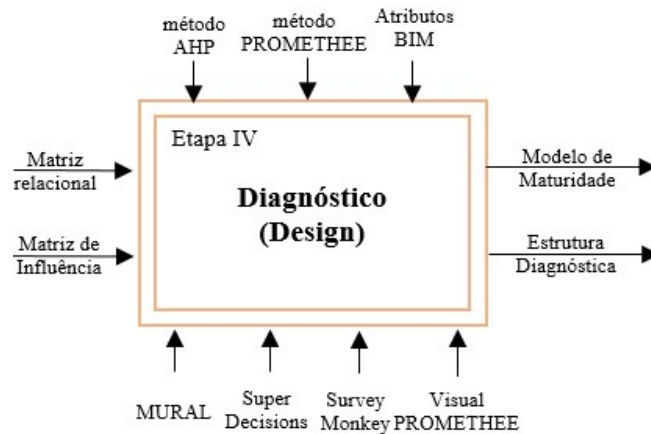


Figura 5 – Processo diagnóstico  
Fonte: A autora, 2021.

A estrutura advinda da etapa III possibilitou a modelagem do método AHP no software Super Decisions, e com o intuito de facilitar ao respondente um recurso on-line, utilizou-se a plataforma Survey Monkey simulando o questionário de avaliação para comparação por pares ao representante da organização.

Para cada atributo foram adotadas definições peculiares e em conformidade ao consenso dos especialistas da etapa III. Entretanto, a caracterização dos níveis de maturidade foram baseadas na avaliação decorrente dos *Design Principles* aplicada nos 22 Modelos de Maturidade encontrados na RSL.

Essa estrutura segue uma padronização, originando assim os Níveis: I – Inicial, II – Transição, III – Promissor e IV – Contínuo. O representante da organização ao deparar com as definições e evoluções de cada atributo, poderia selecionar para cada atributo o nível de maturidade mais adequado à sua realidade, de maneira interativa e on-line, através da plataforma MURAL.

Assim, para identificar qual o nível de maturidade atual da organização, a avaliação da organização é instrumentada através da abordagem híbrida AHP (para ponderação e pesos) - PROMETHEE (para posicionamento em maturidade utilizando os pesos AHP) resultando no reconhecimento atual da organização, ou seja, o mais conveniente à situação e sua tendência.



## 2.5 ETAPA V – DECISIONAL

Nesta etapa os resultados advindos da avaliação diagnóstica são utilizados como entradas ao processo decisional, estabelecendo os atributos com pesos e apresentando seus respectivos déficits à organização. Em posse dessas informações, um plano de ação prescritivo é incorporado para gerir a implementação BIM aderente aos princípios do Lean Construction, utilizando como auxílio os softwares Excel e Visual PROMETHEE como visto na Figura 6.

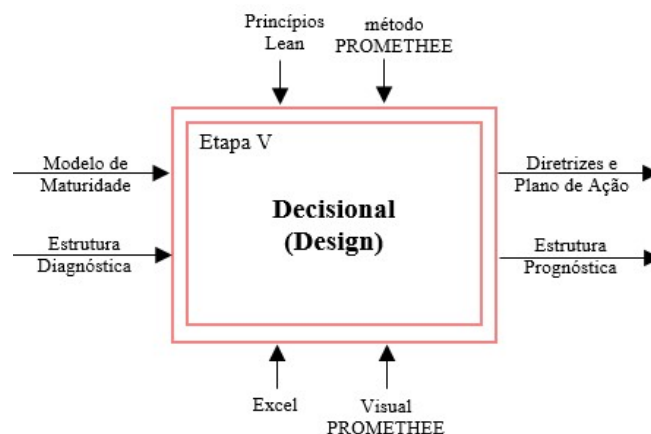


Figura 6 – Processo decisional  
Fonte: A autora, 2021.

Os pesos de cada atributo são trazidos de forma global da estrutura AHP, considerando sua respectiva barreira e aspecto de interoperabilidade para evidenciar o real posicionamento de cada atributo. São avaliadas, à luz do método PROMETHEE II, também as funções de preferência de acordo com o padrão de comportamento das alternativas.

Como alternativas são mapeadas ações Lean – baseadas em seus princípios – e atribuídos objetivos e resultados esperados à cada atributo individualmente quando aplicados, posteriormente foram avaliados qualitativamente conforme seu impacto (Baixo, Médio e Alto Impacto) e influência na melhoria da performance e desempenho de cada atributo.

A estrutura decisional então é suportada através do software Visual PROMETHEE que promove o ranqueamento das ações Lean consideradas como estratégicas subsidiando a tomada de decisões pela organização. As diretrizes e o plano de ação está vinculado ao acompanhamento e monitoramento da evolução dos atributos.

## 2.6 ETAPA VI – AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM

Baseando-se no intuito deste trabalho procedimental para a melhoria da maturidade BIM nas organizações, entende-se que o mesmo está relacionado a decisões estratégicas e por isso a necessidade de aplicação em um estudo de caso selecionando uma construtora sólida no mercado para proposição de um plano guiado.

Complementar ao estudo de caso, Platts (1993) identificou na literatura três deficiências nas abordagens de pesquisa:

- Uma base conceitual pobre;
- Baixo nível de trabalho empírico e teste de teoria;
- Falta de relevância para o "mundo real" (validade externa).

Em face a essas três principais deficiências no desenvolvimento do método, esta etapa adota as recomendações de Platts (1993) para entender se o processo forneceu uma etapa prática na formulação da estratégia BIM na organização e coletar seu feedback, adotou-se os critérios de viabilidade, usabilidade e utilidade em um questionário de avaliação na plataforma Survey Monkey. O processo de Abordagem pode ser visto na Figura 7.

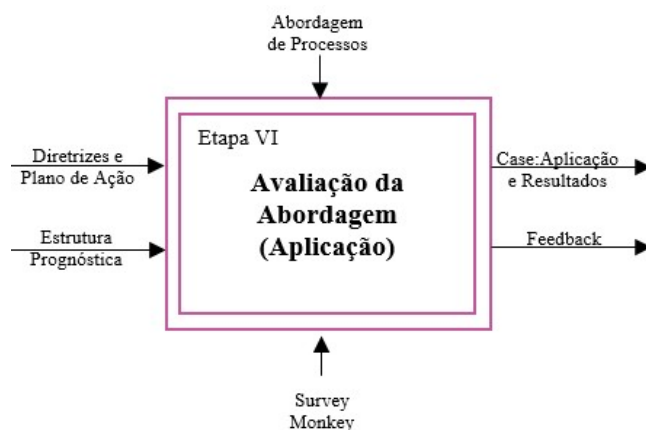


Figura 7 – Processo de abordagem  
Fonte: A autora, 2021.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção está sustentada na etapa I da estrutura metodológica e são apresentados os fundamentos teóricos que embasam este trabalho a partir de uma revisão de literatura de BIM, *Lean Construction*, Interoperabilidade Organizacional, relação entre os temas e métodos multicritérios como ferramenta para sincronização e avaliação como apresentados na Figura 8.

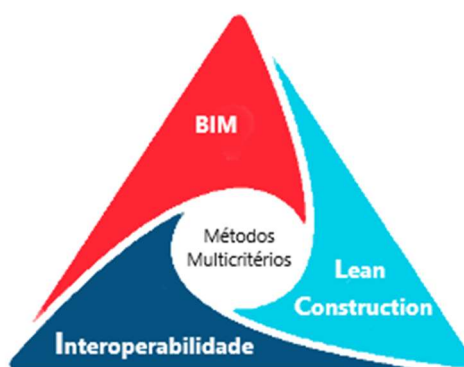


Figura 8 – Pilares conceituais da dissertação  
Fonte: A autora, 2020.

#### 3.1 BIM

O conceito de Building Information Modeling vem sendo difundido há mais de trinta anos no mercado da construção civil. Inicialmente proposto em 1975, por Charles M. Chuck Eastman citando como objetivos mínimos geração automática de quantitativos e custos com elementos de forma iterativa e um único banco de dados integrado para análises visuais e quantitativas (WANG e ZHAI, 2016).

Sua definição tem uma grande abrangência conforme as visões de cada profissional, a maioria das quais são oriundas das suas respectivas perspectivas. Um contratado define BIM como um processo, designers definem-no como modelos 3D inteligentes, enquanto outros profissionais definem BIM como uma ferramenta de visualização (BARLISH e SULLIVAN, 2012).

Para Campestrini et al. (2015), BIM deve ser entendido como um novo paradigma para o desenvolvimento de empreendimentos da construção que envolve todas as fases do seu ciclo de vida, abrangendo estágios iniciais de definição e concepção de projeto com detalhamento e planejamento, orçamento, construção até o uso com a manutenção ou demolição.

Para Arayici et al. (2012) BIM tem como vantagens fornecer uma plataforma para

maior eficiência nos projetos e também proporcionar uma melhor comunicação entre as partes interessadas acerca das informações da construção.

A modelagem em duas ou três dimensões, visto que a informação é parametrizada, facilita mudanças e alterações que são atualizadas em todas as outras perspectivas. Os modelos geométricos ainda aceitam outros aspectos como custos, aspectos quantitativos e análises sendo modificados instantaneamente, sem a necessidade de revisar todo o projeto para atualizá-lo manualmente (NGUYEN et al., 2010).

No entanto, BIM tem seu lado de aplicação de software, mas também consiste em um processo para projetar e gerenciar informações de construção (LIU et al., 2016). Migilinskas et al. (2013) afirmam que BIM é um caminho para desenvolver estrategicamente a elaboração de projetos garantindo uma gestão integrada de fluxos de dados gráficos e de informação, apoiado em ferramentas descentralizadas com foco em integrar tarefas em processos e transformar indivíduos em equipes de forma mais rápida, eficaz e com menores custos.

Aliado a inúmeras características destacadas aqui, BIM pode resolver quesitos de interoperabilidade devido às diferentes disciplinas de projeto, visto que todos eles podem ser representados em um único modelo. Dessa maneira, o mesmo modelo pode ser aberto em paralelo, facilitando a detecção de conflitos e, propiciando assim o aumento da produtividade do projeto (DONG et al., 2014).

Para corroborar, Kiviniemi, et al. (2008), destaca como premissa básica a colaboração entre os diferentes participantes durante as fases do ciclo de vida da construção, de tal maneira que a extração dos dados pode ser atualizada instantaneamente e utilizada como suporte a cada um dos intervenientes.

Considerando que muito da literatura acerca dos critérios e quesitos para implantação de BIM é estrangeira, foi de extrema importância analisar o contexto atual e nacional em que esta pesquisa está inserida, podendo ser sintetizada no 3.1.1 a seguir.

### **3.1.1 Cenário Nacional**

Seguindo orientações e determinações do Governo Federal (2020) e publicação do Decreto nº 10.306, em 2 de abril de 2020 no Brasil, a partir de 2021 a modelagem 3D será exigida para a elaboração de projetos de arquitetura e de engenharia. A

iniciativa pretende aumentar em dez vezes a implantação da plataforma BIM, com isso, espera-se que 50% do PIB da construção civil utilize a metodologia até 2024.

A proposta do Comitê Estratégico BIM (BR) é que a aderência a BIM nas licitações realizadas pelo Poder Público sejam feitas de forma escalonada, adotando os prazos para implementação em três etapas:

- Jan/2021: a exigência da plataforma BIM se dará na elaboração de modelos para a arquitetura e engenharia nas disciplinas de estrutura, instalações hidráulica e elétrica, na detecção de interferências, na extração de quantitativos e na geração de documentação gráfica;

- Jan/2024: os modelos deverão contemplar algumas etapas que envolvem a obra, como o planejamento da execução, orçamentação e atualização dos modelos e de suas informações como construído (“*as built*”).

- Jan/2028: passará a abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância.

No cenário nacional, ressalta-se que o Estado de Santa Catarina, em 2014, foi o primeiro Estado do país a exigir o uso de BIM em obras públicas com o documento “Caderno BIM, 2014”. Neste Caderno é descrito e definido os sistemas e parâmetros a respeito dos procedimentos a serem adotados.

Outro destaque é o Estado do Paraná com o “Plano de Metas”, que de 2015 a 2018 previu a implementação de Sistemas BIM pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Logística, estas ações estão previstas e mencionadas no Plano de Fomento a BIM de 2014, disponível para acesso no site do Governo do Paraná.

De acordo com o Portal BIM Paraná, este Plano possui algumas linhas estratégicas de ação. Entre elas temos ampliação e promoção de parcerias, fomento e ampliação da rede BIM no setor público Estadual e acompanhamento de ações das vinculadas à SEIL para implantação dos Sistemas BIM.

### **3.1.2 Implantação**

Jernigan (2007) entende que a implantação de BIM, bem como a incorporação da tecnologia deve ser uma decisão de negócio, uma vez que a empresa necessita de um preparo para atender futuras demandas, pois impacta diretamente em mudanças nos processos e na rotina de trabalho. E ainda, ressalta que se os proprietários não

possuem um conhecimento conceitual em BIM e os objetivos de negócio não estão claros o suficiente, as mudanças tendem a ocorrer lentamente.

Smits et al. (2016) acreditam que a performance de BIM nos projetos se limita e depende diretamente do investimento. Ainda, para Kjartansdóttir (2011) na adoção de BIM existem três elementos fundamentais que precisam estar alinhados para apoio ao ciclo de vida da construção. O autor estabelece que BIM precisa se conectar aos principais processos de negócios, a tecnologia precisa ser armazenada em um formato unificado e uma política de concordância acerca das ontologias precisa ser incorporada. McCuen et al. (2011) alega que os problemas de interoperabilidade e compartilhamento de informações representam as maiores barreiras para implementação de BIM dentro uma organização.

Considerando este cenário, para Hosseini et al. (2016) o mais importante é detectar as barreiras para aplicação de BIM, bem como a preocupação dos usuários para sua implementação. Isto posto, para a implantação de BIM a literatura aborda o conceito de barreiras, que podem ser definidas como obstáculos durante o processo ou atributos mínimos desejáveis para este processo.

Por sua vez as barreiras são conceituadas a partir de vários fatores, e através deste mapeamento é possível compreender e fomentar a implantação de BIM, visto que sua aplicação está diretamente associada as melhorias graduais e contínuas na qualidade, usabilidade e previsibilidade. Essas melhorias a serem implantadas nos processos podem ser avaliadas através de modelos de maturidade com o objetivo de verificar o estado atual da empresa e identificar quais progressos devem ser realizados, a fim de alcançar benefícios reais para os negócios (SUCCAR, 2009).

Sendo assim, entender e determinar em que nível de maturidade a empresa ou projeto piloto se encontra ao passar pela implementação é um passo crucial para o bom desenvolvimento de um planejamento alinhado dentro da organização e com objetivos coerentes com as metas da empresa. Dessa forma a seguinte subseção abordará de forma pontual o conceito e a aplicação de modelos de maturidade em BIM.

### **3.1.3 Modelos de Maturidade**

Para Pöppelbuß et al. (2011), apesar de serem caracterizados como “receitas passo a passo” que simplificam a realidade e carecem de fundamento empírico, os

modelos de maturidade são baseados no pressuposto de padrões previsíveis e representam teorias sobre como as capacidades organizacionais evoluem de maneira gradativa, de acordo com um antecipado, desejado ou caminho de maturação lógica (GOTTSCHALK, 2009).

Para Becker et al. (2009) os modelos de maturidade ainda podem ser entendidos como artefatos utilizados para resolver problemas, determinar capacidades e propor medidas de melhoria para estes. E considerando que a implantação de BIM está diretamente associada as melhorias graduais e contínuas na qualidade, usabilidade e previsibilidade, o estado atual da empresa pode ser avaliado através de MM para identificar quais as melhorias que podem ser implementadas nos processos a fim de alcançar benefícios reais para os negócios (SUCCAR, 2009).

A literatura também revela avaliações do impacto da maturidade BIM no desempenho de empresas, pois estrategicamente BIM se aplica em processos, infraestrutura e pessoas (SMITS et al., 2016). Sobretudo, a relação entre aceitação e prontidão tecnológica é substancial, sendo prontidão a chave para a aceitação bem-sucedida da adoção da tecnologia (JUAN et al., 2016). De maneira que ambas são essenciais para uma avaliação da implementação de BIM.

O estabelecimento de níveis de maturidade e desempenho BIM ao fornecer métricas para uso pragmático na academia se assemelha ao atender às necessidades do mercado de trabalho, da mesma maneira que para a indústria é a contratação de um projeto para atender às necessidades do cliente (WU et al., 2018).

Kassem (2015) defende que os níveis de maturidade podem estar atrelados a implementação, podendo mensurar e acompanhar a performance da organização, ou mesmo dentro de uma mesma organização, a qual possui setores em diferentes estágios de maturidade.

Sendo assim, é perceptível o valor agregado em adotar um MM ou modelos de preparação para BIM como ferramenta para mensurar o nível de desenvolvimento e implementação de BIM, além de poder ser utilizado como norteador para as metas e objetivos estratégicos da organização. No entanto, Giel e Issa (2014) aponta que inúmeras ferramentas de avaliação de maturidade BIM estão disponíveis (ver MM9 apresentado nos Quadro 4 e Quadro 5).

De acordo com Wu et al. (2017) não existe apenas um MM aplicável e cada qual tem uma ênfase, pontos fortes e fracos exclusivos, correspondendo a diferentes

usuários com base em suas demandas exclusivas. Os autores analisam e comparam diversos MM que foram explorados também neste trabalho (ver MM 10 a 14, 16 a 20 nos Quadro 4 e Quadro 5).

Em face a necessidade de “medir” o nível de maturidade das organizações, inúmeros MM foram desenvolvidos sem compreender de forma adequada quais os critérios deveriam conter, ou ainda sua usabilidade, previsibilidade e aderência. Visto isso, Pöppelbuß et al. (2011) propuseram uma abordagem pragmática e estruturada inicialmente guiada para o Business Process Management (BPM): os DPs.

Entretanto possui potencial de aplicação em qualquer modelo e domínio, pois serve como um check-list de verificação e avaliação de MM com uso descritivo e prescritivo; ou ainda com intuito de auxiliar no desenvolvimento de novos modelos (Princípio Básico). Para melhor esclarecimento, seguem as definições e finalidade dos MM, representados no framework da Figura 9.

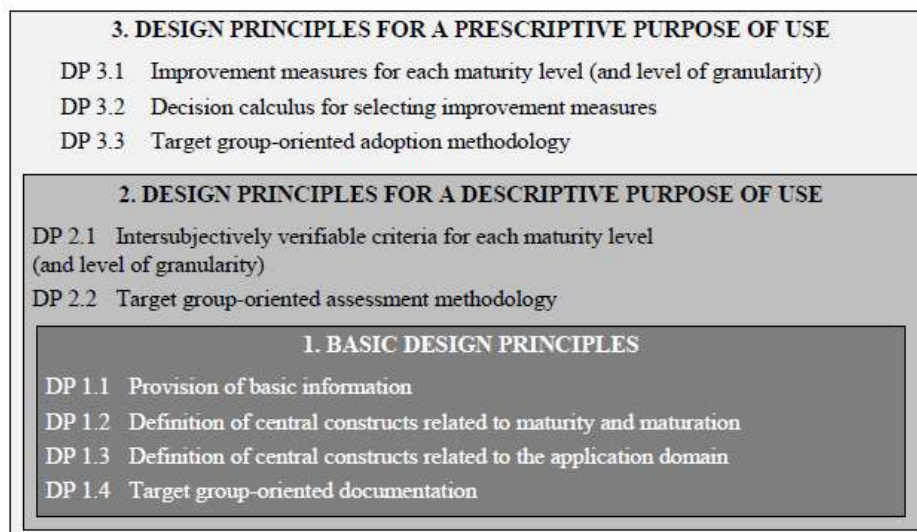


Figura 9 - Framework of general design principles for maturity models.

Fonte: Adaptado de Pöppelbuß et al. (2011)

Os princípios básicos de design estão definidos pelos princípios DP 1.1 ao DP 1.4 que remete a estruturação e concepção de um novo modelo; o design para os princípios descritivos de uso estão definidos na etapa DP 2.1 ao DP 2.2 com a finalidade de diagnosticar ou avaliar as capacidades atuais com relação a determinados critérios; e os princípios de design para fins prescritivos da proposta estão nas etapas DP 3.1 ao DP 3.3 com o propósito de identificar níveis de maturidade desejáveis e fornecer diretrizes sobre medidas de melhoria, podendo sugerir planos de ação específicos e detalhados.



O modelo comparativo não fornece princípios específicos e definidos, entretanto, a partir dos caracterizados anteriormente permite avaliação comparativa interna ou externa baseados em dados robustos de avaliação, seus níveis podem ser comparados entre negócios ou organizações similares. A partir dessa estrutura é possível compreender minuciosamente as características e os aspectos desenvolvidos nos MM para identificar qual modelo se faz mais adequado conforme a aplicação. A seção 4.2 apresenta a análise de cada modelo individualmente.

### 3.2 LEAN CONSTRUCTION

Nesta seção serão abordadas definições e aplicação do *Lean* na construção caracterizando-o como um sistema de gestão organizacional. A aplicação de uma gestão *Lean* apresenta inúmeros benefícios e vantagens. Spear (1999) aborda esta metodologia, advinda do Sistema Toyota de Produção, como um sucesso e ainda tenta decodificar seu DNA para as reaplicações.

Rodrigues (2016) ressalta que de origem japonesa, o grande diferencial está ligado ao conceito e à visão de desperdício em todas as etapas do processo, bem como na liderança e no comprometimento dos envolvidos. Critérios esses que estão fortemente enraizados em sua cultura, sobretudo, no respeito e disciplina.

Vista a importância da filosofia *Lean*, a Figura 10 apresenta uma representação ilustrativa de como funciona o sistema de produção *Lean*. As atividades *Lean* são inter-relacionadas, se apoiam mutuamente e estão baseadas no mesmo jeito de pensar.

A casa tem os seus componentes estruturais representados por cada um dos princípios da filosofia *Lean*, sendo a base a representação de estabilidade e padronização, as paredes são as estratégias, o interior da casa caracteriza o envolvimento dos membros das equipes e sua contínua interação, e o telhado simboliza o foco no cliente, essa é a meta de todo sistema de produção *Lean*, entregar alta qualidade, ao menor custo possível e com o *lead time* mais curto.



Figura 10 - Os princípios do Lean.  
Fonte: Silva (2016)

Segundo Pheng e Shang (2011) esta abordagem Lean inspirou muitas organizações a replicarem essas estratégias para se beneficiarem de altos níveis de produtividade. Hines et al. (2004) também relata que esta ideia foi adaptada e ajustada a outras diferentes áreas de aplicação.

Além dessas vantagens, Lehman e Reiser (2004) ressaltam a construção enxuta como um sistema de entrega de projetos que tem o intuito de agregar valor, satisfazendo as necessidades dos clientes e aperfeiçoando o desempenho. Este último podendo ser também associado ao desempenho e empoderamento dos indivíduos para a resolução de problemas através de uma mudança de cultura.

Em análise aos princípios Lean, a literatura aborda maneiras de adaptação do Lean de acordo com as características peculiares da indústria da construção civil, pois foram percebidas algumas similaridades entre os processos da indústria de manufatura e construção. E para Hao (2012) os princípios Lean podem tornar os processos da construção civil mais estáveis como os da manufatura, pois há necessidade de estabelecer estratégias, sincronização de tarefas e fluxos de trabalho para promover as mudanças na indústria da construção.

Muitas ferramentas ou procedimentos tem sido adotados e definidos sob a temática do LC que implicam em um melhor planejamento e eficiência nos fluxos de trabalho com foco no sucesso do projeto, permitindo caminhos alternativos caso haja falhas ou restrições (SOSA; PARADA, 2018).

Em face ao raciocínio abordado e de acordo com Dennis (2008) a produção *Lean* não é meramente um conjunto de técnicas, ela é um caminho que cria energia, foco e longevidade quando se conecta ao todo, e essa afirmação pode ser estendida ao *Lean Construction*. Com foco nos problemas usuais da indústria, Aziz & Hafez (2013) propuseram os 5 princípios a serem relatados nos tópicos 3.2.1 a 3.2.2.

### **3.2.1 Especificação de Valor**

É essencial reconhecer quem são os clientes (interno/ externo), compreender suas respectivas necessidades e possuir suas especificações definidas para que as entregas sejam satisfatórias e atendam a todos os requisitos. Consoante Womack e Jones (1998) o valor só pode ser definido pelo cliente final quando fica evidente em um produto que as necessidades dos clientes foram satisfeitas com um preço específico, em um momento determinado e do jeito que ele almejava.

Hooley *et al.* (2011) ressaltam que o posicionamento bem-sucedido das empresas está cada vez mais atrelado a criar relacionamentos duradouros com clientes selecionados em vez de contar com transações esporádicas, por isso, gerar valor ao cliente é fundamental. Visto isso, mensurar a satisfação do cliente somente após a conclusão da obra é ineficaz, pois o foco da sincronização com o cliente é nunca parar de se ajustar as expectativas dele, mesmo porque a vida útil de uma construção é usualmente maior que 50 anos.

Sendo assim, o foco no cliente é o alvo principal da aplicação da filosofia nas produções de bens e serviços, porém de acordo com Dennis (2008), com o passar do tempo os clientes criaram expectativas mais amplas do que apenas qualidade, custo e prazo. Visto que no contexto atual as empresas necessitam de criatividade e flexibilidade para enfrentar diversos problemas que podem ser mais facilmente solucionados pelos próprios trabalhadores.

Por isso o mesmo autor acredita que é essencial promover o engajamento da equipe, identificar habilidades necessárias, como apoiar e manter o envolvimento, além de acompanhar e definir o papel da gerência. De forma que uma liderança visível se torne mais necessária devido à necessidade de aumentar o nível de conhecimento da condição atual da operação, conseqüentemente elevar a rapidez e eficiência nas soluções.

Bajjou et al. (2019) ressalta que no caso do LC, a iniciativa pessoal e autonomia é largamente incentivada. Entretanto, a contratação de mão de obra não qualificada pode promover a geração de outros problemas impactando na qualidade, baixa produtividade e sobretudo afetar a performance do projeto. Devido a isso, treinamentos e envolvimento dos colaboradores encorajam a detecção de anomalias, resolução de problemas e outros diferentes desperdícios do processo.

### **3.2.2 Perfeição/ Melhoria Contínua**

Para Dave et al. (2013), um dos princípios do LC é a melhoria contínua do processo que está fortemente ligada à resolução de problemas e gestão do conhecimento, pois o Lean é baseado na experimentação e melhoria do nível de produção. Sabe-se ainda que os projetos de construção são construídos com membros temporários que podem realizar a gestão do conhecimento de projeto em projeto.

O desenvolvimento de habilidades e competências através de atividades e treinamentos práticos são essenciais para apoiar a comunicação e o engajamento entre todos os envolvidos no projeto. Lajevardi et al. (2011) entende que o objetivo é resolver os problemas coletivamente e claro, evitar a reincidência em projetos similares e futuros.

Além disso, Bajjou et al. (2019) afirma que para inúmeros autores, “Lean é uma jornada e não um destino”, pois as organizações são obrigadas a melhorar permanentemente seu desempenho devido às pressões e busca pela competitividade no mercado. E a melhoria do processo consiste na solução de problemas, podendo ser simplificada através da técnica PDCA (*Plan, Do, Check e Act*).

E segundo Dave et al. (2013) se conecta extremamente bem a outros recursos do Lean, mas requer uma abordagem sistemática, disciplinada e apoiada em fatos. De forma que o controle de processos se torna uma excelente ferramenta para atender a todas as etapas desde o planejamento, execução, análise de causa raiz e monitoramento dos registros de não conformidades e avaliar a aderência dos processos.

### **3.2.3 Produção Puxada**

Dieckmann et al. (2004) comenta que o sistema de produção puxada é baseado em um efeito cascata, pois nada é produzido até que haja uma necessidade. Para Dupin (2014) o objetivo é ter um fluxo logístico que permita reduzir o nível de estoques de forma que contenha apenas os materiais e equipamentos necessários que serão utilizados no processo de construção.

A partir desta caracterização é possível notar que a produção puxada necessita sincronizar a comunicação entre a demanda do cliente (quantidade e especificação adequada) ao fornecedor (provedor da matéria prima) para estabelecer suas atividades no canteiro e atender as expectativas de prazos.

Assim, para garantir a assertividade nessa comunicação é importante criar um ambiente conforme o senso de utilização, limpeza e ordenação facilitando a adequação aos processos na rotina de trabalho. Aziz e Hafez (2013) considera 5S como a técnica mais conhecida e eficaz na organização do canteiro e possibilita a redução de danos aos materiais e equipamentos, aumentando a segurança das pessoas.

Essa rotina de trabalho, comunicação e produção é extensiva, regular e repetitiva, por isso para garantir a previsibilidade e o sucesso, os procedimentos operacionais devem ser padronizados ou *Standard Operating Procedures (SOP)* – consiste em estabelecer a sistemática da operação descrevendo como ocorrem todas as etapas do processo em sua sequência contendo: tempo, controle e técnicas utilizadas para manter o processo no menor tempo possível com o mínimo de esforço (WANG e MA, 2014).

### **3.2.4 Fluxo de Valor**

As tarefas diferentes devem ser divididas a um nível de detalhe do processo que seja possível determinar seu valor. A adoção do mapeamento do fluxo de valor - *Value Stream Mapping (VSM)* possibilita representar graficamente as etapas do processo, identificar as tarefas que não agregam valor, bem como direcionar os desperdícios, podendo o processo ser melhorado e propondo o processo que deve ser alcançado no futuro (ABDULMALEK e RAJGOPAL, 2007).

Dentre o mapeamento das atividades que não agregam valor, Dennis (2008) elenca os oito principais tipos de desperdícios gerados na produção ou serviço, sendo:

- **Movimentação:** podendo ser movimentos desnecessários de operadores devido à falta de adequação no ambiente de trabalho, bem como distância entre equipamentos e materiais, ambos influenciando negativamente a qualidade, produtividade e segurança;
- **Espera:** definido como o tempo ocioso de operadores, peças ou informações para a execução de uma determinada atividade impactando diretamente no tempo de produção e entrega ao cliente;
- **Transporte:** transporte excessivo ou de longas distâncias de operadores, peças ou informações devido ao layout ineficiente, resultando em gastos de energia desnecessários;
- **Correção ou defeitos:** são erros no processo que afetam na qualidade do produto ou serviço e necessitam de reparos ocasionando custos de retrabalho e aumento do lead time;
- **Processamento:** procedimentos executados não utilizando as ferramentas ou métodos adequados ou que não agregam o valor necessário ao produto;
- **Estoque:** é o armazenamento excessivo de produtos desnecessariamente devido a eventuais divergências na previsão de demanda, gerando custos excessivos e baixo desempenho;
- **Excesso de produção:** consiste em produzir em demasia ou no tempo inadequado acarretando excessos em custos com matéria-prima, mão de obra, energia, transportadores, etc;
- **Intelectual:** baseado na falta de comunicação ou mau aproveitamento da capacidade/ conhecimento entre os colaboradores, ou entre empresa e seus clientes/fornecedores. Implicando em conflitos, desmotivação, frustrações e perda de oportunidades.

Através do mapeamento detalhado e do conhecimento do desperdício, a atuação e remoção das atividades que não agregam valor podem ser estruturado com planos de ações pontuais para controle e monitoramento do processo até que o estado atual mapeado se torne o estado futuro desejado.

### **3.2.5 Fluxo Contínuo**

Dennis (2008) declara que só é possível coordenar a produção puxada através do fluxo contínuo. E acrescenta o uso da ferramenta Heijunka como aplicação a este

conceito, a partir do nivelamento da produção de forma equilibrada através do tempo conforme as variações diárias na demanda. São práticas que trazem benefícios acerca da redução do lead time, estoques e no equilíbrio da carga de trabalho aos operadores. Considerada como a principal ferramenta para programação da produção que especifica o que, quando e quanto produzir.

Para garantir o fluxo contínuo, Dennis (2008) ressalta que o trabalho padronizado é a maneira mais segura, fácil e eficaz de executar o trabalho atualmente. Através dele é possível viabilizar a sequência de trabalho, tempo *takt* e estoque em processo. Todos estes são elementos que auxiliam na ordem, execução e demanda das atividades para que o colaborador complete o processo.

O mesmo autor indica benefícios como a estabilidade dos processos, permite a identificação de gargalos e/ou anormalidades envolvendo os membros da operação propiciando melhorias (*kaizen*) para suportar soluções e *Poka-yokes* a fim de prevenir automaticamente os defeitos.

Para manter a produção em atividade e maximizar o tempo de operação do equipamento, a utilização de ferramentas como TPM (*Total Productive Maintenance*) atua na manutenção preventiva, preditiva ou corretiva referente à ajustes simples em avarias ou falhas ocultas possibilitando a redução de esperas e tempo de resposta à falhas (AL-AOMAR, 2012).

### 3.3 INTEROPERABILIDADE

O conceito inicial da interoperabilidade tem o fundamento advindo da área de tecnologia da informação, e para EIF (2017) sua definição é a capacidade de informação e comunicação de sistemas suportarem a troca de dados e permitirem o compartilhamento de informação e conhecimento com os processos de negócio da organização.

Ravazi e Aliee (2009) entendem que atualmente a interoperabilidade tem aumentado seu escopo para abranger domínios relacionados ao conhecimento, dimensões e camadas organizacionais de empresas individuais e redes colaborativas. EIF (2017) complementa que a interoperabilidade é um fator essencial para uma transformação digital, pois é o que permite às entidades administrativas trocarem eletronicamente, entre si e com cidadãos e as empresas, informações pertinentes, de forma clara para todas as partes.

Para essa conquista, vale desmistificar as diferenças entre a interoperabilidade e a compatibilidade. Kasunic e Anderson (2004) destacam que a interoperabilidade vai além da compatibilidade, pois a compatibilidade está pautada na não interferência de sistemas e unidades um do outro, entretanto a interoperabilidade traz a capacidade de trocar serviços e informações de forma mais robusta. Neste sentido, sistemas interoperáveis são necessariamente compatíveis, mas o inverso nem sempre é verdadeiro.

Avançando em conceitos universais e técnicos, a ISO 11354 (2011) caracteriza a interoperabilidade como:

*“(...) a capacidade de uma empresa em interagir com outras entidades, não somente impactando na qualidade reconhecida e vantagem para ganhar competitividade no mercado de hoje, mas tornando-se uma função de sobrevivência. Com isso, a interoperabilidade volta-se mais para o objetivo estratégico de acrescentar uma vantagem competitiva tornando-se um fator crítico de sucesso para inserção da organização em sua rede de colaboração(...)”*

Chen e Daclin (2006) categorizam essas barreiras aliadas às perspectivas em seu *Framework for Enterprise Interoperability (FEI)*, conforme os vários níveis da empresa: dados, serviços, processos e negócios, como pode ser visto no Quadro 1.

Quadro 1 – Framework for Enterprise Interoperability (FEI) – Barreiras e perspectivas

	Conceitual	Tecnológico	Organizacional
Negócios	Modelos de negócios, visão empresarial, estratégias, objetivos, políticas	Infraestrutura, tecnologia	Método de trabalho, regras de negócios e estrutura organizacional
Processos	Modelos de processos	Ferramentas para suportar os modelos de processos	Responsabilidades, gerenciamento de processos e regras
Serviços	Modelos de serviços	Ferramentas para suportar os modelos de serviços	Responsabilidades, gerenciamento de serviços e regras
Dados	Modelos de dados, semântica e sintaxe	Armazenamento de dados e troca de equipamentos	Responsabilidades, gerenciamento de dados e regras

Fonte: Adaptado de Chen e Daclin (2006)

As barreiras da interoperabilidade organizacional estão divididas em:



- Conceitual: Diretamente associada às diferenças de sintaxe e semântica durante o compartilhamento de informações. Esta barreira será adotada de forma conceitual ao ponto de vista de cada atributo BIM e seu respectivo aspecto.

- Tecnológica: Refere-se à incompatibilidade durante o armazenamento, compartilhamento, processo e comunicação através do uso de tecnologias. Sua aplicação nesta dissertação será baseada nas ferramentas técnicas e tecnológicas para uso de BIM conforme cada aspecto;

- Organizacional: Baseia-se na definição de papéis e responsabilidades, diretrizes e políticas dentro de uma estrutura organizacional. Para este trabalho, esta barreira será associada a participação e o envolvimento da equipe e necessidades de informação diferentes durante o ciclo de vida de um edificação em BIM.

Os aspectos ou perspectivas de interoperabilidade organizacional propostos por Chen e Daclin (2006) são divididas em:

- Negócios: A necessidade de sincronizar métodos de trabalho, protocolos, legislação, cultura e outros, que possam ser distintos entre organizações para o processo de negócio acontecer. Para Muller et al. (2017), esta perspectiva é correlacionada diretamente a BIM porque uso de BIM é usualmente considerada uma estratégia da empresa, pois a alta direção necessita estar envolvida na adoção do processo, sendo importante destacar o viés do Gerenciamento nas organizações;

- Processos: Estabelece a sequência de atividades inerentes ao *core* da área e objetivo da empresa. A definição de procedimentos possibilita vários processos trabalharem juntos, para isso é necessário o mapeamento das tarefas ao longo do ciclo de vida e das informações necessárias oriundas de cada etapa para a execução, de modo a adotar uma concepção comum. Para BIM está relacionado aos requisitos necessários para alinhar os processos durante o ciclo de vida da edificação, ou seja, substituindo o 2D tradicional por sistemas BIM. Assim, as organizações alteram todo o processo da construção e não apenas a maneira de projetar – aborda Eastman et al. 2008).

- Serviços: Relaciona-se a execução das tarefas e funções independentes trabalharem juntas dentro do processo, não sendo apenas as que envolvam sistemas. A interoperabilidade de serviços deve facilitar a comunicação entre os agentes, bem como a conexão no armazenamento dos registros. Estes serviços serão abordados da maneira operacional quando relacionados à indústria da AEC, uma vez que a

mesma é classificada como prestadora de serviços. O que também é uma preocupação visto a necessidade em agregar, registrar e consumir informações de todos os serviços diferentes funcionarem juntos. Essa barreira também se estende aos fornecedores e clientes que ainda usam arquivos em 2D ou papel (Rezgui et al. 2013).

- Informação: Refere-se à harmonização de vários tipos de documentos em linguagens diferentes, pois é necessário reduzir essa fragmentação para tornar mais fácil a gestão do fluxo informacional gerados pelos processos (HOWARD, 1989). Sua aplicação será dada em decorrência da troca e compartilhamento de dados oriundos de normas, projetos, processos, serviços, políticas e sistemas, ou seja, diferentes softwares e plataformas para trabalharem juntos.

### 3.4 RELAÇÕES ENTRE OS TEMAS E SÍNTESE

O capítulo 3 é composto pelo referencial teórico dos temas abordados nesta dissertação, apresentando os conceitos e definições adotadas caracterizando o objetivo e justificativa da pesquisa. Nesta seção, em continuidade à análise bibliográfica, será exposto as relações e conexões entre os pilares dessa pesquisa.

#### 3.4.1 Interação BIM e Lean Construction

No estudo realizado por Dave et al. (2013) foram encontradas evidências empíricas acerca dos aspectos que apoiam fortemente essas interações, concluindo que o LC e BIM são sinérgicos durante todo o ciclo de vida da construção. E ainda, constam 3 princípios: (i) redução de desperdício obtendo a qualidade certa na primeira vez – através de um produto mais bem projetado com menor variabilidade; (ii) fluxo aprimorado e incerteza de produção reduzida; (iii) redução do tempo total da construção.

A amplitude e a profundidade dessas interações foram descobertas recentemente por Dave et al. (2013), assim os resultados podem variar em virtude das características dos projetos e as aplicações. A integração do LC à implantação de BIM reflete algumas vantagens potenciais durante todo o ciclo de vida, conforme destaca a Figura 11.

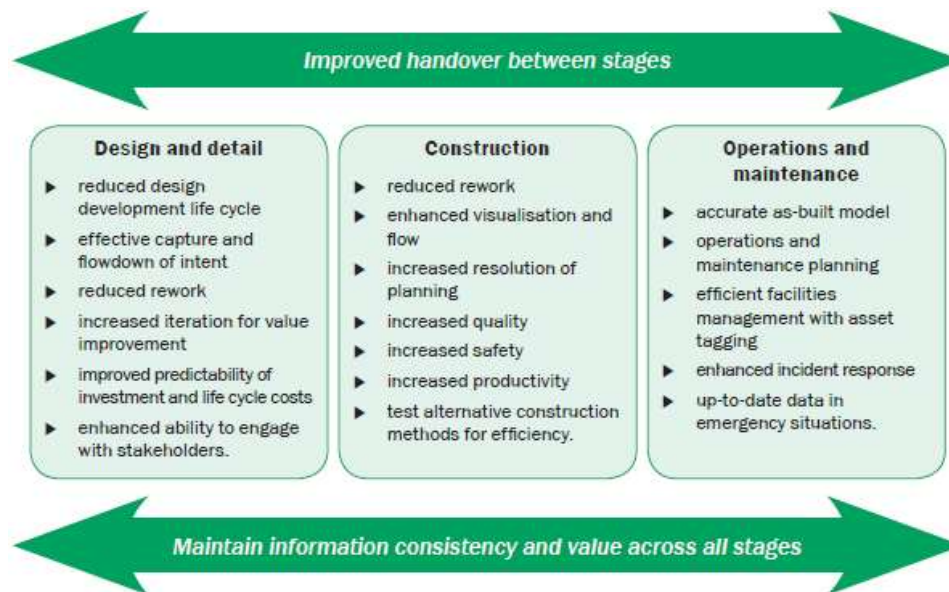


Figura 11 – Vantagens da interação LC ao BIM  
 Fonte: Dave et al. (2013)

Mollasalehi (2017) também identifica algumas interações relevantes acerca das funcionalidades BIM e propósitos do Lean na construção, os quais foram classificados em 4 clusters contemplados a seguir:

- **Visualização:** considerada como um dos maiores benefícios com os modelos tridimensionais em conjunto com as informações relacionadas, possibilitando um gerenciamento visual e permitindo flexibilidade a fim de reduzir a variabilidade e acompanhar o ciclo de vida da execução;
- **“Clash Detection”:** capaz de identificar e relatar as interferências e conflitos entre os sistemas e objetos garantindo informações mais consolidadas aos colaboradores para a tomada de decisões com foco na redução do retrabalho;
- **Colaboração e comunicação:** compartilhamento de informações entre a equipe propiciando uma comunicação mais efetiva com oportunidade de ajustes e mudanças nas atividades e/ou tarefas com foco em prevenir riscos, evitar problemas e melhorar performance do projeto e execução;
- **Planejamento 4D:** realizado através de sistemas integrados inteligentes BIM com a estratégia LC acerca do gerenciamento das informações da modelagem com parâmetros de tempo, duração e custo das atividades conforme seu estágio para fornecer um planejamento que permita o acompanhamento da situação atual.

É possível notar que ambas as abordagens se complementam em alguns

aspectos, partindo do pressuposto que estão vinculadas aos processos principais da cadeia da construção, além disso as duas ferramentas apostam na identificação visual que traz interação, comunicação e maior engajamento das partes interessadas.

Uma outra vertente que pode ser incorporada por esta integração é acerca do gerenciamento da informação na qualidade, pois segundo Laine et al. (2014) BIM não pode solucionar todos os problemas derivados dos processos de qualidade, porém fornece uma ferramenta de auxílio capaz.

A sinergia entre BIM e a construção enxuta altera a coordenação e o fluxo de trabalho da equipe, ou seja, a aplicação integrada dessas estratégias se torna indispensável aos processos de qualidade desenvolvidas na construção (BI e JIA, 2016)

Entretanto, para Gamil (2017), a integração entre BIM e Lean são os elementos fundamentais para superar as principais adversidades na construção civil, pois BIM é a ferramenta tecnológica e Lean é o processo e organização. O mesmo afirma que a mudança propiciada por esta tecnologia sozinha não é uma grande conquista, mas será através dela possível agregar valor ao produto com intuito de obter os benefícios que o ambiente precisa.

Diversos autores, assim como Sacks et al. (2010) apresentaram matrizes para análise da relação acerca das funcionalidades BIM e princípios do Lean exaltando a interação entre os processos, ferramentas e conceitos adotados de cada. Conforme o entendimento dos autores, os benefícios resultantes são a partir de mudanças nos processos de informação e materiais, ferramentas BIM e princípios de construção enxuta que devem estar enraizados na compreensão conceitual da teoria.

Considerando alguns dados consistentes acerca da aplicação prática de BIM e LC, e a investigação de alguns autores sobre suas semelhanças e interconexão entre as estratégias, o

Quadro 2 representa as funcionalidades identificadas dos campos de domínio BIM de Succar (2009) sob o ponto de vista do LC baseado nas interações da fundamentação teórica com ênfase na colaboração e comunicação.

Destaca-se que este direcionamento à colaboração e comunicação é o diferencial de BIM, pois conforme Zanni et al. (2014) o ambiente e envolvimento colaborativo mudam o modo tradicional de negócio levando aos vários níveis da empresa a necessidade de adaptação às melhorias tecnológicas.

Quadro 2 – Interação dos domínios BIM x princípios LC

		<b>BIM</b>		
		<b>Política</b>	<b>Processos</b>	<b>Tecnologia</b>
<b>LEAN</b>	<b>Especificação de valor</b>	Prezar pela comunicação com o cliente	Compreensão melhor da necessidade do cliente com processos estruturados	Visualização rápida dos modelos com interação e menor variabilidade
		Simplificação dos objetivos e metas	Reduzir mal entendidos na comunicação e estratégia	Planejamento com possibilidade de ajustes instantâneo
	<b>Fluxo de valor</b>	Padronização de processos	Visualização da forma com as opções disponíveis para garantir melhor solução ao cliente;	Colaboração dos envolvidos a todos os estágios do design
		Modelos mais detalhados para o suporte na tomada de decisão	Identificação de tarefas sem valor agregado	Automação na geração de documentos e dados
	<b>Fluxo</b>	Priorizar informações e dados mais precisos para direcionar equipes e equipamentos	Controle do fluxo de movimentação com equipes multidisciplinares	Compartilhamento das informações através de servidores e/ou network a todas as partes envolvidas
		Evitar conflitos de escalas, turnos e atividades	Reutilização de modelo e dados	Redução na perda de dados durante a transferência de arquivos
	<b>Pull</b>	Incorporar o planejamento diário com visão macro do time, tarefas e materiais no canteiro de obras	Automatização de processos acerca da captação de dados para otimizar materiais, ferramentas e equipamentos	Sistemas de comunicação entre a organização e fornecedores
		Integração de cronograma e orçamento aos modelos 3D	Foco na visualização das tarefas diárias com apoio no modelo 3D	Controle de dados e estoques em tempo real
	<b>Perfeição/ Melhoria Contínua</b>	Análise dos contratos	Avaliação periódica de fornecedores e contratantes	Análise dos modelos continuamente para melhorias e ajustes
		Desenvolvimento de guias e melhores práticas	Treinamentos de equipe para desenvolvimento de competências	Atualização de software e hardwares constante

---

Garantias e análise de riscos nos contratos e serviços	Aprimorar a gestão dos projetos	Controle das informações e indicadores aos envolvidos
--	---------------------------------	---

---

Fonte: Ferraz et al., 2019.

A partir da análise do

Quadro 2, fica evidente que algumas funcionalidades representadas pelos campos BIM se cruzam com os princípios do LC. Entretanto, sabe-se que cada abordagem possui suas próprias estratégias de implantação com foco em estágios diferentes do ciclo de vida da construção.

Ressalta-se que a estrutura organizacional e o nível de maturidade de uma empresa possui grande influência no desenvolvimento dos processos na prática de ambas ferramentas. Sendo assim, existe uma grande importância em identificar as barreiras e a demanda atual da companhia, possibilitando construir uma estrutura de interoperabilidade corporativa que consiga integrar os processos, dados e serviços do LC e BIM.

Afinal Grilo e Jardim-Gonçalves (2010) ressaltam que apesar da interoperabilidade ser abstrata no que diz respeito a valor, sua real importância é na contribuição para a competitividade da empresa.

### **3.4.2 Interação BIM e Interoperabilidade**

Apesar das dimensões de interoperabilidade se classificarem em Negócios, Processos, Serviços, Dados, Semântico e Tecnológico, quando em interface com BIM a literatura aborda em maior destaque a perspectiva Tecnológica, ou seja, relacionado ao desenvolvimento de software, hardware e sistemas. Em segundo, há destaque para processos, que estão relacionados à aquisição, projeto, construção, fabricação, uso, gerenciamento e manutenção. Por fim, o campo da política é também considerado, englobando tarefas voltadas para a realização de pesquisas, preparação de profissionais e minimização de conflitos (MULLER et al., 2017)

Para Alreshidi et al., (2018) trabalhar com diferentes disciplinas também significa utilizar diferentes tipos de software, formatos de arquivo e extensões. Assim, com o intuito de garantir essa interoperabilidade, Building Smart desenvolveu Industry Foundation Classes (IFC) especificado inicialmente em 1996 pela *International*

*Association for Interoperability (IAI)* e desenvolvido pela *Building SMART International* segundo Sacks, et al. (2016).

O IFC é um padrão neutro, e seu principal objetivo é padronizar as classes de sistemas orientados a objetos em um formato aberto, de modo que vários aplicativos possam usá-lo para compartilhar dados (Building SMART, 2014). Além destes, os formatos mais adotados para o compartilhamento e troca de dados, em sua maioria na indústria de AEC, são o DXF, DWG, XML, SAT, STP, 3Ds e CIS. Desse modo a realização de análises, transferência de dados exige um esforço pois nenhum software até o momento consegue suportar e executar todas as tarefas.

Outro fator relevante é que além do formato, um sistema paramétrico deve usar modelagem 3D, uma vez que 2D não é suficiente para representar um modelo complexo. Tais sistemas devem ser baseados em objetos e em recursos. Esses objetos podem ser restringidos uns aos outros, se necessário. Essas ineficiências na interoperabilidade podem levar a retrabalho, informações incompatíveis, incerteza e insegurança sobre a confiabilidade dos dados

Além desse problema, Arayici et al. (2018) abordam possibilidades no desenvolvimento de especificações para design baseado no desempenho da construção, na qual é possível conduzir avaliações de desempenho energético de um edifício e o conforto interno através da interoperabilidade dos programas utilizados para a melhoria do processo relatam Utkucu e Sözer (2016).

A interoperabilidade se mostra uma barreira decorrente da tecnologia da informação e comunicação, mas fica evidente que a interoperabilidade atua em áreas correlatas a essa, ou seja, de forma organizacional. Ayinla e Adamu (2018) identificaram seis temas inerentes à adoção de BIM que incluem custo, cultura, experiência, tecnologia e integração, demanda do cliente e questões legais. Estas perspectivas indicam que a interoperabilidade possui uma visão mais ampla conforme proposta pelo FEI (Chen e Daclin, 2006).

Neste sentido, Jamil e Fathi (2020) investigaram as implicações do aumento da interoperabilidade da informação não somente sob o aspecto tecnológico, mas avaliando questões contratuais baseadas em BIM, como (1) compatibilidade de tecnologia, (2) procedimentos de auditoria, (3) responsabilidades, protocolos e processos de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e (4) procedimentos de transferência.

Assim como eles, a literatura revela além das barreiras e desafios tecnológicos relacionados a interoperabilidade, que a maioria das falhas acerca da implementação de BIM pode muitas vezes ser rastreada por barreiras relacionadas aos negócios, ou seja, questões de compatibilidade no nível organizacional e o conceito de interoperabilidade no nível técnico.

Isso demonstra que os desafios de interoperabilidade não são oriundos da implementação de BIM, na realidade, os problemas estão presentes durante todo o ciclo de vida da edificação no compartilhamento de informações. E ao implementar a utilização de sistemas BIM, essas barreiras ficam evidenciadas pois expõem a necessidade de explorar inúmeros processos e cada qual com seus respectivos dados e formatos.

### **3.4.3 Interação BIM, Lean Construction e Interoperabilidade**

Neste subitem a sinergia entre estes três temas será tratada como uma síntese do referencial teórico abordado até o momento e conforme a problematização deste trabalho de pesquisa, uma vez que a literatura carece de publicações sobre esta temática.

BIM – já caracterizado – traz o conceito e os elementos da prática acerca da evolução da tecnologia da informação na indústria AEC possibilitando unir a realidade e a realidade virtual desde a concepção de um projeto até sua demolição de uma forma muito bem estruturada ao convergir todos os dados digitalmente.

Já o *Lean Construction* se apoia na essência de um modelo de gestão com foco no cliente, identificando e solucionando os problemas de produção para agregar valor na entrega final. Além disso, se aprofunda na estruturação dos processos, planejamento, padronização e alinhamento organizacional através de suas ferramentas.

A interoperabilidade organizacional no entanto, aborda e enfatiza a compatibilidade entre os dados para resultar nas informações que se espera. De modo que seja possível manter o fluxo dos processos e comunicação durante o ciclo de vida do projeto através da sintaxe e semântica claras e definidas a todos os envolvidos de acordo com os papéis e responsabilidades dentro da estrutura organizacional.

Ainda, a interação BIM e interoperabilidade também se refere as ações estratégicas de uma empresa, ou seja, aos negócios, pois todos os stakeholders



precisam estar alinhados para comunicar, entender e compartilhar informações entre os envolvidos em diferentes níveis organizacionais segundo Muller et al. (2015). Os mesmos autores também apontam que a comunicação entre fornecedores, ou seja, diferentes empresas para compartilhar informações detalhadas sobre os produtos e resultados caracteriza uma das integrações necessárias aos serviços que a interoperabilidade pode atuar.

Em virtude destas constatações, observa-se que a implementação de sistemas BIM de forma isolada talvez não tenha o sucesso desejado, pois a inclusão do Lean Construction (ou outra filosofia de gestão) representa a base e a consolidação dos processos – considerando que em sua maioria a indústria AEC apresenta falhas neste aspecto – e a interoperabilidade tem a capacidade de facilitar esta conexão.

Esta relação pode ser qualificada como de mutualismo, ou seja, cada temática possui um foco definido e sua respectiva linha de atuação com elementos complementares e suplementares entre si. Ao passo que quando em sincronia podem potencializar as vantagens da aplicação e utilização de sistemas BIM ultrapassando as barreiras de maneira sutil.

### 3.5 MÉTODOS E FERRAMENTAS

Foram adotados neste trabalho os métodos multicritério de apoio à decisão (MMAD) de forma híbrida com o intuito de auxiliar no processo diagnóstico e também no processo decisional (AHP-PROMETHEE) quanto a identificação de fragilidades em atributos desejáveis na implementação BIM, identificar o nível de maturidade e propor um plano de ação à luz de diretrizes Lean Construction.

Para subsidiar estes métodos, contou-se com a inspiração do método qualitativo QFD e da ferramenta Card Sorting visando a seleção, classificação e aplicação relacional dos atributos BIM às camadas de interoperabilidade organizacional por especialistas para construir a interface de avaliação diagnóstica e decisional com o cliente final.

Para Xu e Yang (2001) um modelo de apoio à decisão multicritério consiste na seleção e priorização de escolhas sob a presença da multiplicidade de critérios em cenários usualmente conflituosos. Em sua maioria, o processo de decisão envolve eventos desconhecidos que podem influenciar os resultados e os possíveis cursos de ação, de tal maneira que as abordagens multicritérios podem auxiliar os decisores

proporcionando modelos estáveis, segundo Vilas Boas (2006).

Importante ressaltar que o processo de decisão em um ambiente complexo normalmente implica em dados imprecisos e/ou incompletos, múltiplos critérios de escolha e vários tomadores de decisão (GOMES e MOREIRA, 1998). Por isso, Hwang e Yoon (1981) alegam que os problemas talvez não tenham apenas uma única e conclusiva solução, e conseqüentemente a solução dependerá da natureza do problema.

Baseado nesses aspectos e mesmo em diferentes contextos é possível a aplicação dos métodos multicritério em uma diversidade de problemas, estes possuem algumas similaridades entre si para identificá-los, dentre elas:

- Usualmente possuem critérios ou atributos de maneira hierárquica, desencadeando em algumas vezes vários níveis que possam apresentar subcritérios;
- Possuem como alternativas a seleção de um plano de ação ou produto;
- Geralmente os critérios apresentam conflitos entre si;
- Os atributos podem apresentar características qualitativas, ou seja, sem uma unidade de medida numérica e tangível podendo ser descritos subjetivamente; quantitativas, ou seja, avaliado em uma unidade numérica e tangível;
- Dificuldades no julgamento devido à incerteza de aspectos subjetivos ou falta de clareza nas informações;

A seleção dos métodos AHP e PROMETHEE II foi realizada via ferramenta inovadora para seleção de métodos de decisão (<http://mcda.it/>) conforme Wątróbski et al. (2018) em decorrência dos cenários propostos neste trabalho (diagnóstico e decisional) e baseado nos critérios requisitados em um método MMAD.

No cenário diagnóstico, simulou-se contendo pesos relativos (podendo ser o foco atual da organização ou o desejado), em uma escala relativa de importância, sem incertezas ou preferências culminando em alguns métodos como AHP, MACBETH, DEMATEL, ANP e REMBRANDT. Destacando AHP pela utilização em trabalhos correlatos em maturidade e BIM apresentados no tópico 3.5.3.

No cenário decisional, houve a necessidade de pesos quantitativos em uma escala quantitativa (trazida do AHP) dada as incertezas de preferência nos dados (conforme impacto das ações) para ranking e seleção resultaram unicamente no método PROMETHEE II.

Dessa maneira, serão abordados de forma sucinta os conceitos fundamentais relacionados a modelagem e avaliação qualitativa o método QFD e ferramenta Card Sorting e os métodos de apoio à decisão AHP e PROMETHEE.

### **3.5.1 Quality Function Deployment**

O método *Quality Function Deployment* (QFD) foi adotado como inspiração nesta pesquisa devido à sua aplicação abrangente e relacional que possibilita a avaliação entre elementos buscando alcançar a satisfação do cliente, pois a metodologia organiza os critérios baseado em pesos, critérios e dimensões através da correlação entre as características do elemento, sempre dois a dois, com o intuito de identificar como elas se relacionam para compreender seu desempenho mútuo, favorável ou desfavorável.

É uma técnica de planejamento multifuncional - oriunda dos modernos conceitos da gerência da qualidade – bem estruturada utilizada para ouvir a opinião dos clientes durante os estágios de planejamento, desenvolvimento, engenharia e fabricação de qualquer produto (BHATTACHARYA et al., 2010).

Seus princípios básicos contemplam: a descrição do objetivo que pretende alcançar ou dos problemas que pretende resolver; a definição das características, requisitos e atributos do elemento que se pretende avaliar; e por fim os índices de importância denominados pesos: (1) representa relação muito fraca; (3) relação fraca; (6) relação forte; (9) relação muito forte; com o intuito de entender os elementos de conflito e o grau de relevância de cada um em face ao todo.

Nesta pesquisa, o método foi inspirado nos elementos requisitos técnicos, requisitos do cliente e relação interna. Este posicionamento foi adotado para utilizar os resultados apenas como uma diretriz geral para escolher itens prioritários, se integrando ao AHP para tornar a técnica QFD mais aceitável para os tomadores de decisão, sugestões essas propostas por Bhattacharya et al. (2010).

### **3.5.2 Card Sorting**

*Card sorting* é uma ferramenta desenvolvida inicialmente por terapeutas ocupacionais nos Estados Unidos segundo Baum e Edwards (2001) e mede o nível de participação por cada pessoa, tornando a atividade significativa – diferente de outras ferramentas – devido estar próximo das necessidades e anseios dos usuários.

Esta atividade foi incorporada na indústria pois permite que os participantes compreendam como e por que os clientes segregam problemas ou relacionamentos revelando um padrão mental. O método apresenta necessidade de poucos recursos, como baixo esforço, baixa duração de tempo, baixo custo e poucos participantes (GKATZIDOU, 2021).

A ferramenta apresenta usualmente duas categorias: “*Open Card Sorting*” onde os participantes são livres para atribuir nomes aos grupos e criar cartões, revelando padrões de como os participantes classificam podendo gerar ideias e informações; e “*Closed Card Sorting*” na qual os participantes já possuem os grupos, categorias e cartões com nomes pré-estabelecidos (GKATZIDOU, 2021).

Nesta dissertação, a ferramenta foi exercitada on-line através do website MURAL utilizando-se da categoria Closed Card Sorting, uma vez que os cards (atributos) e categorias (quadrantes da interoperabilidade) já eram pré-determinados para selecionar, classificar e atribuir pesos concomitantemente.

### **3.5.3 Analytic Hierarchy Process (AHP)**

O método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) – desenvolvido por Thomas Saaty – permite mensurar fatores intangíveis em uma estrutura hierárquica através de comparações entre pares (*pairwise*). Seu objetivo é auxiliar os tomadores de decisão ao fornecer seu julgamento frente a múltiplas variáveis na ótica subjetiva, pois Saaty (1994) afirma que uma organização precisa de um modelo coerente para determinar qual objetivo supera o outro.

Segundo Sinuany-Stern et al. (2000), este método foi desenvolvido para possibilitar a avaliação subjetiva de um conjunto de alternativas baseada em múltiplos critérios, estruturada hierarquicamente, sendo no nível mais alto o objetivo/meta a ser alcançada, em nível intermediário os critérios e nos níveis mais baixos as alternativas, todos avaliados à luz de cada critério – conforme visto na Figura 12.

São necessárias quatro etapas para avaliar os problemas conforme a metodologia AHP: modelagem, avaliação, priorização e síntese. A etapa da modelagem consiste na estruturação hierárquica de decisão a partir do conjunto de critérios pré-estabelecidos; a avaliação representa a definição da escalabilidade dos critérios baseado nos objetivos e perspectivas; a fase de priorização é a construção da relação entre critérios através da comparação par a par; e síntese incide na consolidação das

prioridades e pesos resultantes da comparação para o cálculo da prioridade global (SAATY, 1980).

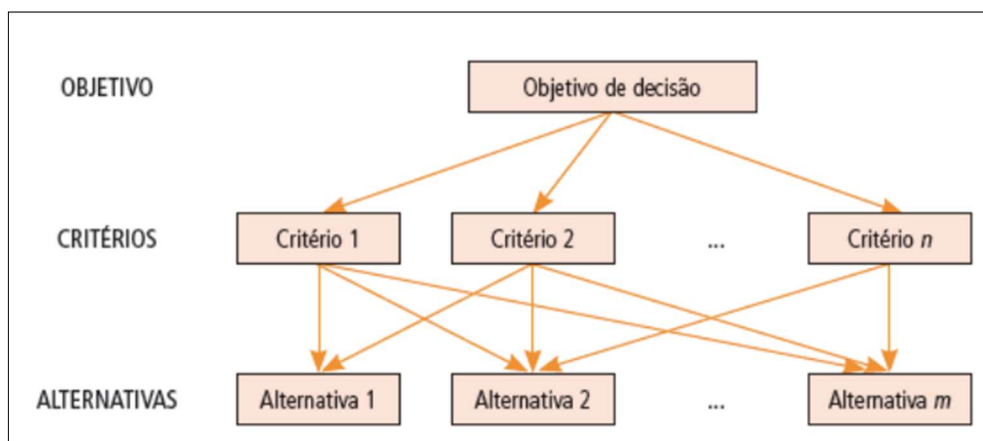


Figura 12 – Estrutura do AHP  
 Fonte: Adaptado de Saaty, (2008).

O método AHP é baseado na escala fixa que leva o nome de seu autor: Escala Saaty, esta tem o objetivo de validar quantas vezes um atributo é mais importante que o outro (ou mais relevante). O Quadro 3 ilustra a escala utilizada para comparações dentro do método AHP.

Quadro 3 – Escala adotada no AHP

Valor	Definição	Explicação
1	Igual importância	Os dois critérios contribuem de forma idêntica para o objetivo
3	Pouco mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é um pouco mais importante que o outro
5	Muito mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é claramente mais importante que o outro
7	Bastante mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é predominantemente mais importante que o outro
9	Extremamente mais importante	A análise e a experiência mostram que um critério é absolutamente mais importante que o outro
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Utilizado quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

Importante salientar que este método fundamenta-se em modelos matemáticos

para racionalização do subjetivismo. Dessa forma durante as etapas citadas são construídas matrizes comparativas, desenvolvido a normalização e cálculo de pesos do auto vetor, bem como validado através da estimativa de consistência do modelo para que os valores resultantes da matriz possam refletir informações consistentes e lógicas.

Considerando o contexto avaliativo cercado por critérios subjetivos, houve-se a necessidade de mensurar fatores intangíveis conduzindo ao método AHP. Este, por sua vez, através de escalas de ponderação relativa entre os atributos e comparação em pares auxilia na estruturação de um modelo hierárquico revelando o AHP adequado ao processo diagnóstico do modelo de maturidade.

Como trabalhos relacionados, Cestari et al. (2018) apresenta um método de diagnóstico de IO da Administração Pública utilizando AHP como estrutura de tomada de decisão para calcular os níveis de capacidade; corroborando a eficiência do método em avaliações de maturidade devido sua característica de escolha das melhores alternativas.

E como aplicação prática em BIM, ressalta-se o trabalho de Muller et al. (2015), no qual estruturam os atributos de AEC em níveis de valor da interoperabilidade (comunicação, coordenação e cooperação) através do método AHP para avaliar a interoperabilidade no domínio AEC e determinar o nível percebido de interoperabilidade entre softwares.

Por isso optou-se por realizar a identificação e mensurar as fragilidades nas organizações através do AHP por acreditar que este representa o método mais adequado para reconhecer o nível de desempenho e importância para cada fator. Associado a isso, também verificar a influência que cada atributo (critério), aspectos e barreiras (subcritérios) exercem sobre o objetivo geral (MIBIM).

#### **3.5.4 Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE II)**

PROMETHEE é um método multicritério de tomada de decisão desenvolvido por Brans (1982). Em 1994, o método foi estendido para abranger seis formatos de classificação: PROMETHEE I (classificação parcial), PROMETHEE II (classificação completa), PROMETHEE III (classificação com base em intervalos), PROMETHEE IV (caso contínuo), PROMETHEE V (fluxos líquidos e programação linear inteira), e

PROMETHEE VI (representação do cérebro humano).

O PROMETHEE II é um processo de tomada de decisão e integra o grupo de métodos de sobre classificação com multicritérios de avaliação desenvolvido por Brans *et al.* (1986). O método pode ser usado para fazer previsões e análises de propostas, tendo como vantagens o auxílio na tomada de decisão quando possuem elementos difíceis de mensurar, comparar ou quando há pouco conhecimento técnico envolvido para a avaliação.

Destaca-se sua aplicação no auxílio de uma gama de decisões, como em processos de: (i) escolha, quando possui vários critérios para avaliar dentre uma seleção de alternativa; (ii) priorização, determinando o mérito relativo dos membros; (iii) alocação de recursos feita em um determinado conjunto de alternativas; (iv) ranking de preferências entre um conjunto de alternativas; (v) resolução de conflitos envolvendo a resolução de problemas específicos com objetivos, aparentemente, incompatíveis.

Segundo Baran (2015) o método se baseia em relações de subordinação considerando como principais elementos os pesos dos critérios, índices de preferência e funções de preferência. Existem seis funções pré-definidas de preferência no PROMETHEE: *Usual*, *U-Shape*, *V-Shape*, *Level*, *V-Shape with Indifference* e *Gaussian*. Para cada função o limiar de preferência é caracterizado considerando as diferenças e indiferenças das alternativas, conforme demonstrado na Figura 13.

Como trabalhos correlacionados, Sá e Palha (2018) utilizam o método PROMETHEE II para priorizar atividades que acontecem concomitantemente no projeto executivo diante do processo de implantação da tecnologia BIM, a fim de fornecer um subsídio para os decisores definirem a ordem com que os projetos serão negociados e contratados nas licitações em órgãos públicos.

Baseado no conjunto de dados obtidos na avaliação diagnóstica no AHP, este trabalho foi adotada a abordagem híbrida. Na qual os dados são utilizados para identificar o nível atual e eventual lacunas que o método PROMETHEE II pode auxiliar como modelo decisional para definição do nível de maturidade e sistematização de um *ranking* de preferência de alternativas sob a ótica de processos e pilares do LC.

Tipo de Função	Descrição	Representação Gráfica	Parâmetros
Tipo 01 ( <i>Usual Criterion</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$		-
Tipo 02 ( <i>U-Shape Criterion</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ 1, & d > q \end{cases}$		q
Tipo 03 ( <i>V-Shape Criterion</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & 0 \leq d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$		p
Tipo 04 ( <i>Level Criterion</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{d-p}{p-q}, & q \leq d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$		q e p
Tipo 05 ( <i>V-Shape with Indifference</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q}, & q \leq d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$		q e p
Tipo 06 ( <i>Gaussian Criterion</i> )	$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}}, & d > 0 \end{cases}$		s

Figura 13 - Funções de preferência do Promethee  
 Fonte: Ramos, 2017.



## 4. DESENVOLVIMENTO

Neste capítulo serão apresentados o desenvolvimento das etapas contidas na estrutura metodológica proposta neste trabalho, Figura 3, conforme os *inputs*, ferramentas adotadas e referências utilizadas durante este trabalho, resultando no procedimento para aplicação nas organizações.

### 4.1 EXPLORAÇÃO

Webster e Watson (2002) definem a revisão sistemática da literatura (RSL) eficaz como aquela que desenvolve uma base sólida para o avanço do conhecimento, propiciando o desenvolvimento da teoria, limitando áreas onde existe uma variedade de pesquisas e desvendando áreas onde a pesquisa se faz necessária.

A necessidade do refinamento de uma revisão sistemática de literatura foi percebida após buscas acerca da maturidade em BIM retornar uma grande variedade no conteúdo. Em virtude desta análises preliminar, utilizou-se como palavras-chaves e critérios de busca: *Building Information Modeling*, *BIM*, *Maturity* e *Readiness* adotando strings como: (("BIM" OR "*Building Information Modeling*") AND ("*Maturity*" OR "*Readiness*")).

A definição da base de dados para a pesquisa é resultado das buscas das palavras-chave, utilizando as bases que possuem mais artigos relacionados ao tema da pesquisa. Além disso considerou-se as bases de relevância na difusão de artigos científicos relacionados ao tema por representarem e prestigiarem regiões diferentes. Sendo selecionadas: *American Society of Civil Engineers (ASCE)*, *Science Direct*, *Scopus* e *Web of Science*.

Em decorrência da vasta literatura encontrada, para garantir a assertividade usaram-se como critérios os tipos de documento artigos de revisão, artigos de dados e artigos de pesquisa. Definiu-se também o idioma inglês para maior abrangência e uma limitação em relação ao período temporal para manter os conceitos e necessidades atualizadas.

As buscas resultaram em 436 artigos inicialmente, sendo possível constatar a aderência das palavras-chave utilizadas na pesquisa. A partir destes foram aplicadas as demais etapas de filtragem como remoção de artigos duplicados para formação do banco de artigos e autores, como análise dos títulos e resumos, e eliminação dos títulos e resumos não alinhados.

Em busca de um reconhecimento científico sólido e corroborado, delimitou-se, assim, a quantidade mínima de citações em 5 – representando 95,9% das citações – e construído banco de autores resultando em um repositório com 23 artigos para a exploração do conteúdo. Dentre os 23 artigos, encontrou-se 22 modelos de maturidade ou preparação para BIM. O fluxo minucioso das etapas pode ser como visualizado na Figura 14.



Figura 14 – Etapas do Proknow-C  
Fonte: A autora, 2021.

## 4.2 ANÁLISE

Segundo Pöppelbuß et al. (2011), apesar da popularidade dos MM, comparativamente, poucos estudos aspiram mitigar as críticas e discutir o que torna os MM úteis. Torna-se necessário uma estrutura de verificação através dos princípios de design (DPs) para avaliar o domínio de aplicação e propósito do uso dos modelos para conduzir a uma modificação no nível de maturidade organizacional.

Sendo assim, a partir do portfólio bibliográfico resultante da etapa I, nesta etapa buscou-se identificar no Quadro 4 o extrato completo com os 22 MM e as suas principais características conforme os seguintes elementos: nome do MM quando

houvesse, instituição/ fonte, níveis de maturidade e os domínios. Vale ressaltar que cada autor adota uma nomenclatura, podendo ser atributos, fatores, critérios, áreas, capítulos ou competências.

Para ilustrar também a etapa II foi desenvolvido o Quadro 5 apresentando a Classificação dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design.

Quadro 4 - Análise prévia dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design

<b>Modelo</b>	<b>Nome do Artigo</b>	<b>Nome do Modelo de Maturidade</b>	<b>Instituição/ Fonte</b>	<b>Níveis de Maturidade</b>	<b>Domínios</b>
<b>MM1</b>	A Maturity Assessment Framework for Applying BIM in Consultant Companies	TAL - The Accepted Level	K. N. Toosi University of Technology, Iran	Concordância / Discordância	Dois domínios: critérios técnicos e econômicos
<b>MM2</b>	Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry	Penn State BIM assessment	Pennsylvania State University	Nível 0 - Inexistente / Nível 1 - Inicializado / Nível 2 - Gerenciado / Nível 3 - Definido / Nível 4 - Gerenciado quantitativamente / Nível 5 - Otimizando	Três áreas: Estratégia Organizacional, Execução Organizacional e Aquisição de Projetos
<b>MM3</b>	A reference model for BIM capability assessments	BIM- CAREM (Capability Assessment Referece Model)	Middle East Technical University, Turkey	Nível 0 - BIM Incompleto / Nível 1 - BIM Executado / Nível 2 - BIM Integrado / Nível 3 - BIM Otimizado	Seis atributos: Desempenho BIM, Habilidades BIM, Colaboração BIM, Interoperabilidade, Implantação BIM em toda a empresa e Contínuo Melhoria BIM
<b>MM4</b>	Bayesian Second-Order Factor Model for maturity Assessment of CIM Technologies and Practices at Highway Agencies	CIM maturidade	University of Texas at Austin, USA	-	Três fatores: Políticas de Contrato e Governança, Integração de Tecnologia com Processos de Trabalho, Organizacional e Recursos Humanos
<b>MM5</b>	Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms	-	National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan	Nível 1 / Nível 2 / Nível 3 / Nível 4	Dez atributos: uso de tecnologia BIM, ambiente externo, funcionários, fatores internos, liderança, desempenho empresarial, ambiente operacional, cultura organizacional, ambiente técnico, interface de trabalho
<b>MM6</b>	Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry	-	University of Twente, Netherlands	Nível 0 - Ausente / Nível 1 - Inicial / Nível 2 - Gerenciado / Nível 3 - Definido / Nível 4 - Gerenciado quantitativamente / Nível 5 - Otimizado	Seis critérios: Estratégia, Estrutura organizacional, pessoas e cultura, processos e procedimentos, infraestrutura de TI e dados (estrutura)
<b>MM7</b>	Development of a benchmarking model for BIM implementation in developing countries	BIM Benchmarking model	Faculty of Construction and Environment, Hong Kong	Muito ruim / Ruim / Médio / Bom / Muito bom / Excelente	Três áreas: processo BIM, produto BIM e medidas de boas práticas
<b>MM8</b>	Development of a Multifunctional BIM Maturity Model	Multifunctional BIM Maturity Model	University of Hong Kong, supported by HKU Small Project Funding	Stage 0/ Stage 1/ Stage 2/ Stage 3	Três domínios: Tecnologia, Processo e Protocolo

Quadro 4 - Análise prévia dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design (continuação)

Modelo	Nome do Artigo	Nome do Modelo de Maturidade	Instituição/ Fonte	Níveis de Maturidade	Domínios
MM9	Framework for Evaluating the BIM Competencies of Facility Owners/ Overview of BIM Maturity Measurement Tools	Building Owner BIM Competency (BIMCAT)	Virtual Design and Construction Engineer, University of Florida Research Foundation	Nível 0 - Inexistente / Nível 1 - Inicializado / Nível 2 - Gerenciado / Nível 3 - Definido / Nível 4 - Gerenciado quantitativamente / Nível 5 - Otimizando	Três áreas: Operacional, Estratégica e Administrativa
MM10	Measuring BIM performance: Five metrics/ Overview of BIM Maturity Measurement Tools	Interactive Capability Maturity Model (I-CMM)	National Institute for Building Sciences (NIBS)	Nível 1 - Dados básicos básicos / Nível 2 - Dados expandidos / Nível 3 - Conjunto de dados aprimorado / Nível 4 - Dados mais algumas informações / Nível 5 - Dados mais informações expandidas / Nível 6 - Dados w. Informações Autoritativas Limitadas / Nível 7 - Dados w. Principalmente informações autoritativas / Nível 8 - Informações totalmente autoritativas / Nível 9 - Gestão do conhecimento limitado / Nível 10 - Gestão do conhecimento total	Onze áreas de interesse: Riqueza de dados, Visões do ciclo de vida, Gestão da mudança, Funções das disciplinas, Processo de negócios, Resposta oportuna, Método de entrega, informações gráficas, capacidade espacial, precisão da informação e interoperabilidade Suporte IFC
MM11	Measuring BIM performance: Five metrics/ Overview of BIM Maturity Measurement Tools	IU BIM Proficiency Matrix	The Indiana University, USA	Trabalhando para BIM / Certified BIM / Silver / Gold / Ideal	8 categorias e 32 subdivisões
MM12	Measuring BIM performance: Five metrics	Integrated Building Information Modeling - iBIM	Bew, Underwood, Wix and Storer (2008)	Nível 0 / Nível 1 / Nível 2 / Nível 3	-
MM13	Measuring BIM performance: Five metrics/ Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Maturity Index (BIMMI)	University of Newcastle, Australia	Nível a - inicial / Nível b - definido / Nível c - gerenciado / Nível d - integrado / Nível e - otimizado	Dez áreas de competência: Software, Hardware, Dados e Redes, Recursos, Atividades e Fluxos de Trabalho, Produtos e Serviços, Liderança E Gestão, Benchmarks e Controles, Contratos e Acordos, Orientação e Supervisão
MM14	Measuring BIM performance: Five metrics/ Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Quick Scan	TNO Built Environment and Geosciences	Nível 0 / Nível 1 / Nível 2 / Nível 3 / Nível 4	Quatro capítulos: Organização e gerenciamento, mentalidade e cultura, estrutura e fluxo de informações e ferramentas e aplicativos
MM15	Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice	-	University of Washington, USA	-	Cinco temas: Entradas, Processo, Saídas, Gestão Organizacional e de Negócios, BIM no nível da indústria

Quadro 4 - Análise prévia dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design (continuação)

Modelo	Nome do Artigo	Nome do Modelo de Maturidade	Instituição/ Fonte	Níveis de Maturidade	Domínios
<b>MM16</b>	Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Assessment Profile	-	Nível 0 - Inexistente / Nível 1 - Inicial / Nível 2 - Gerenciado / Nível 3 - Definido / Nível 4 - Gerenciado quantitativamente / Nível 5 - Otimizando	Seis áreas: Estratégia, Usos, Processo, Informação, Infraestrutura e Pessoal
<b>MM17</b>	Overview of BIM Maturity Measurement Tools	VDC Scorecard	Stanford University, USA	Prática Convencional / Prática Típica / Prática Avançada / Melhores Práticas / Prática Inovadora	Quatro áreas: Planejamento, Adoção, Tecnologia e Desempenho.
<b>MM18</b>	Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Cloud Score (BIMCS)	Du, J., Liu, R., & Issa, R. R. (2014)	-	Seis divisões: Produtividade, Eficácia, Qualidade do Modelo, Exatidão, Utilidade e Economia
<b>MM19</b>	Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Characterization Framework	Stanford University, USA	-	Três áreas: Contexto, Implementação e Impacto
<b>MM20</b>	Overview of BIM Maturity Measurement Tools	BIM Maturity Matrix	ChangeAgents AEC, Australia	A - inicial / B - definido / C - gerenciado / D - integrado / E - otimizado	Três áreas: Processo, Políticas e Tecnologia
<b>MM21</b>	Structural equation model of building information modeling maturity	BIM Maturity (BIMM)	Chen et al.(2016)	-	Três dimensões: gestão da informação, gestão de processos e gestão de tecnologia
<b>MM22</b>	The importance of BIM capability assessment: An evaluation of post-selection performance of organizations on construction projects	BIM capability assessment	Mahamadu et al. (2019)	Níveis de capacidade: 1 - Nada influente / 2 - Ligeiramente influente / 3 - Bastante influente / 4 - Muito influente / 5 - Extremamente influente	Quatro categorias de critérios: Competência, Capacidade e Recursos, Cultura e Atitude, Custo

Fonte: A Autora, 2020

Quadro 5 - Classificação dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design

Modelos	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3
	Fornecimento de informações básicas	Definição da estrutura de maturidade e maturação	Definição da estrutura sob o domínio de aplicação	Documentação orientada para o grupo-alvo	Critérios verificáveis intersubjetivamente para cada nível de maturidade	Metodologia de avaliação orientada para o grupo-alvo	Medidas de melhoria para cada nível de maturidade	Medidas e cálculo para seleção de melhorias	Metodologia orientada para o grupo alvo (ciclo de vida)
<b>MM1</b>	Descritivo	2 níveis de maturidade; 2 critérios; 23 subcritérios	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de dimensões e atributos	Nenhum questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não aplicável	Não aplicável	O nível de aceitação é medido sem foco em uma fase específica do ciclo de vida
<b>MM2</b>	Descritivo	6 níveis de maturidade; 3 áreas	Termos e definições são parcialmente disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de níveis de maturidade e atributos	Questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto, construção e operação
<b>MM3</b>	Descritivo	4 níveis de maturidade; 6 atributos; 16 atributos	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de níveis de capacidade e atributos	Nenhum questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não disponível	Não aplicável	Os resultados foram positivos na fase de projeto
<b>MM4</b>	Descritivo	4 níveis de maturidade; 3 dimensões; 16 atributos	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de dimensões e atributos	Nenhum questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não disponível	Não aplicável	Foco exclusivamente nas práticas de operação e manutenção do setor rodoviário
<b>MM5</b>	Escopo: ferramenta de avaliação de maturidade BIM; descritivo	4 níveis de maturidade; 10 atributos; 40 itens de avaliação	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de atributos e itens de avaliação	Questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto e construção, e direcionada para a fase operacional
<b>MM6</b>	Descritivo e comparativo	níveis de maturidade; 6 critérios; 16 subcritérios	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de nível de maturidade, critérios e subcritérios	Nenhum questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não disponível	Não aplicável	Abordagem para as fases de projeto, construção e operação
<b>MM7</b>	Descritivo e comparativo	6 níveis de maturidade; 3 áreas; 17 subindicadores	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade, indicadores e subindicadores	Nenhum questionário de avaliação disponível; avaliação baseada em revisão de literatura e estudos de caso	Não disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM8</b>	Descritivo e comparativo	4 etapas; 3 domínios; 21 subdomínios	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de estágios de maturidade, domínios e subdomínios	Nenhum questionário de avaliação disponível; avaliação baseada em revisão de literatura	Disponível	Não aplicável	O nível de aceitação é medido sem foco em uma fase específica do ciclo de vida

Quadro 5 - Classificação dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design (continuação)

Modelos	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3
	Fornecimento de informações básicas	Definição da estrutura relacionada à maturidade e maturação	Definição da estrutura sob o domínio de aplicação	Documentação orientada para o grupo-alvo	Critérios verificáveis intersubjetivamente para cada nível de maturidade	Metodologia de avaliação orientada para o grupo-alvo	Medidas de melhoria para cada nível de maturidade	Medidas e cálculo para seleção de melhorias	Metodologia orientada para o grupo alvo (ciclo de vida)
<b>MM9</b>	Descritivo	6 níveis de maturidade; 3 áreas; 12 categorias	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de áreas	Nenhum questionário de avaliação disponível; avaliação baseada em revisão de literatura	Não disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Foco exclusivamente nas operações de pós-construção
<b>MM10</b>	Descritivo	10 níveis de maturidade; 11 áreas	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade e áreas	Nenhum questionário de avaliação disponível; descrição baseada no artigo do autor	Não aplicável	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto, construção e operação
<b>MM11</b>	Descritivo	5 níveis de maturidade; 8 categorias; 32 subdivisões	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade e categorias	Nenhum questionário de avaliação disponível; metodologia disponível em website	Não aplicável	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM12</b>	Descritivo	4 níveis de maturidade	Sem características neste artigo e fontes externas limitadas	Informada através de relatos	Sem características neste artigo e fontes externas limitadas	Nenhum questionário de avaliação disponível; descrição baseada no artigo do autor	Não aplicável	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem somente para a fase de projeto
<b>MM13</b>	Descritivo e prescritivo	3 áreas	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade e competências	Nenhum questionário de avaliação disponível	Parcialmente	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM14</b>	Prescritivo e comparativo	4 níveis de maturidade; 4 capítulos; 44 fatores	Sem características neste artigo	Informada através de relatos	Sem características neste artigo	Este modelo tornou-se um site de consultoria que oferece serviços de avaliação individual ou organizacional	Não aplicável	Não aplicável	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM15</b>	Descritivo	5 temas; 7 categorias; 8 subcategorias; 37 critérios	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de critérios	Não aplicável	Não aplicável	Não aplicável	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM16</b>	Descritivo	5 níveis de maturidade; 6 áreas; 20 subdivisões	Sem definições claras	Informada através de relatos	Sem características neste artigo e fontes externas limitadas	Nenhum questionário de avaliação disponível; descrição baseada no artigo do autor	Não disponível	Não aplicável	Abordagem para a fase de operação
<b>MM17</b>	Descritivo	5 níveis de maturidade; 4 áreas; 10 divisões	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade, áreas and subdivisões	Questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto, construção e operação



Quadro 5 - Classificação dos Modelos de Maturidade BIM sob a perspectiva de Princípios de Design (continuação)

Modelos	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	3.3
	Fornecimento de informações básicas	Definição da estrutura relacionada à maturidade e maturação	Definição da estrutura sob o domínio de aplicação	Documentação orientada para o grupo-alvo	Critérios verificáveis intersubjetivamente para cada nível de maturidade	Metodologia de avaliação orientada para o grupo-alvo	Medidas de melhoria para cada nível de maturidade	Medidas e cálculo para seleção de melhorias	Metodologia orientada para o grupo alvo (ciclo de vida)
<b>MM18</b>	Descritivo e comparativo	5 níveis de maturidade; 6 áreas; 19 categorias	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade e categorias	Nenhum questionário de avaliação disponível	Não disponível	Cálculo de decisão para a seleção de critérios	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM19</b>	Prescritivo	3 áreas	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de áreas	Questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não disponível	Cálculo de decisão apenas para diagnóstico do nível atual	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM20</b>	Descritivo e comparativo	5 níveis de maturidade; 3 áreas; 10 competências	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais do nível de maturidade e competências	Este modelo tornou-se um site de consultoria que oferece serviços de avaliação individual ou organizacional	Disponível	Não aplicável	Abordagem para as fases de projeto, construção e operação
<b>MM21</b>	Descritivo	3 áreas; 27 indicadores; 53 atributos	Termos e definições são parcialmente disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de áreas	Questionário de avaliação disponível online	Não disponível	Cálculo de decisão para a seleção de critérios	Abordagem para as fases de projeto e construção
<b>MM22</b>	Descritivo	5 níveis de capacidade; 4 categorias de critérios; 11 critérios; 28 sub-critérios	Termos e definições são disponíveis	Informada através de relatos	Descrições textuais de critérios	Questionário de avaliação disponível; experiências de avaliação são fornecidas	Não aplicável	Cálculo de decisão para a seleção de critérios	Não aplicável

Fonte: A Autora, 2020

Nesta análise aos artigos selecionados, foi possível observar que muitos desses já realizavam comparações entre alguns MM difundidos com o intuito de avaliar alguns quesitos específicos. Entretanto, somente foram avaliados os MM referentes ao BIM, pois muitos destes eram relacionados a outros segmentos como *IT* e *supply chain*. Além disso, nenhum dos artigos mencionaram ou avaliaram os MM/RM seguindo as premissas dos princípios de design.

A avaliação e classificação dos os MM/RM foram baseadas de acordo com a estrutura dos DPs constantes no Quadro 5, se atenuando ao escopo do MM (descritivo, prescritivo ou comparativo), a estrutura do modelo, proposta da metodologia, existência de medidas orientativas ao desenvolvimento dos níveis de maturidade na organização.

Constatou-se em relação ao escopo dos MM – o item 1.1 (Fornecimento de informações básicas) está associado diretamente ao item 3.1 (Medidas de melhoria para cada nível de maturidade), no qual apresentaram 90% dos MM com características descritivas, ou seja, conseguem mensurar e diagnosticar o nível de maturidade ou preparação da organização. E apenas 14% refletiram um caminho prescritivo, o que significa orientações direcionadas ou planejamento destinado à melhorias para o aumento do nível de maturidade.

Em relação aos níveis de maturidade, destaca-se que alguns modelos fazem alusão a capacidade e competências BIM detalhados no Quadro 4 e sintetizados no Quadro 5 no item 1.2 Definição da estrutura relacionada à maturidade, podendo ser considerado como um desdobramento da maturidade baseado em um consenso genérico entre 4 a 6 níveis, salvo exceções, e média preponderante de 4 níveis, sustentando a abordagem diagnóstica desenvolvida no tópico 4.4.2 Design do Modelo de Maturidade deste trabalho.

Seguindo a metodologia de avaliação, quando em análise aos domínios percebe-se que os atributos possuem uma variabilidade entre eles, porém com uma abordagem direcionada a processos e informações. Os termos e definições, em sua maioria, apresentam descrições textuais e fundamentadas acerca dos níveis, categorias e atributos. A média de atributos encontrados em cada MM é aproximadamente 20, sendo no total 433. Destes, muitos possuíam classificações em até 2º nível, ou seja, subcritérios. O extrato completo dos atributos encontra-se no Apêndice A.

A orientação e metodologia aplicada ao desenvolvimento dos modelos de maturidade em sua maioria não possuíam questionários de avaliação explícitos nos artigos, mas em algumas vezes eram citados e referenciados para acesso ao leitor para download ou até mesmo contratação como consultora. De forma geral, as avaliações diagnósticas eram resultantes de relatos, experiências e/ou baseados na literatura.

Apenas 13 MM apresentaram metodologia específica para identificar o nível de maturidade que a organização estaria inserida, ou seja, um cálculo ou decisão da avaliação que muitas vezes não ficou claro o suficiente para adotar como procedimento. Destes 13, somente 3 estão associados diretamente a seleção de atributos.

Ainda acerca da metodologia adotada nos 22 MM analisados, cabe ressaltar que nenhum apresentou indícios da utilização de MMAD como ferramenta de auxílio para construção do MM ou ainda aplicação juntamente ao usuário para identificação dos níveis, priorização ou até um ranking.

Importante ressaltar que cada MM observado possui um enfoque distinto, ou seja, uma metodologia orientada para um grupo alvo – que neste trabalho foi analisado especificamente referente ao ciclo de vida da edificação. Desta maneira, a Figura 15 – através do Diagrama de Venn – aborda como estão subdivididos os modelos avaliados.

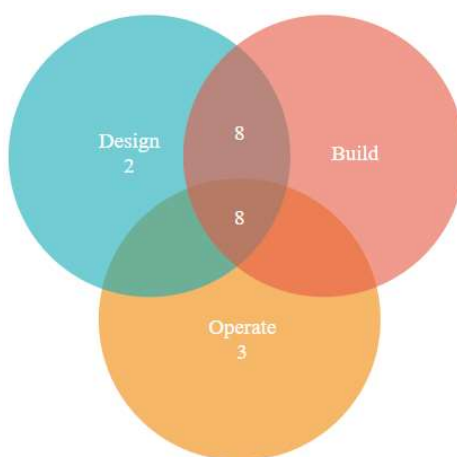


Figura 15 – Diagrama de Venn dos MM avaliados conforme ciclo de vida  
Fonte: A autora, 2020

É perceptível que a fase de design (18) é a que possui mais interfaces e estratégias mais bem elaboradas para a adoção de BIM. Em sequência, a fase de construção (16), operação/ manutenção (11) e não houveram modelos para a fase de

demolição. Ainda houve MM (1) que não evidenciou nenhuma fase em específico, por isso foi deixado de fora do Diagrama de Venn.

Observa-se que o maior viés é direcionado apenas ao início dos estudos e projetos do ciclo de vida da edificação, sugerindo a evolução da implementação nas organizações ou que muitas vezes as informações não acompanham a vida útil da edificação, não sendo eficaz em sua totalidade ou até mesmo dispendioso.

Em geral, alguns modelos já apresentam grande robustez com mais detalhamento de informações pois são oriundos de renomadas instituições ou autores e são fundamentados em relatos e experimentos consolidados. Os resultados demonstram de forma sucinta e pontual a usabilidade, propósito e finalidade dos MM conforme os aspectos dos DPs, por isso fica evidente a necessidade de um diagnóstico coerente e personalizado para adotar as medidas e mudanças necessárias e cabíveis à organização.

Após esta análise minuciosa, a extração dos atributos foi realizada com auxílio de uma planilha de Excel, e com o suporte do software NVIVO iniciou-se a análise qualitativa destes atributos, que tiveram como premissas a remoção de palavras inferiores a 4 caracteres e preposições. Optou-se então por realizar uma análise de frequência das palavras-chave buscando sinônimos generalizados devido ao número de ocorrências dos atributos.

O auxílio da análise de literatura ajudou a compreender o contexto e semântica dos atributos inferida pelos autores. Outra etapa importante foi a tradução dos termos e seus respectivos sinônimos para o português, sendo a última etapa para garantir seu significado e semântica o mais próximo possível do idioma de origem. Entretanto, alguns poucos atributos ainda permaneceram em inglês pois são termos “americanizados” adotados no nosso cotidiano.

A extração dos atributos seguiram as orientações de Pöppelbuß et al. (2011) o qual aborda critérios para garantir que os aspectos e atributos sejam mensuráveis e factíveis, conforme a seguir:

- a) Atributos que possuem termos e definições disponíveis;
- b) Atributos que são capazes de medir níveis de maturidade.

Este processo de refinamento foi exportado à uma planilha em Excel originando na Tabela 1. Para melhor compreensão da Tabela 1, os atributos constantes na coluna

“Atributos” são os representantes da classe, uma vez que o número de ocorrências foi superior aos seus sinônimos.

Tabela 1 – Análise de frequência qualitativa dos atributos BIM

Item	Atributos	Percentual	Ocorrências	Significado
1	Informação	12,7%	308	Constitui o banco de dados da organização com riqueza de detalhes, acesso as buscas e aos registros
2	Competências	10,1%	245	Representa as habilidades, expertises e conhecimento do ser individual dentro do processo e da organização
3	Comunicação	9,3%	226	Interação multidisciplinar e interdisciplinar entre os diferentes níveis organizacionais, grupos e indivíduos. É o compartilhamento de informações.
4	Processos	8,4%	205	É toda a prática, rotina ou procedimentos estabelecidos que possui um fluxo com entradas, fornecedores, saídas e clientes (SIPOC)
5	Qualidade	6,4%	155	Elementos, critérios de aceitação, atributos ou características para um determinado produto ou serviço para manter sua funcionalidade.
6	Gerenciamento de mudanças	5,8%	142	Mudança, transição, rotatividade, melhorias ou renovação através de um planejamento ou necessidade de implementação de uma estratégia, sistemas ou processos.
7	Software	4,2%	101	Todos os sistemas, plataformas, ferramentas e programas eletrônicos que se interagem com o indivíduo, processo e organização
8	Objetivos	3,9%	95	Corresponde a visão, missão, valores, metas e estratégia organizacional
9	Métricas	3,6%	88	Consolidação das medições e indicadores para o monitoramento e análise do estado atual
10	Suporte & apoio	3,5%	86	Apoio de recursos pessoais/ financeiros da liderança ou contribuição através de atitudes, motivação
11	Coleção de objetos	3,5%	86	Se trata da coleção de objetos, famílias, blocos, estilos, formatos e tipos usados na modelagem
12	Pessoas/ times	3,5%	85	Representados pelos engenheiros, arquitetos, colegas, colaboradores desencadeando contratação ou demissão
13	Uso & função	3,5%	85	Diz respeito a usabilidade e funcionalidades de um sistema/ processo com aplicações e interface amigável de fácil acesso.
14	Treinamento	3,5%	84	É a formação educacional e comportamental para o desenvolvimento de habilidades e competências do indivíduo e grupo.
15	Padronização	3,3%	80	É a construção de protocolos, guias, modelos, normas e diretrizes observando a legislação vigente e escopo da organização.
16	Gerenciamento	3,2%	77	É o ato de coordenar e gerenciar o negócio, os processos e serviços, em todas as camadas, sendo representados por executivos, autoridades e liderança.
17	Melhoria Contínua	3,2%	77	Significa a construção de ideias que possam melhorar/ atualizar o processo/sistema, podendo ser através de Pesquisa e Desenvolvimento, PDCA e outros.

Tabela 1 – Análise de frequência qualitativa dos atributos BIM (continuação)

Item	Atributos	Percentual	Ocorrências	Significado
18	Organização & local de trabalho	3,1%	75	Representado pelo local/ espaço físico do estabelecimento e ambiente de trabalho. Está associado aos fatores físicos e psicológicos do indivíduo na organização.
19	Documentação	3,0%	73	Todos os registros, evidências ou certificações da organização que necessitam ser arquivadas e armazenadas em meio físico ou digital.
20	Networking	2,3%	56	Troca e interoperabilidade dos dados de maneira externa ou interna através de transações online ou virtuais.

Fonte: A autora, 2020

A tabela foi organizada em ordem decrescente do número de ocorrências, evidenciando a disparidade e o consenso entre os autores da importância do atributo “Informação”, que reflete a avalanche de informações advinda de todas as ferramentas tecnológicas como ilustrada na coluna de “Significado”.

A coluna “Significado” foi construída a partir dos sinônimos dos respectivos atributos e representa o contexto que os atributos estavam inseridos na RSL conforme a análise qualitativa executada através do QDA. Salienta-se que nesta etapa o significado individual reflete o atributo de forma genérica como adotado no papel, assim as peculiaridades de cada um serão propostas e detalhadas na fase seguinte.

Estes atributos foram classificados e organizados por especialistas baseando-se na estrutura adotada pela IO explanada no item 3.3 para atender as barreiras e perspectivas dos vários níveis da empresa: dados, serviços, processos e negócios, como já apresentado anteriormente e serão discutidos no tópico a seguir.

#### 4.3 ORGANIZAÇÃO DO CONHECIMENTO

Nesta fase de organização do conhecimento, a Matriz de Influência BIM (MIBIM) foi construída através da inspiração do método QFD e ferramenta *Card Sorting* em 3 rodadas convergindo a opinião de especialistas oriundos do meio acadêmico e empresarial. Optou-se por esta iniciativa com o intuito de ganhar agilidade e robustez na análise dos atributos BIM – conforme representado conceitualmente na Figura 16.

<b>Matriz de Influência BIM</b>				
		<b>Aspectos</b>		
<b>Barreiras</b>		<b>Atributos</b>		

Figura 16 – Matriz de Influência BIM (MIBIM) – conceitual  
 Fonte: A autora, 2020

### 4.3.1 Preparação

O *atributo* foi considerado como um parâmetro utilizado para estabelecer uma avaliação, considerado com uma particularidade, aquilo que é próprio de algo, como características. A organização, definições e conceitos foram baseados na Tabela 1 e registrados em comentários na plataforma MURAL, de maneira que durante as dinâmicas os especialistas pudessem recorrer a qualquer momento.

Além da legenda acerca dos atributos, houve também legendas disponíveis referente aos aspectos e barreiras da interoperabilidade organizacional da seguinte forma:

- a) Negócios através de uma visão abrangente da organização, na qual são realizadas as tomadas de decisões e alinhamento estratégico, nível estratégico;
- b) Processos foi denominado como todas as operações de uma organização conforme o desdobramento estratégico da organização, nível tácito;
- c) Serviços está sendo representado pelas atividades participantes de um processo e inerentes as fases e etapas de ciclo de vida da edificação, nível operacional;
- d) Dados reflete todo o conteúdo de informações adotado e aplicado em qualquer esfera da organização, registros;
- e) Conceitual: Delimitação de sintaxe, semântica, ontologia;
- f) Tecnológico: Armazenamento e compartilhamento de informações através do uso de tecnologias;
- g) Organizacional: Definição de papéis e responsabilidades, diretriz e políticas na estrutura organizacional.

Associado às legendas, foram inseridas também orientações na plataforma, de maneira que durante as dinâmicas os especialistas pudessem recorrer a qualquer momento:

- Existem 20 atributos, cada um na sua pilha de cartões;
- Cada atributo possui as notas: 1: Relação muito fraca 3: Relação fraca 6: Relação forte 9: Relação muito forte;
- Mova-os cards/post-its para dentro dos quadrantes, respeitando seu significado individual (consultar o tópico "legenda") e as notas atribuídas a cada um;
- Caso você precise repetir o mesmo card/post-it (atributo e nota), basta criar um novo;
- Não existe resposta certa ou errada, o que vale é a sua opinião.

A Figura 17 apresenta o quadro interativo disponível a cada especialista, contendo os 20 atributos.

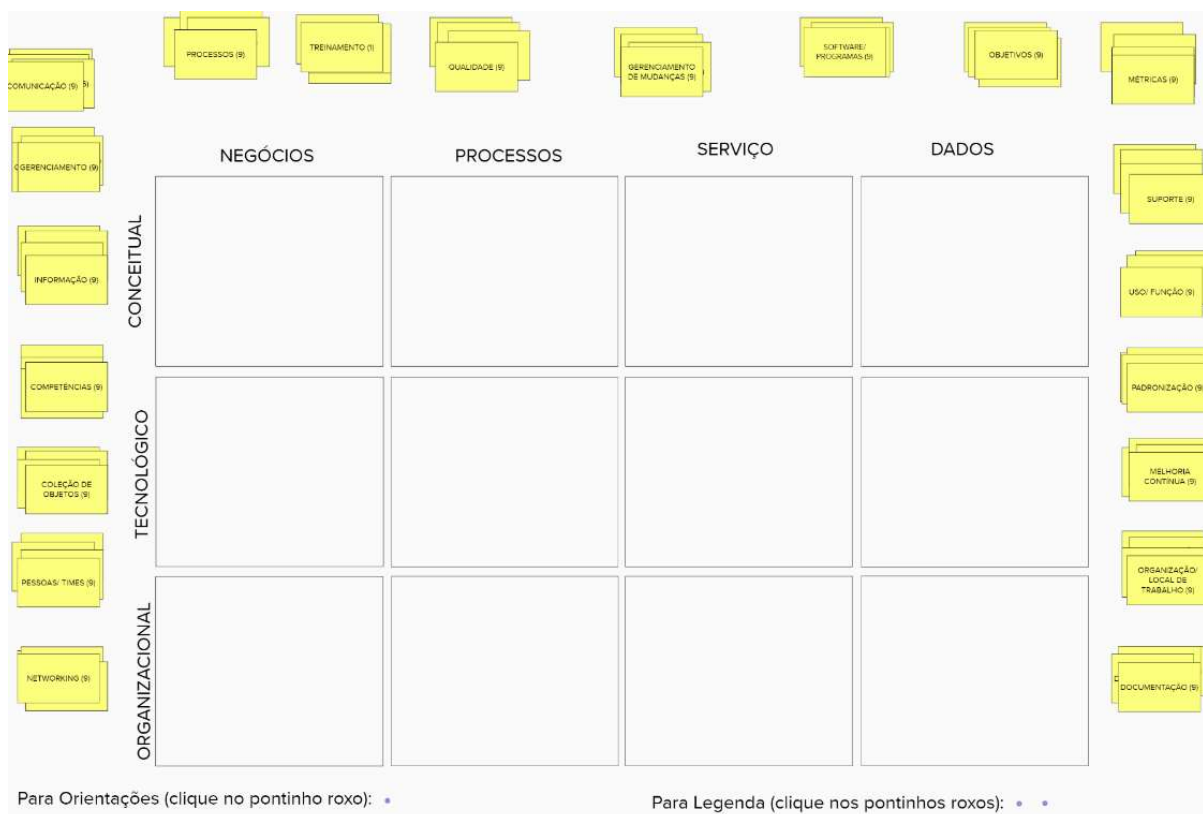


Figura 17 – Quadro da ferramenta MURAL  
Fonte: A autora, 2021

Como suporte, cada atributo possuía 4 cards com pesos diferentes. Optou-se por utilizar a atribuição de pesos baseada na seguinte escala: (1) representa relação muito



fraca; (3) relação fraca; (6) relação forte; (9) relação muito forte; com o intuito de entender os elementos de conflito e o grau de relevância de cada um em face ao todo. E no canto inferior esquerdo e direito constam os comentários com orientações e legendas já apresentadas anteriormente.

#### **4.3.2 Métodos**

A dinâmica para a construção da Matriz de Influência BIM (MIBIM) foi estruturada neste trabalho inspirada nos conceitos do método QFD e ferramenta *Card Sorting* para avaliar os atributos adotados para o devido posicionamento nos quadrantes.

A estrutura desta matriz consiste em: (i) requisitos técnicos, que para este caso foram adotados os atributos selecionados nesta pesquisa; (ii) requisitos do cliente, que na realidade relaciona-se com as camadas de barreiras e perspectivas de interoperabilidade; (iii) relação interna, corresponde a avaliação de influência de determinado atributo quando comparado aos demais componentes de barreiras e perspectivas de Interoperabilidade Organizacional.

A ferramenta Card Sorting foi escolhida pois baseia-se nas premissas de *design thinking* visando a colaboração, agrupamento e categorização dos atributos com foco em alcançar um MVP (Mínimo Produto Viável). Além disso possui recursos suficientes (MURAL) na sua versão *trial* para que a dinâmica fosse intuitiva e realizada virtualmente, principalmente devido à pandemia atual do COVID-19.

#### **4.3.3 Especialistas**

A escolha dos especialistas foi realizada com foco na heterogeneidade de maneira que fosse possível unir opiniões e experiências diversas para chegar a um consenso único. As características analisadas em cada especialista foram: tempo de experiência e conhecimento em BIM, nível de escolaridade e área de atuação.

É possível identificar que houve uma variação de experiência e conhecimento em BIM – o que proporcionou insights e críticas aos atributos, bem como área de atuação, pois muitas vezes os mais experientes por acreditar que alguns dados eram tão óbvios se esquecem de colocar em pauta. O que naturalmente não passa despercebido por um iniciante e vice-versa, conforme apresentado no

Quadro 6 – Identificação dos especialistas

Especialistas	Tempo de Experiência em BIM	Conhecimento em BIM	Nível de escolaridade	Área de atuação
Especialista 1	> 5 anos	+++	Doutor	Academia
Especialista 2	2 a 5 anos	++	Mestre	Academia/ Indústria
Especialista 3	2 a 5 anos	++	Mestre	Indústria
Especialista 4	1 a 2 anos	++	Graduado	Indústria
Especialista 5	< 1 ano	+	Graduado	Indústria

Fonte: A autora, 2021

A participação dos especialistas foi fundamental para corroborar os dados coletados até o momento e sugerir algumas adequações a estruturação da avaliação diagnóstica convergindo a fundamentação da teoria com a percepção na prática – o que certamente foi um antagonismo essencial durante a realização das dinâmicas a ser apresentada no próximo tópico.

#### 4.3.4 Dinâmica

A dinâmica completa teve duração de duas horas e foi estruturada da maneira indicada na Figura 21.

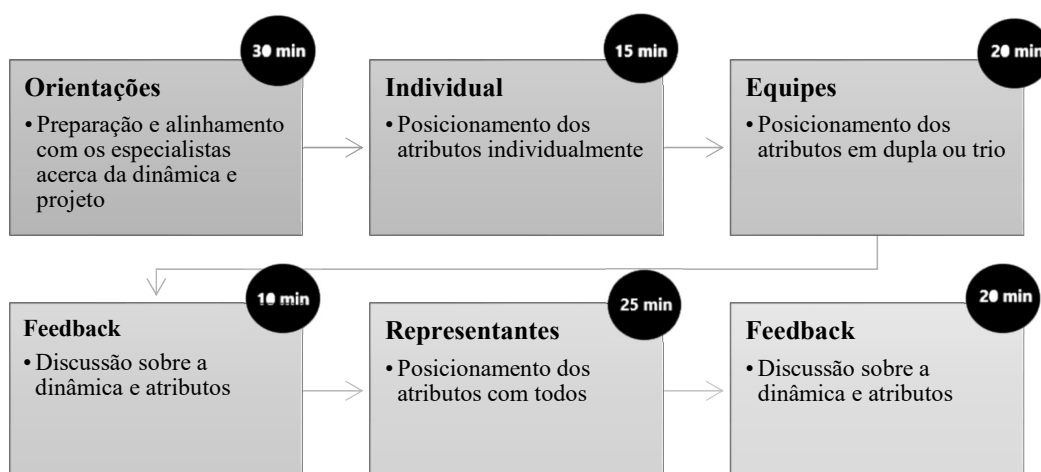


Figura 18 – Etapas da Dinâmica  
Fonte: A autora, 2021.

- I. Orientações: foi destinado aproximadamente 30 minutos para fornecer todas as informações apresentadas no tópico 4.3.1 Preparação. Esta etapa foi essencial para prover aos especialistas dados, tirar dúvidas e alinhar conceitos entre teoria e prática referentes ao conteúdo. Também foi possível munir os especialistas com o conhecimento prévio desta dissertação, etapas já realizadas e o objetivo específico da dinâmica e do trabalho;
- II. Individual: cada especialista teve acesso a um quadro individual conforme apresentado na Figura 17 e dentro do período de 15 minutos cada um analisou os atributos e pode movimentar seus cards e posicioná-los em seu quadro respectivamente conforme experiência e orientações da etapa anterior, resultando em 5 quadros. Os especialistas não podiam conversar entre si e nem recorrer ao moderador, exceto acerca de dúvidas específicas sobre a utilização da ferramenta;
- III. Equipes: esta etapa teve duração de 20 minutos e devido ao número ímpar de especialistas foi organizada em uma dupla e um trio – ressalta-se que para melhor sinergia os especialistas foram dispostos através de um sorteio que deveria obedecer apenas um critério: a dupla ou o trio deveria mesclar especialista da academia e da indústria. Cada equipe foi alocada virtualmente em salas diferentes para que fosse possível interagir e debater sobre os conceitos dos atributos, disposição dos quadrantes e pesos e assim novamente organizar um novo mural, resultando em 2 novos quadros. Os especialistas poderiam recorrer aos quadros desenvolvidos anteriormente se assim quisessem;
- IV. Representantes: na construção do quadro final participaram apenas um representante de cada equipe, estes foram selecionados respeitando o mesmo critério adotado anteriormente, ou seja, um representante da academia e outro da indústria visando facilitar a comunicação entre eles e eliminar possíveis ruídos que haveria em um grupo de 5 pessoas. Nesta fase foram utilizados 25 minutos para discussão entre si, sinergia, consenso e posicionamento dos cards, sendo possível também recorrer aos quadros desenvolvidos anteriormente se assim quisessem;
- V. Feedback: após as etapas II, III e IV foram coletados feedbacks dos especialistas sobre a metodologia adotada, ferramenta e principalmente

atributos. Somando a duração dos feedbacks, foi utilizado aproximadamente 30 minutos. Por unanimidade os especialistas consentiram com a lógica hierárquica: individual, dupla/ trio e representantes, pois ao fim da dinâmica eles já se sentiam mais confortáveis com o assunto devido ao tempo transcorrido e a construção do quadro final se mostrou mais assertiva. A discussão entre academia e prática fizeram muita diferença na decisão do posicionamento e principalmente ponderação dos pesos. Alguns atributos apresentaram redundância nos conceitos por estarem generalistas, por isso optaram por especificá-los. Cada especialista adotou uma sequência lógica em sua análise, alguns iniciaram quadrante a quadrante, outros avaliaram um atributo de cada vez. Por fim justificaram que os cards posicionados é o que apresentam grande impacto e por isso se mostram relação na maioria das vezes muito forte ou forte.

A Figura 19 retrata o quadro interativo preenchido pelos especialistas representantes ao fim da dinâmica, evidenciando que todos os atributos se mostram essenciais em alguma camada hierárquica ou muitas vezes em mais de uma para a implementação BIM.

É possível notar também que os *cards* não utilizados, em sua maioria possuem peso 1 (relação muito fraca) o que se torna coerente com a justificativa em seus feedbacks, ou seja, no momento de implementação o foco deve estar centralizado em atributos que realmente possuem grande impacto.

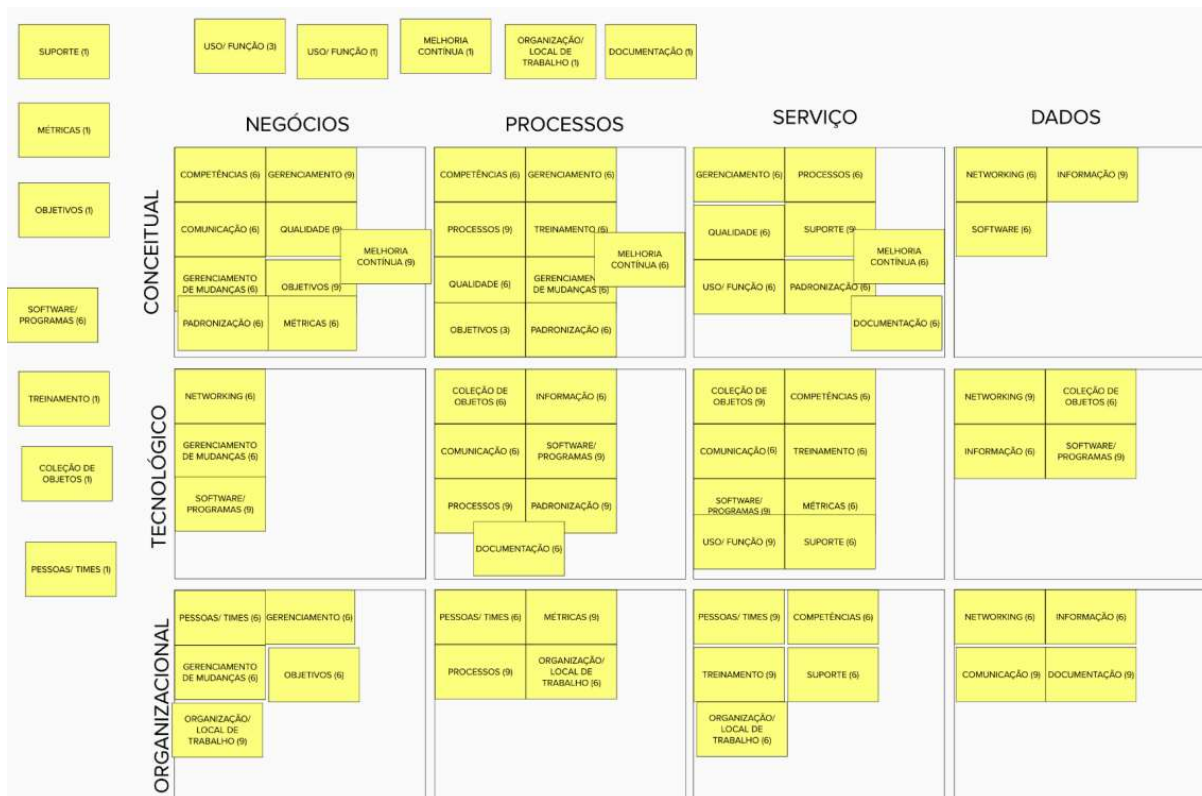


Figura 19 – Quadro preenchido pelos representantes na ferramenta MURAL  
 Fonte: A autora, 2021

A Figura 19 subsidiou a construção da Matriz relacional apresentada na Figura 20.

Aspectos - Barreiras	Atributos	Informação	Competências	Comunicação	Processos	Qualidade	Gerenciamento de mudanças	Software	Objetivos	Métricas	Suporte	Coleção de objetos	Pessoas/ times	Uso & função	Treinamento	Padronização	Gerenciamento	Melhoria Contínua	Organização & local de trabalho	Documentação	Networking	
		Negócios - Conceitual	NC	1	6	6	1	9	6	1	9	6	1	1	1	1	1	6	9	9	1	1
Negócios - Tecnológica	NT	1	1	1	1	1	6	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Negócios - Organizacional	NO	1	1	1	1	1	6	1	6	1	1	1	6	1	1	1	6	1	9	1	1	1
Processos - Conceitual	PC	1	6	1	9	6	6	1	3	1	1	1	1	1	6	6	6	6	1	1	1	1
Processos - Tecnológica	PT	6	1	6	9	1	1	9	1	1	1	6	1	1	1	9	1	1	1	1	6	1
Processos - Organizacional	PO	1	1	1	9	1	1	1	9	1	1	6	1	1	1	1	1	1	6	1	1	1
Serviços - Conceitual	SC	1	1	1	6	6	1	1	1	1	9	1	1	6	1	6	6	6	1	6	1	1
Serviços - Tecnológica	ST	1	6	6	1	1	1	9	1	6	6	9	1	9	6	1	1	1	1	1	1	1
Serviços - Organizacional	SO	1	6	1	1	1	1	1	1	1	6	1	9	1	9	1	1	1	6	1	1	1
Dados - Conceitual	DC	9	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Dados - Tecnológica	DT	6	1	1	1	1	1	9	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
Dados - Organizacional	DO	6	1	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	6	6

Figura 20 – Matriz Relacional  
 Fonte: A autora, 2021

A partir da estrutura revelada, identifica-se a relação muito forte entre atributo e perspectiva nos itens que receberam a nota 9. No entanto, os atributos que receberam

peso 1 – ou ainda, neste caso nem foram posicionados – por apresentarem uma relação muito fraca já são desconsiderados automaticamente para as próximas etapas.

Os atributos que receberam peso 3 e 6 serão reavaliados, uma vez que o posicionamento adequado e coerente impactará na estruturação no método AHP. Além disso, a quantidade de atributos em demasia ao invés de facilitar a comparação por pares, pode dificultar gerando inconsistência nos resultados.

Dessa maneira, foram adotados 2 parâmetros para este refinamento advindo da etapa II da dinâmica (fase individual): peso e frequência, observando os 5 quadros preenchidos individualmente pelos especialistas. Deverá atender a seguinte regra:

- a) O atributo com peso 3 ou 6 na matriz relacional (Figura 20) deverá receber o somatório de pesos  $\geq 9$  (representando uma relação muito forte) em um card ou demais combinações (exemplo: 1 card peso 6 + 1 card peso 3) nos quadros individuais dos especialistas.

A regra adotada auxilia a corroborar se em alguma das etapas anteriores da dinâmica o atributo foi considerado, semelhante a uma verificação em duas etapas para justificar a seleção deste. Como exemplo, o atributo Pessoas do quadrante Negócios x Organizacional recebeu peso 6 e foi selecionado para ilustrar esta análise da Figura 21.

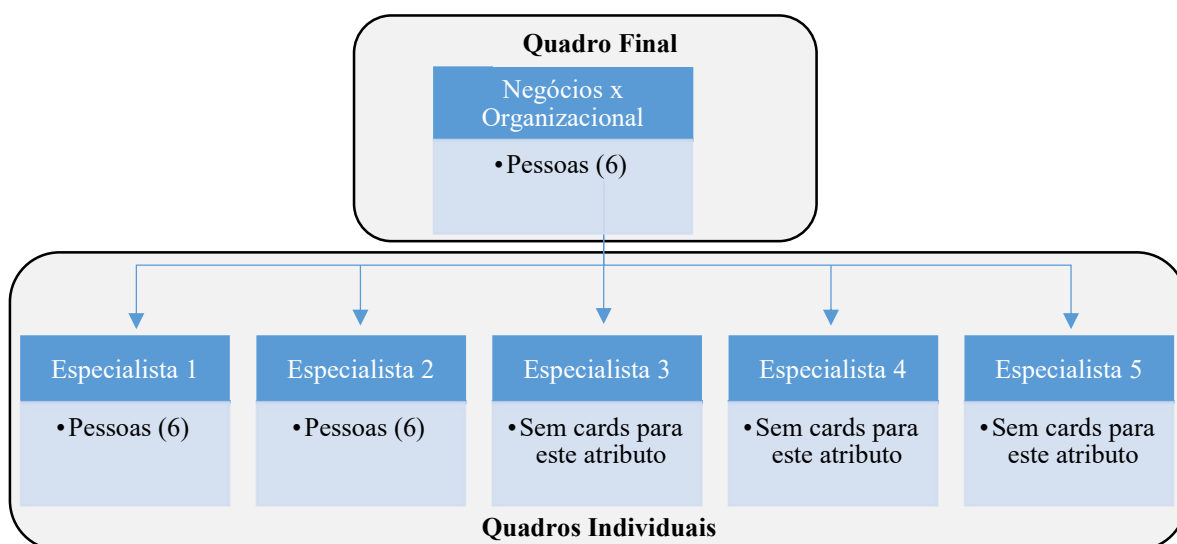


Figura 21 – Refinamento dos atributos  
Fonte: A autora, 2021

Observa-se que o atributo em questão foi selecionado por 2 especialistas individualmente com peso 6 em ambos, totalizando um somatório de 12 e por isso

superior ao mínimo necessário para sua confirmação. Este exemplo em específico demonstra que inicialmente 3 especialistas não consideraram relevante este atributo para este quadrante. Sendo assim, este refinamento apresenta uma certa eficácia na necessidade de validar os atributos com peso 3 e 6.

Após este refinamento com a aplicação dos parâmetros de peso e frequência, mantiveram-se 44 atributos, ou seja, equivalente a 60% dos atributos selecionados na etapa dos representantes = 69 atributos. Estes 44 atributos são repetições de todos os 20 atributos propostos pela literatura e foram adotados em um quadrante ou mais na construção da Matriz de Influência BIM (MIBIM), como mostra a Figura 22.

<b>Matriz de Influência BIM - MIBIM</b>				
	<b>Negócios</b>	<b>Processos</b>	<b>Serviços</b>	<b>Dados</b>
<b>Conceitual</b>	Objetivos	Processos	Qualidade	Software
	Melhoria Contínua	Objetivos	Suporte	Informação
	Qualidade	Padronização	Documentação	Networking
	Gerenciamento	Treinamento		
<b>Tecnológica</b>	Networking	Processos	Coleção de objetos	Software
	Gerenciamento de mudanças	Software	Treinamento	Informação
	Software	Padronização	Software	Networking
		Comunicação	Uso & Função	
<b>Organizacional</b>	Gerenciamento de mudanças	Processos	Competências	Informação
	Pessoas	Métricas	Pessoas	Documentação
	Organização & local de trabalho	Organização & local de trabalho	Suporte	Networking
	Gerenciamento	Pessoas	Treinamento	Comunicação

Figura 22 – Matriz de Influência BIM (MIBIM)  
Fonte: A autora, 2021

A seleção de um atributo em mais de um quadrante significa que suas definições estão atreladas a mais de um aspecto ou perspectiva avaliativa dentro da organização – conforme seu quadrante. Os conceitos foram descritos pelo grupo de especialistas durante a etapa V – Feedback e atrelados através de características individuais aos níveis de maturidade.

Dessa forma, para melhor compreensão dos conceitos praticados neste trabalho, as definições para cada atributo estão descritas no Quadro 7. A seguir, o processo de

avaliação diagnóstica recebe a análise perante os resultados extraídos desta matriz para continuidade do modelo.

#### 4.4 DIAGNÓSTICO

O diagnóstico é um processo analítico que permite uma investigação apurada e minuciosa sobre determinada situação, neste trabalho a avaliação diagnóstica traz a abordagem de reconhecimento do estado atual das organizações sendo capaz de identificar o nível de performance para cada atributo.

Por isso este processo será dividido em duas etapas, a primeira dando continuidade à estruturação dos atributos do MIBIM e a segunda, a construção e definição dos níveis de maturidade correspondente a cada atributo.

##### 4.4.1 Estruturação e Modelagem no método AHP

Nesta etapa, a análise diagnóstica foi estruturada com base na Matriz relacional da MIBIM considerando como requisitos essenciais para implementação do BIM os atributos evidenciados pelos MM. Para o desenvolvimento desta fase a utilização do método multicritério AHP vem com o intuito de auxiliar na identificação dos critérios que necessitam de maior atenção e que poderia ter seu desempenho melhorado ou ainda aperfeiçoado.

O AHP – como o próprio nome já diz – traz uma abordagem hierárquica para a estruturação dos atributos e alternativas como já caracterizado na revisão bibliográfica contida no item 3.5.3. Essa divisão da avaliação em camadas proporciona uma categorização e adequação às barreiras importadas da fase anterior. Importante salientar que a visão diagnóstica esperada é em função da comparação entre grupos de critérios em diferentes níveis da hierarquia AHP.

É conhecido no mercado a existência de softwares disponíveis que utilizam da metodologia do AHP para a aplicação. Neste trabalho foi adotado o Super Decisions, um software educacional livre e foi desenvolvido pela equipe do próprio idealizador do método, Thomas Saaty. Sua estrutura é representada por um 1. Meta, 2. Aspectos, 3. Barreiras e 4. Atributos. Deste modo, definiu-se a seguinte correspondência aos níveis da estrutura AHP:

- Meta (nível 1): representa o objetivo do AHP em proporcionar a avaliação diagnóstica organizacional acerca dos requisitos essenciais em relação a



implementação do BIM. Sua proposta é a partir da modelagem do espaço problema da implementação na indústria AEC;

- Aspectos (nível 2): condições pré-determinadas com a finalidade de julgar, decidir ou proceder para conquista do objetivo. Neste trabalho remete-se aos aspectos do FEI considerados como as perspectivas ao progresso da implementação do BIM;
- Barreiras (nível 3): são os subcritérios ou neste caso, as barreiras específicas que estão representadas pelos quadrantes (perspectivas) do BIM referente aos aspectos do FEI;
- Atributos (nível 4): decorrentes dos modelos de maturidade e organizados nos quadrantes conforme orientação da matriz MIBIM;

A estrutura AHP resultante da modelagem deste espaço problema é ilustrada esquematicamente na Figura 23.

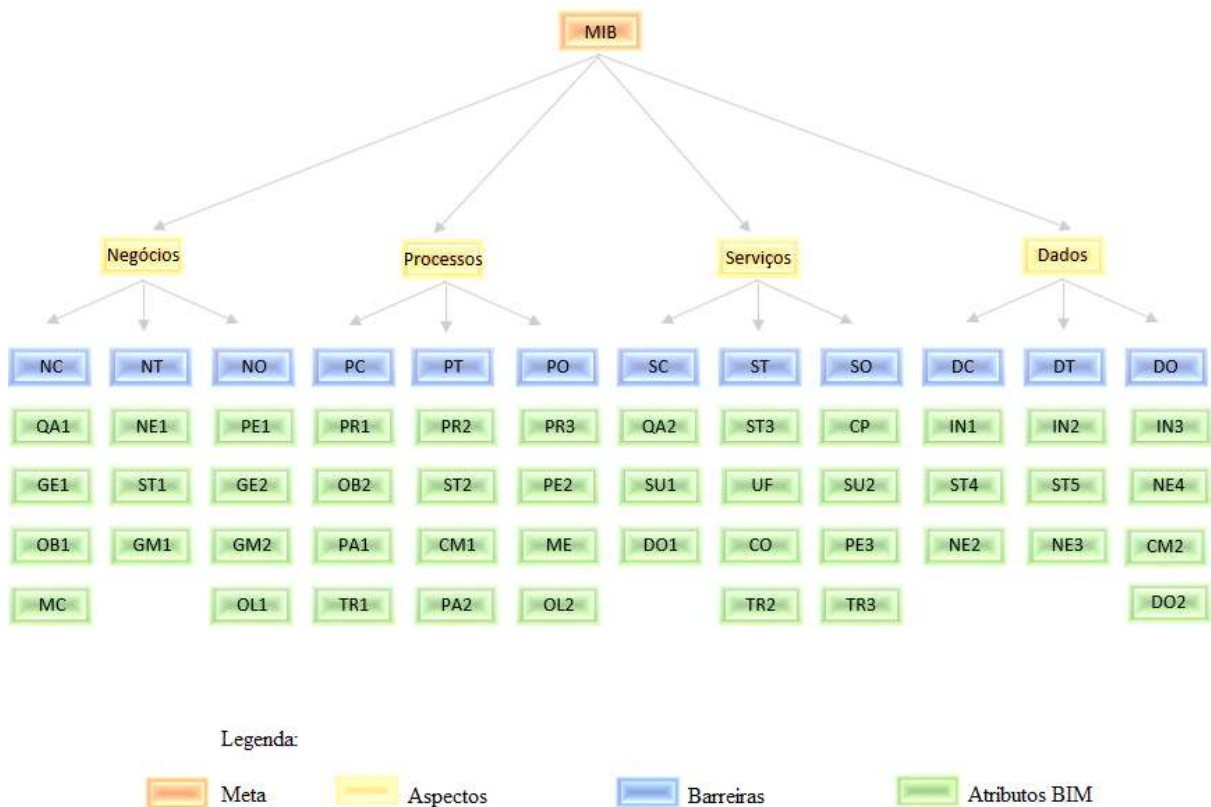


Figura 23 – Estrutura de modelagem baseada no método AHP  
Fonte: A autora, 2020

Em análise a Figura 23 é possível observar algumas setas que são referentes às conexões e configurações do método, também chamadas por “nodes” realizadas para a estruturação das camadas de forma hierárquica *top down* e organização das

comparações em pares. Estas conexões ajudam a identificar as relações dos atributos aos aspectos conforme disposto na estrutura da MIBIM.

Após toda a estrutura AHP à luz das camadas definidas, o procedimento institui que cada organização nomeie um representante para responder as avaliações comparativas de cada camada individualmente respeitando a estrutura estabelecida. Para facilitar a coleta de informações dos representantes, o questionário de comparação foi construído através do website “Survey Monkey” contendo as perguntas no formato “Slider” de modo que os respondentes pudessem deslizar para esquerda ou direita em uma escala de 1 a 9 (conforme escala Saaty).

Diversas instruções juntamente com legendas foram descritas previamente no questionário aos respondentes, identificando como mensurar o grau de importância de cada comparação seguindo a interpretação de que o “Item Esquerdo” é “Igual, Pouco Importante, Muito Importante, Bastante Importante ou Extremamente Importante” do que o “Item Direito”; e o inverso é verdadeiro, ou seja, a comparação implica um valor numérico inverso ao outro item comparado (não escolhido). A Figura 24 representa um extrato deste questionário.

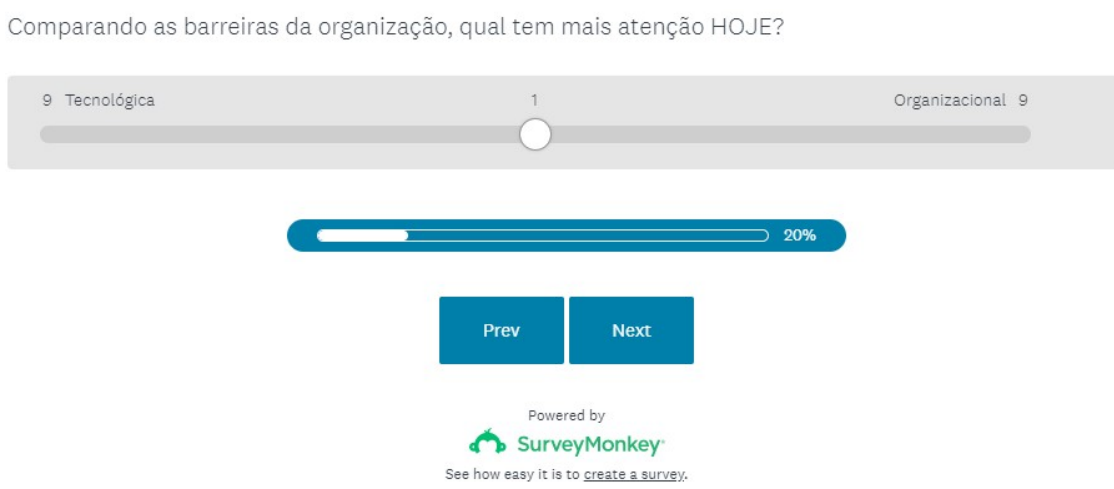


Figura 24 – Questionário ilustrativo de comparação entre pares no website SurveyMonkey  
Fonte: A autora, 2020

A coleta das informações será processada pelo software Super Decisions a partir das conexões estruturadas anteriormente. A Comparação de pares dentro do mesmo nível é um processo com o objetivo de julgar se cada elemento é considerado mais importante (foco atual) que outro, ou seja, se o elemento é “preferido” ou ainda se ambos possuem o mesmo nível de relevância e assim são idênticos. Vale ressaltar

que a preferência por um determinado elemento pode significar relevância, aderência e/ou pertinência a depender do contexto inserido.

#### 4.4.2 Design do Modelo de Maturidade

A proposta do modelo de maturidade corrobora todo o levantamento de informações oriundos da RSL realizado até o momento. Além disso, apresenta um refinamento diferenciado baseado nos DPs por Pöppelbuß et al. (2011) e pela ótica da IO se atenuando aos aspectos de Negócios, Processos, Serviços e Dados resultante na matriz MIBIM. A ilustração da metodologia adotada para o design do modelo de maturidade consta na Figura 25.

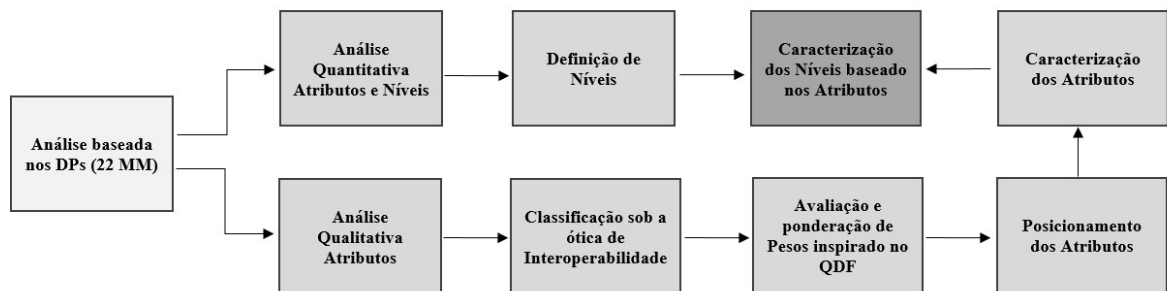


Figura 25 – Processo de Design do Modelo de Maturidade  
Fonte: A autora, 2020

A definição dos níveis de maturidade foi baseado na estrutura avaliativa realizada pelos DPs no qual definiu-se a estrutura de maturidade e maturação dos 22 MM, visto isso realizou-se o cálculo da média dos níveis de capacidade estipulados em cada MM e chegou a quantidade de 4 níveis que serão desenvolvidos nesta pesquisa representado na Figura 26.



Figura 26 – Design do Modelo de Maturidade  
Fonte: A autora, 2020

Importante ressaltar que a caracterização dos níveis foram fundamentadas nas fases de Becker *et al.* (2009), conforme destaca:

#### 4.4.2.1 Definição do Nível 1 – Inicial

Este nível é representado pela ausência de uma estratégia geral e falta de definição e clareza dos processos dentro da organização, traduzido em um ambiente que não possui métricas ou indicadores para realização de controle devido a não coleta de dados. E as informações sensíveis existentes não são monitoradas e seguras.

A carência de papéis e responsabilidades aliado a matriz de competências e treinamentos desencadeiam gargalos em frente ao gerenciamento e às pessoas dificultando o fluxo de trabalho dos processos, bem como a comunicação entre o ciclo de vida da edificação podendo ser um risco às regulamentações que a empresa está inserida.

As atividades e tarefas não são verificadas através de um controle de qualidade, nem tampouco evidenciadas para a liberação de um produto ou serviço. A utilização de alguns sistemas e processos referentes à modelagem da informação são oriundos do esforço de iniciativas isoladas e paralelas.

A melhoria contínua assim como o uso de sistemas BIM ainda não são vistos como um investimento palpável que possa gerar retorno e reconhecimento à organização para os agentes externos. Neste estágio inicial alguns poucos atributos são atendidos parcialmente.

#### 4.4.2.2 Definição do Nível 2 – Transição

Algumas literaturas caracterizam este nível de transição como o “despertar”, a organização nesta fase reconhece os seus gaps e iniciam as mudanças de forma hierárquica pois o suporte e a liderança precisam definir políticas e estabelecer plano de ações e desdobramentos que possam subsidiar as tomadas de decisões operacionais, importante ressaltar que esse gerenciamento deve ser cascateado *top down*.

A partir desta compreensão inúmeras oportunidades e processos conseguem ser mapeados, definidos e incorporados como prova de conceito, pois a organização

entende o seu estado e investe timidamente em metodologias como PDCA de melhoria contínua e outras ferramentas de qualidade. Entretanto, o ambiente está desorganizado ocasionando desconforto às pessoas por não conhecerem a sua participação e responsabilidade nesta transição ressaltando a importância do gerenciamento de mudanças e riscos.

A compreensão de sistemas BIM ocorre por toda a organização. Porém, treinamentos e funcionalidades são divulgados e aplicados apenas para e pelos envolvidos. Metas, objetivos e planejamento estratégicos são atualizados em conjunto com o fomento de indicadores e métricas para controle e monitoramento dos dados de forma cautelosa, pois a infraestrutura requer soluções técnicas para uso, segurança e compartilhamento das informações. Neste estágio de transição alguns atributos são atendidos parcialmente.

#### 4.4.2.3 Definição do Nível 3 – Promissor

Neste estágio muitas iniciativas propostas anteriormente ocorreram e serviram como lições aprendidas para outros planos de ações. A interação e o fluxo de trabalho entre os processos estão mais fluidas trazendo maior sinergia entre as equipes multidisciplinares através de comunicação, padronização e transparências nas informações impactando positivamente no ambiente da organização.

A estrutura hierárquica trabalha mais descentralizada respeitando as políticas existentes e critérios estabelecidos. O investimento em sistemas BIM é aplicado por todos os envolvidos e os conceitos são disseminados entre os colaboradores. A interoperabilidade das informações e plataformas estão sincronizadas parcialmente, porém já existem registros e documentos dessas evidências e coletas garantindo a segurança dos dados.

O controle de qualidade conseguiu avançar e identificar ineficiências nos serviços executados propondo melhoria contínua nos processos reestabelecendo a cultura organizacional. Além disso uma matriz de treinamentos para desenvolver as habilidades e competências necessárias tem sido proposto para fomentar os resultados e suportar as mudanças tecnológicas. Neste estágio promissor alguns atributos são atendidos em sua totalidade.

#### 4.4.2.4 Definição do Nível 4 – Contínuo

A perfeição é utopia, mas a organização entende que somente através da melhoria contínua é possível amadurecer. Os objetivos, metas e estratégia da organização estão em sintonia com os processos e serviços e a tomada de decisão da gestão possui suporte nos dados e informações coletadas em campo em tempo real através de soluções tecnológicas atualizadas.

O controle de qualidade e monitoramento dos serviços é estatístico com foco nos resultados e na melhoria contínua respeitando os processos e regulamentações aplicáveis. A comunicação entre o ciclo de vida é fluida possibilitando toda a documentação e análise de performance conforme os requisitos internos e externos.

O mapeamento de riscos é vivenciado pela organização, uma vez que as pessoas entendem seu papel e responsabilidade dentro do processo e principalmente dentro do ambiente. Esta sinergia é percebida pelos agentes externos, clientes e fornecedores refletindo em certificações e reconhecimentos trazendo algum retorno aos investimentos. Neste estágio contínuo a maioria dos atributos são atendidos em sua totalidade pois a melhoria contínua nunca para.

#### 4.4.2.5 Evolução dos Atributos

A avaliação evolutiva dos atributos em relação aos níveis de maturidade pondera o grau de atendimento conforme os conceitos e definições descritos e adotados neste trabalho, de maneira que sua própria definição seja orientações prescritivas para mensurar, identificar em qual estágio a organização se encontra e quais as ações para evoluir.

A sistemática de evolução dos atributos consiste principalmente no desenvolvimento cognitivo da teoria à prática por todos os colaboradores da organização, de modo que cada atributo possui estágios desde a aquisição do conhecimento, competência e atitudes.

A caracterização dos atributos apresentadas no Quadro 7 abordam elementos prescritivos de forma que os resultados desta abordagem diagnóstica seja permeada para a avaliação decisional no decorrer das próximas etapas conforme as camadas hierárquicas e barreiras, ou seja, os quadrantes de IO.

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Objetivo (OB1):	NC	Alinhamento estratégico da organização em conjunto com as metas, visão, missão e valores que norteiam e constroem o propósito da organização	Está claro que existe um propósito por alguns na organização	Está compreendido que existem metas, visão, missão, valores e propósito por alguns na organização	Está disseminado as metas, visão, missão, valores e propósito por todos na organização	É praticado as metas, visão, missão, valores e propósito por todos na organização
Qualidade (QA1):	NC	Sistema de gestão alinhado com a estratégia da organização e seus processos, visando atender e garantir a satisfação e expectativas dos clientes internos e externos	Está claro a importância dos processos por alguns na organização	Está compreendido a importância dos processos conforme alinhamento estratégico por alguns na organização	Está disseminado os processos organizacionais e seu alinhamento estratégico por todos na organização	É praticado os processos organizacionais e controlados com foco na satisfação dos clientes externos e internos por todos na organização
Gerenciamento (GE1):	NC	Modelo de gestão associado diretamente a visão geral da organização, responsável pela direção e condução de todos os recursos da empresa conforme seus objetivos e propósito	Está claro a visão geral dos gestores para alguns na organização	Está compreendido a visão geral e condução dos recursos dos gestores para alguns na organização	Está disseminado a visão geral e condução dos recursos dos gestores para todos na organização	É praticado a visão geral e condução dos recursos dos gestores conforme o propósito da empresa para todos na organização
Melhoria Contínua (MC):	NC	Cultura da prática ininterrupta de melhoria e aperfeiçoamento de processos internos ao modelo de negócio buscando melhoria de produtos e serviços dentro de uma organização	Está claro a importância da melhoria contínua para alguns na organização	Está compreendido a importância da melhoria contínua e como aperfeiçoar os processos para alguns na organização	Está disseminado a importância da melhoria contínua e como aperfeiçoar os processos de produtos/serviços por todos na organização	É praticado a melhoria contínua e aperfeiçoado os processos de produtos/serviços ininterruptamente por todos na organização
Networking (NE):	NT	Infraestrutura da Tecnologia da Informação para suportar a organização desde equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações que possibilitam o gerenciamento e a operação	Está claro a importância de suportar a operação da organização com equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Está compreendido a importância de uma infraestrutura para suportar a operação da organização com equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Está disseminado como é a gestão da infraestrutura para suportar a operação com equipamentos, redes, sistemas segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização	É praticado o uso e a gestão da infraestrutura para suportar a operação com equipamentos, redes, sistemas segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização
Gerenciamento de Mudanças (GM):	NT	Orientação e suporte aos processos, ferramentas e infraestrutura tecnológica durante a evolução de uma organização buscando sucesso e resultado conjunto	Está claro a importância de suporte aos processos, ferramentas e infraestrutura tecnológica para alguns na organização	Está compreendido a importância de suporte aos processos, ferramentas e infraestrutura tecnológica para alguns na organização	Está disseminado o apoio e suporte aos processos, ferramentas e infraestrutura tecnológica com foco no resultado conjunto para todos na organização	É praticado o apoio e suporte aos processos, ferramentas e infraestrutura tecnológica com foco no resultado conjunto por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Software (SW):	NT	Sistemas com cunho estratégico que se interagem com o usuário para atividades essenciais e não essenciais da empresa (ERP, CRM, etc)	Está claro a importância de sistemas corporativos (ERP, CRM, etc) para processos essenciais para alguns na organização	Está compreendido a importância de sistemas corporativos e seu papel estratégico aos processos essenciais para alguns na organização	Está disseminado a importância de sistemas corporativos e seu papel estratégico aos processos essenciais para todos na organização	É praticado o uso de sistemas corporativos e seu papel estratégico aos processos essenciais e não essenciais por todos na organização
Pessoas (PE):	NO	Cultura organizacional e hábitos básicos de atuais funcionários transferidos para novos funcionários que determinam motivação e competência para trabalhar em BIM	Está claro a importância da cultura organizacional e hábitos básicos de atuais funcionários para novos funcionários para alguns na organização	Está compreendido a importância da cultura organizacional e hábitos básicos de atuais funcionários para novos funcionários para alguns na organização	Está disseminado a cultura organizacional e hábitos de entre os funcionários, bem como a motivação e competência para trabalhar em BIM para todos na organização	É praticado a cultura organizacional e hábitos de entre os funcionários, bem como a motivação e competência para trabalhar em BIM por todos na organização
Organização e Local de Trabalho (OL):	NO	Atmosfera acolhedora e não hostil do ambiente/ espaço físico que impacta no bem-estar, saúde e segurança dos colaboradores no recinto de trabalho	Está claro a importância de um ambiente seguro, harmonioso aos colaboradores para alguns na organização	Está compreendido a importância e os impactos de um ambiente seguro, harmonioso aos colaboradores para alguns na organização	Está disseminada a atmosfera acolhedora e os impactos de um ambiente seguro, harmonioso aos colaboradores para todos na organização	É praticado uma atmosfera acolhedora buscando um ambiente seguro, harmonioso aos colaboradores por todos na organização
Gerenciamento de Mudanças (GM):	NO	Orientação e suporte à cultura, liderança e pessoas durante a evolução de uma organização buscando sucesso e resultado conjunto	Está claro a importância de orientação e suporte à cultura, liderança e pessoas para alguns na organização	Está compreendido a importância de orientação e suporte à cultura, liderança e pessoas para alguns na organização	Está disseminado o apoio e suporte à cultura, liderança e pessoas com foco no resultado conjunto para todos na organização	É praticado o apoio e suporte à cultura, liderança e pessoas com foco no resultado conjunto por todos na organização
Gerenciamento (GE2):	NO	Visão geral da organização com descrições e definições de responsabilidades, diretrizes e regras do negócio conforme os objetivos e propósito da organização	Está claro a importância de descrições e definições de responsabilidades, diretrizes e regras do negócio para alguns na organização	Está compreendido a importância de descrições e definições de responsabilidades, diretrizes e regras do negócio para alguns na organização	Está disseminado a visão geral da organização com descrições, responsabilidades, diretrizes e regras do negócio conforme os objetivos e propósito para todos na organização	É praticado a visão geral da organização com descrições, responsabilidades, diretrizes e regras do negócio conforme os objetivos e propósito por todos na organização
Treinamento (TR1)	PC	Desenvolvimento das habilidades dos colaboradores para compreender a estrutura de processos e adequar a pessoa à cultura da empresa para execução das atividades com excelência	Está claro a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores acerca de processos e cultura da empresa para alguns na organização	Está compreendido a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores acerca de processos e cultura da empresa para alguns na organização	Está disseminado a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores acerca de processos e adequar à cultura da empresa para todos na organização	É praticado desenvolver habilidades dos colaboradores acerca de processos e adequar à cultura da empresa por todos na organização



Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Objetivo (OB1):	PC	Os objetivos dos processos de negócios estão alinhados com a estratégia organizacional e cascateado em metas, visão, missão e valores	Está claro a importância do alinhamento entre os objetivos dos processos e a estratégia organizacional para alguns na organização	Está compreendido a importância do alinhamento entre os objetivos dos processos e a estratégia organizacional para alguns na organização	Está disseminado o alinhamento entre os objetivos dos processos e a estratégia organizacional através de metas, visão, missão e valores para todos na organização	É praticado o alinhamento entre os objetivos dos processos e a estratégia organizacional através de metas, visão, missão e valores por todos na organização
Padronização (PA):	PC	Padrões, normas técnicas internas e externas e <i>templates</i> com a finalidade de estabelecer requisitos regulares e conformes para a modelagem do processo	Está claro a importância em adotar padrões, normas técnicas e <i>templates</i> para alguns na organização	Está compreendido a importância em adotar padrões, normas técnicas e <i>templates</i> para alguns na organização	Está disseminado os padrões, normas técnicas e <i>templates</i> adotados e estabelecido requisitos no processo para todos na organização	É praticado os padrões, normas técnicas e <i>templates</i> adotados e estabelecido requisitos no processo por todos na organização
Processos (PR1):	PC	Conjunto de atividades estruturadas e destinadas a obter um determinado resultado através de <i>inputs</i> , <i>outputs</i> , fornecedores e clientes (ex. SIPOC)	Está claro a importância de conhecer as atividades estruturadas e o resultado esperado dos processos para alguns na organização	Está compreendido a importância de conhecer as atividades estruturadas e o resultado esperado dos processos para alguns na organização	Está disseminado a estrutura das atividades e o resultado esperado dos processos através de <i>inputs</i> , <i>outputs</i> , fornecedores e clientes para todos na organização	É praticado a estrutura das atividades e o resultado esperado dos processos através de <i>inputs</i> , <i>outputs</i> , fornecedores e clientes por todos na organização
Processos (PR2):	PT	Sistematização/ automatização do conjunto de atividades estruturadas através de recursos e ferramentas tecnológicas que auxiliem no fluxo das informações (ex. folha de pagamento)	Está claro a importância da sistematização/ automatização de processos que auxiliem no fluxo das informações para alguns na organização	Está compreendido a importância da sistematização/ automatização de processos que auxiliem no fluxo das informações para alguns na organização	Está disseminado a automatização de processos mediante recursos tecnológicos para o fluxo das informações à todos na organização	É praticado a automatização de processos através de recursos tecnológicos para o fluxo das informações por todos na organização
Comunicação (CM):	PT	Sistema/ ferramenta para compartilhamento de informação de forma interativa entre equipes multidisciplinares para manter o fluxo do processo durante o ciclo de vida	Está claro a importância de ferramentas de interação entre as equipes para compartilhar informação para alguns na organização	Está compreendido a importância de ferramentas de interação entre as equipes para compartilhar informação para alguns na organização	Estão disseminadas ferramentas de interação entre as equipes para compartilhar informação e fluxo do processo para todos na organização	São utilizadas ferramentas de interação entre as equipes para compartilhar informação e fluxo do processo por todos na organização
Padronização (PA):	PT	Padronização dos recursos de tecnologia, infraestrutura, hardware e software com a finalidade de facilitar manutenção, interoperabilidade e operação sistêmica que suportam as atividades de um processo	Está claro a importância de padronizar os recursos de tecnologia e operação para suportar os processos para alguns na organização	Está compreendido a importância de padronizar os recursos de tecnologia e operação para suportar os processos para alguns na organização	Está disseminado a padronização dos recursos de tecnologia buscando facilitar manutenção, interoperabilidade e operação para suportar os processos para todos na organização	É praticado a padronização dos recursos de tecnologia buscando facilitar manutenção, interoperabilidade e operação para suportar os processos por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Software (SW):	PT	Recursos e ferramentas tecnológicas que se interagem com o usuário permitindo a execução de atividades estruturadas com algum propósito em específico (ex. ERP, BPM)	Está claro a importância de recursos e ferramentas tecnológicas para a execução de atividades estruturadas para alguns na organização	Está compreendido a importância de recursos e ferramentas tecnológicas para a execução de atividades para alguns na organização	Estão disseminados os recursos e ferramentas tecnológicas para a execução de atividades estruturadas por todos na organização	São utilizados recursos e ferramentas tecnológicas para a execução de atividades estruturadas por todos na organização
Processos (PR3):	PO	Descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional para execução das atividades estruturadas e processos	Está claro a importância de descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional para alguns na organização	Estão compreendidas as descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional para alguns na organização	Estão disseminadas as descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional para todos na organização	São praticadas descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional por todos na organização
Organização e Local de Trabalho (OL):	PO	Regras e gestão do processo no ambiente organizacional (físico, virtual, psicológico) para execução do processo e suas atividades	Está claro a importância de regras e gestão do processo no ambiente organizacional (físico, virtual, psicológico) para alguns na organização	Estão compreendidas as regras e gestão do processo no ambiente organizacional (físico, virtual, psicológico) para alguns na organização	Estão disseminadas as regras e gestão do processo no ambiente organizacional (físico, virtual, psicológico) para todos na organização	São praticadas regras e gestão do processo no ambiente organizacional (físico, virtual, psicológico) por todos na organização
Métricas (ME):	PO	Indicadores adotados para medir e analisar resultados do processo e suas atividades para monitorar a performance da organização	Está claro a importância de adotar indicadores para medir e analisar resultados de processos para alguns na organização	Está compreendido a importância de adotar indicadores para medir e analisar resultados de processos para alguns na organização	Estão disseminados os indicadores adotados para medir, analisar resultados e monitorar a performance dos processos para todos na organização	É praticado o uso de indicadores para medir, analisar resultados e monitorar a performance dos processos por todos na organização
Pessoas (PE2):	PO	Participação e engajamento multidisciplinar acerca da contribuição dos funcionários dentro do processo de negócio da organização	Está claro a importância da participação e engajamento multidisciplinar dos funcionários para alguns na organização	Está compreendido a importância da participação e engajamento multidisciplinar dos funcionários para alguns na organização	Está disseminado a importância da participação e engajamento multidisciplinar dos funcionários dentro do processo de negócio para todos na organização	É praticado a participação e engajamento multidisciplinar dos funcionários dentro do processo de negócio por todos na organização
Documentação (DO):	SC	Definição de conceitos, terminologias, instrução de trabalho e metodologias do serviço/ atividade que devem ser seguidas	Está claro a importância de conceitos, terminologias, IT e metodologias do serviço/ atividade para alguns na organização	Está compreendido a importância de conceitos, terminologias, IT e metodologias do serviço/ atividade para alguns na organização	Estão disseminados os conceitos, terminologias, IT e metodologias do serviço/ atividade que devem ser seguidas para todos na organização	São praticados os conceitos, terminologias, IT e metodologias do serviço/ atividade por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Qualidade (QA2):	SC	Características, propriedades e requisitos esperados ou recomendados pelas normas a garantir a qualidade e utilidade dos elementos construtivos	Está claro a importância de requisitos das normas para garantir a qualidade e utilidade dos elementos construtivos para alguns na organização	Está compreendido a importância de requisitos das normas para garantir a qualidade e utilidade dos elementos construtivos para alguns na organização	Estão disseminados quais os requisitos adotados pelas normas para garantir a qualidade e utilidade dos elementos construtivos para todos na organização	São praticados os requisitos e propriedades pelas normas para garantir a qualidade e utilidade dos elementos construtivos por todos na organização
Suporte (SU):	SC	Suporte financeiro e apoio da gestão à operação, visando atenuar problemas críticos internos, de fornecedores ou clientes para execução dos serviços	Está claro a importância do suporte financeiro e apoio da gestão à operação, visando atenuar problemas críticos para alguns na organização	Está compreendido a importância do suporte financeiro e apoio da gestão à operação, visando atenuar problemas críticos para alguns na organização	Está disseminado a importância do suporte financeiro e apoio da gestão à operação, visando atenuar problemas críticos internos e externos para todos na organização	É praticado o suporte financeiro e apoio da gestão à operação, visando atenuar problemas críticos internos e externos por todos na organização
Treinamento (TR1)	ST	Desenvolvimento de habilidade dos colaboradores para lidar com as tecnologias e sistemas para execução das atividades com excelência	Está claro a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores para lidar com as tecnologias e sistemas para alguns na organização	Está compreendido a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores para lidar com as tecnologias e sistemas para alguns na organização	Está disseminado a importância de desenvolver as habilidades dos colaboradores para lidar com as tecnologias e sistemas para todos na organização	É praticado desenvolver habilidades dos colaboradores para lidar com as tecnologias e sistemas por todos na organização
Software (SW):	ST	Recursos e ferramentas tecnológicas que se interagem com o usuário permitindo a execução de atividades específicas em BIM (ex. Bentley, Autodesk, etc)	Está claro a importância de recursos e ferramentas tecnológicas para atividades em BIM para alguns na organização	Está compreendido a importância de recursos e ferramentas tecnológicas para atividades em BIM para alguns na organização	Está disseminado quais são os recursos e ferramentas tecnológicas para atividades em BIM para todos na organização	São utilizados os recursos e ferramentas tecnológicas para atividades em BIM por todos na organização
Uso e Função (UF):	ST	Usabilidade e funcionalidades de um sistema com aplicações e interface amigável de fácil acesso para execução das atividades.	Está claro a importância de ter sistemas com aplicações, interfaces amigáveis e fácil acesso para alguns na organização	Está compreendido a importância de ter sistemas com aplicações, interfaces amigáveis e fácil acesso para alguns na organização	Estão disseminadas a usabilidade e funcionalidades dos sistemas com interfaces amigáveis e fácil acesso para todos na organização	São utilizados sistemas com aplicações, interfaces amigáveis, fácil acesso e com usabilidade e funcionalidades por todos na organização
Coleção de Objetos (CO):	ST	Elementos e recursos como objetos, famílias, blocos, estilos, formatos e texturas que compõem a biblioteca usados na modelagem	Está claro a importância dos elementos e recursos que compõem a biblioteca usados na modelagem para alguns na organização	Está compreendido a importância dos elementos e recursos que compõem a biblioteca usados na modelagem para alguns na organização	Estão disseminados os elementos e recursos que compõem a biblioteca usados na modelagem para todos na organização	São utilizados elementos e recursos que compõem a biblioteca na modelagem por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Competências (CP):	SO	Habilidades, conhecimento e aptidão em múltiplos softwares BIM, ciclo de vida da edificação, desenhos, planejamento, orçamento para parametrização da informação na gestão ou operação das atividades técnicas	Está claro a importância de habilidades, conhecimento e aptidão em BIM na gestão ou operação das atividades técnicas para alguns na organização	Está compreendido a importância habilidades, conhecimento e aptidão em BIM na gestão ou operação das atividades técnicas para alguns na organização	Está disseminado quais são as habilidades, conhecimento e aptidão em BIM na gestão ou operação das atividades técnicas para todos na organização	São praticadas e desenvolvidas habilidades, conhecimento e aptidão em BIM na gestão ou operação das atividades técnicas por todos na organização
Pessoas (PE):	SO	Funcionários que atuam conforme suas funções operacionais e especialistas nas atividades dentro das áreas/setores e reconhecem sua participação em BIM	Está claro a importância da atuação de funcionários operacionais e especialistas em BIM para alguns na organização	Está compreendido a importância da atuação de funcionários operacionais e especialistas em BIM para alguns na organização	Está disseminado a atuação de funcionários operacionais e especialistas em BIM e sua participação para todos na organização	É praticado o reconhecimento e atuação de funcionários operacionais e especialistas em BIM por todos na organização
Suporte (SU):	SO	Suporte financeiro e apoio da gestão para diminuição da resistência e adesão dos funcionários a executarem suas atividades e serviços em BIM (ex. "Sempre fiz assim")	Está claro a importância de suporte financeiro e apoio da gestão para diminuição da resistência às atividades e serviços em BIM para alguns na organização	Está compreendido a importância suporte financeiro e apoio da gestão para diminuição da resistência às atividades e serviços em BIM para alguns na organização	Está disseminado a importância de suporte financeiro e apoio da gestão para diminuição da resistência às atividades e adesão dos funcionários aos serviços em BIM para todos na organização	É praticado suporte financeiro e apoio da gestão para diminuição da resistência e adesão dos funcionários aos serviços em BIM por todos na organização
Treinamento (TR1)	SO	Desenvolvimento técnico dos colaboradores conforme cargo e função com o objetivo de executar as atividades com excelência	Está claro a importância de desenvolver tecnicamente os colaboradores conforme cargo e função para alguns na organização	Está compreendido a importância desenvolver tecnicamente os colaboradores conforme cargo e função para alguns na organização	Está disseminado a importância desenvolver tecnicamente os colaboradores conforme cargo e função para todos na organização	É praticado desenvolver tecnicamente os colaboradores conforme cargo e função por todos na organização
Networking (NE):	DC	Definição e conceitos da Infraestrutura da Tecnologia da Informação desde equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações	Está claro a importância de definir conceitos da infraestrutura de TI sobre equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Está compreendido a importância definir conceitos da infraestrutura de TI sobre equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Estão disseminados conceitos da infraestrutura de TI sobre equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização	São praticados conceitos da infraestrutura de TI sobre equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Informação (IF):	DC	Definição e arbitragem dos dados advindos dos processos e serviços organizacionais para manipulação (ex. orçamento em R\$, produtividade HH)	Está claro a importância em definir os dados advindos dos processos e serviços para manipulação para alguns na organização	Está compreendido a importância em definir os dados advindos dos processos e serviços para manipulação para alguns na organização	Estão disseminados e definidos os dados advindos dos processos e serviços para manipulação para todos na organização	São praticados os dados advindos dos processos e serviços para manipulação por todos na organização
Software (SW):	DC	Definição e arbitragem dos padrões na troca e compartilhamento de informações internas e externas virtualmente (ex. IFC, .xls, pdf)	Está claro a importância em definir padrões na troca e compartilhamento de informações internas e externas virtualmente para alguns na organização	Está compreendido a importância em padrões na troca e compartilhamento de informações internas e externas virtualmente para alguns na organização	Estão disseminados e definidos os padrões na troca e compartilhamento de informações internas e externas virtualmente para todos na organização	São praticados os padrões na troca e compartilhamento de informações internas e externas virtualmente por todos na organização
Informação (IF):	DT	Armazenamento, rastreabilidade, manipulação e consolidação de dados advindos dos processos e serviços organizacionais (ex. intranet, servidor)	Está claro a importância de armazenar e rastrear os dados advindos dos processos e serviços para alguns na organização	Está compreendido a importância de armazenar e rastrear os dados advindos dos processos e serviços para alguns na organização	Está disseminado como armazenar, rastrear, manipular e consolidar os dados advindos dos processos e serviços para todos na organização	É praticado armazenar, rastrear, manipular e consolidar os dados advindos dos processos e serviços por todos na organização
Software (SW):	DT	Ferramentas/ sistemas interoperáveis que se interagem com o usuário para realizar o compartilhamento e troca de informações interna e externas virtualmente (ex. Revit, Excel, Adobe)	Está claro a importância de ferramentas/ sistemas interoperáveis para a troca de informações interna e externa virtualmente para alguns na organização	Está compreendido a importância de ferramentas/ sistemas interoperáveis e como é a troca de informações interna e externa virtualmente para alguns na organização	Está disseminado a importância de ferramentas/ sistemas interoperáveis e como é a troca de informações interna e externa virtualmente por todos na organização	É praticado o uso de ferramentas/ sistemas interoperáveis e troca de informações interna e externa virtualmente por todos na organização
Networking (NE):	DT	Armazenamento, rastreabilidade e manipulação da Infraestrutura de TI desde equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações (ex. espaço físico para equipamentos, inventário, nuvem para sistemas)	Está claro a importância de armazenar e rastrear os equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações para alguns na organização	Está compreendido a importância de armazenar e rastrear os equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações para alguns na organização	Está disseminado como armazenar, rastrear e manipular os equipamentos, redes, sistemas, segurança, instalações até digitalizações e virtualizações para todos na organização	É praticado armazenar, rastrear e manipular os equipamentos, redes, sistemas, segurança, instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização

Quadro 7 – Conceitos e evolução dos atributos (continuação)

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Informação (IF):	DO	Descrições, definições de papéis e responsabilidades na estrutura organizacional para manipulação e gestão dos dados advindos dos processos e serviços	Está claro a importância em definir papéis e responsabilidades para manipulação e gestão dos dados para alguns na organização	Estão compreendidas as descrições de definições de papéis e responsabilidades para manipulação e gestão dos dados para alguns na organização	Estão disseminadas as descrições, definições de papéis e responsabilidades para manipulação e gestão dos dados para todos na organização	São praticadas as descrições, definições de papéis e responsabilidades para manipulação e gestão dos dados por todos na organização
Comunicação (CM):	DO	Definição de regras e gestão da interação da organização com seu público (interno ou externo) ao comunicar ou divulgar informações com propósito específico	Está claro a importância em definir regras na gestão e interação da organização com o público (interno ou externo) ao comunicar ou divulgar informações para alguns na organização	Está compreendido a importância em definir regras na gestão e interação da organização com o público (interno ou externo) ao comunicar ou divulgar informações para alguns na organização	Estão disseminadas as regras na gestão e interação da organização com o público (interno ou externo) ao comunicar ou divulgar informações para todos na organização	São praticadas as regras na gestão e interação da organização com o público (interno ou externo) ao comunicar ou divulgar informações por todos na organização
Documentação (DO):	DO	Definições de papéis e responsabilidades para registro, armazenamento e rastreabilidade de documentação na organização	Está claro a importância em definir papéis e responsabilidades em registrar, armazenar e rastrear a documentação para alguns na organização	Está compreendido a importância em definir papéis e responsabilidades em registrar, armazenar e rastrear a documentação para alguns na organização	Estão disseminadas as definições de papéis e responsabilidades em registrar, armazenar e rastrear a documentação para todos na organização	São praticadas as definições de papéis e responsabilidades em registrar, armazenar e rastrear a documentação por todos na organização
Networking (NE):	DO	Definições de papéis, regras e gestão da infraestrutura de TI (componentes físicos e sistêmicos) e interoperabilidade ao realizar o compartilhamento e troca de informações interna e externamente de forma virtual	Está claro a importância em definir papéis e responsabilidades ao realizar o compartilhamento e troca de informações para alguns na organização	Está compreendido a importância em definir papéis e responsabilidades ao realizar o compartilhamento e troca de informações para alguns na organização	Estão disseminadas as definições de papéis e responsabilidades, regras e gestão ao realizar o compartilhamento e troca de informações para todos na organização	São praticadas as definições de papéis e responsabilidades, regras e gestão ao realizar o compartilhamento e troca de informações por todos na organização

Fonte: A autora, 2021

#### 4.4.3 Diagnóstico do Nível de Maturidade

Neste trabalho o diagnóstico do nível de maturidade é suportado no método PROMETHEE II em função dos pesos advindos dos resultados da Escala Saaty anterior, oriunda do questionário e método AHP associando aos conceitos e evolução dos atributos do Quadro 7, resultando em uma abordagem híbrida AHP – PROMETHEE conforme Figura 27.

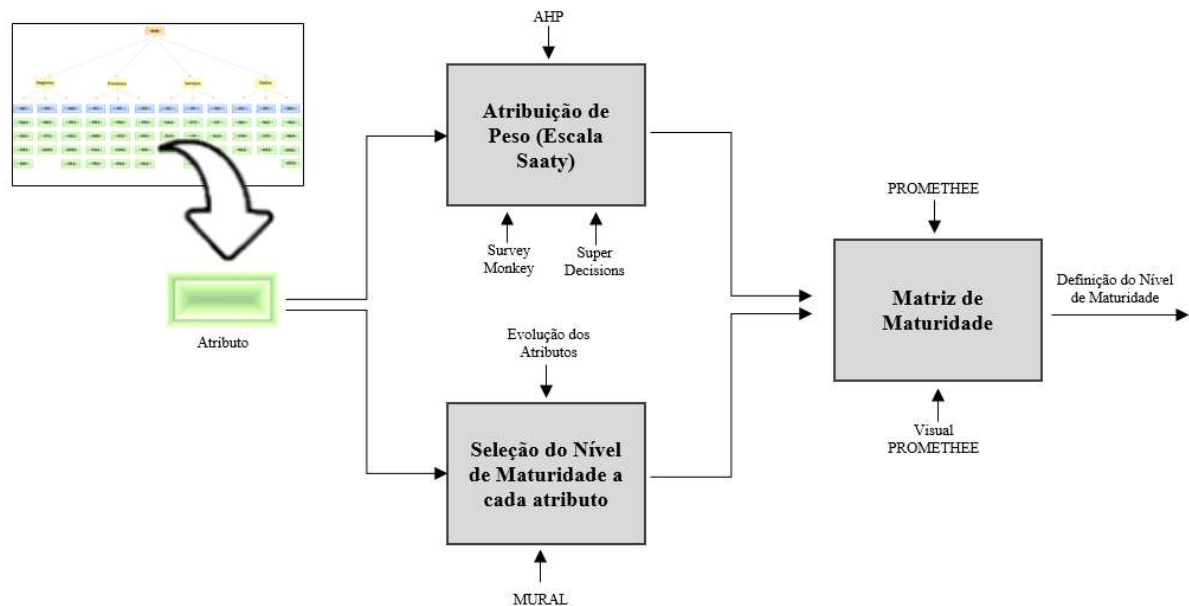


Figura 27 – Abordam híbrida AHP-PROMETHEE  
Fonte: A autora, 2021

Todos os dados foram inseridos no software Visual PROMETHEE buscando maior visibilidade de diagnóstico. O programa permite a diferenciação de critérios e alternativas por cores, a formação de grupos – que foram configurados conforme as camadas da IO – e fornece as principais estatísticas da avaliação.

Na estrutura de avaliação PROMETHEE foram realizadas as seguintes correspondências:

- Critérios: Atributos BIM;
- Função de preferência: Usual;
- Pesos dos critérios: valores de desempenho obtidos do método AHP;
- Alternativas: Níveis de maturidade.

Os 44 critérios BIM foram categorizados conforme os seus respectivos quadrantes para análises posteriores. No software Visual Promethee há uma função assistente que propõe perguntas, a quem estiver o executando, à luz da característica dos dados

que estão nesse critério, sugerindo as funções de preferência, seus parâmetros e dados estatísticos a serem considerados em cada obstáculo.

Em específico às alternativas que foram representados pelos níveis de maturidade (N1, N2, N3 e N4) considerou-se uma escala qualitativa dicotômica “Yes/No” conforme os conceitos e definições da evolução dos atributos do Quadro 7.

Esta estrutura e avaliação necessita da participação da organização. Com o intuito de facilitar ao respondente e proporcionar maior interatividade e autonomia, utilizou-se novamente a plataforma MURAL, na qual os níveis foram inseridos e o respondente poderia mover bolinhas ao nível que mais se adequasse ao estado atual como mostra a Figura 28.

Exemplo

Atributo	Aspecto Barreira	Conceito	Evolução			
			N1	N2	N3	N4
Objetivo (OB1):		Alinhamento estratégico da organização e valores que norteiam e constroem o propósito da organização	Está claro que existe um propósito por alguns na organização	Está compreendido que existem metas, visão, missão, valores e propósito por alguns na organização	Está disseminado as metas, visão, missão, valores e propósito por todos na organização	É praticado as metas, visão, missão, valores e propósito por todos na organização
Qualidade (QA1):		Sistema de gestão alinhado com a estratégia da organização e seus processos, visando atender e garantir a satisfação e expectativas dos clientes internos e externos	Está claro a importância dos processos por alguns na organização	Está compreendido a importância dos processos conforme alinhamento estratégico por alguns na organização	Está disseminado os processos organizacionais e seu alinhamento estratégico por todos na organização	É praticado os processos organizacionais e controlados com foco na satisfação dos clientes externos e internos por todos na organização
Gerenciamento (GE1):		Modelo de gestão associado diretamente a visão geral da organização, responsável pela direção e condução de todos os recursos da empresa conforme seus objetivos e propósito	Está claro a visão geral dos gestores para alguns na organização	Está compreendido a visão geral e condução dos recursos dos gestores para alguns na organização	Está disseminado a visão geral e condução dos recursos dos gestores para todos na organização	É praticado a visão geral e condução dos recursos dos gestores conforme o propósito da empresa para todos na organização
Melhoria Contínua (MC):		Cultura da prática ininterrupta de melhoria e aperfeiçoamento de processos internos ao modelo de negócio buscando melhoria de produtos e serviços dentro de uma organização	Está claro a importância da melhoria contínua para alguns na organização	Está compreendido a importância da melhoria contínua e como aperfeiçoar os processos para alguns na organização	Está disseminado a importância da melhoria contínua e como aperfeiçoar os processos de produtos/ serviços por todos na organização	É praticado a melhoria contínua e aperfeiçoado os processos de produtos/ serviços ininterruptamente por todos na organização
Networking (NE):		Infraestrutura da Tecnologia da Informação para suportar a organização desde equipamentos, redes, sistemas, segurança e instalações até digitalizações e virtualizações que possibilitam o gerenciamento e a operação	Está claro a importância de uma infraestrutura para suportar a operação da organização com equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Está compreendido a importância de uma infraestrutura para suportar a operação da organização com equipamentos, redes, sistemas para alguns na organização	Está disseminado como é a gestão da infraestrutura para suportar a operação com equipamentos, redes, sistemas segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização	É praticado o uso e a gestão da infraestrutura para suportar a operação com equipamentos, redes, sistemas segurança e instalações até digitalizações e virtualizações por todos na organização

Figura 28 – Extrato parcial da plataforma MURAL na seleção do nível de maturidade  
Fonte: A autora, 2021

Ainda foi permitido ao respondente que se necessário ou pertinente selecionasse mais de um nível. Esta análise indica o posicionamento da organização e seu respectivo enquadramento conforme a avaliação diagnóstica do seu potencial (maturidade) e é normalizada estatisticamente pelo próprio software e aceito pelo método PROMETHEE.

Após todas essas informações consolidadas, elas são estruturadas no software Visual PROMETHEE conforme extrato parcial apresentado na Figura 29. Os resultados permitem identificar qual área ou aspecto a empresa analisada deve priorizar na implementação BIM e contribuir para as decisões estratégicas da organização, assim indicarão um diagnóstico mais assertivo em relação as ações necessárias a serem elaboradas no tópico a seguir.



	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Curitiba</b>	NC Gerencia...	NC Melhoria ...	NC Objetivos	NC Qualidade	PC Objetivos	PC Padroniz...	
Unit	y/n	y/n	y/n	y/n	y/n	y/n	
Cluster/Group	●	●	●	●	◆	◆	
<b>Preferences</b>							
Min/Max	max	max	max	max	max	max	
Weight	0,78	0,39	3,07	0,22	0,85	0,50	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>							
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maximum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Average	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	
Standard Dev.	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	
<b>Evaluations</b>							
<input checked="" type="checkbox"/>	N1_Inicial	no	yes	yes	no	yes	no
<input checked="" type="checkbox"/>	N2_Transição	no	no	no	yes	no	yes
<input checked="" type="checkbox"/>	N3_Promissor	yes	no	no	no	no	no
<input checked="" type="checkbox"/>	N4_Contínuo	no	no	no	no	no	no

Figura 29 – Extrato parcial da matriz de maturidade no Visual PROMETHEE  
Fonte: A autora, 2021

#### 4.5 DECISIONAL

A etapa decisional tem como intuito a proposição de ações Lean utilizando novamente o método PROMETHEE II que pode atuar na classificação de alternativas empregando múltiplos critérios qualitativos e quantitativos, bem como uma análise de relação entre os critérios e as alternativas avaliadas.

Na matriz de decisão PROMETHEE, os atributos BIM dão forma aos *critérios* e as alternativas Lean são os *actions* deste MMAD. As sugestões e definições de função ocorre como quando utilizado na matriz de nível de maturidade com auxílio da função assistente disponível no software.

Então, como outra entrada para executar o método PROMETHEE II, há que se fazer avaliações que mensuram o impacto que cada atividade do plano de ação tem sobre a resolução dos atributos BIM. Ressalta-se que a instrumentação no Visual PROMETHEE foi calculada a partir dos pesos oriundos do método AHP.

Por fim, após preenchidos os pesos dos atributos BIM, suas funções de preferência, parâmetros e a matriz de impactos do plano de ação, o método fornece o ordenamento das atividades do plano de ação conforme maior aderência aos critérios

envolvidos. Assim as ações prioritizadas compõe um portfólio de melhoria para a organização.

Considerando que o peso de cada atributo BIM representou a atenção atual da organização, logo, a matriz decisional direcionaria ações para aperfeiçoamento da performance atual. Porém, a intenção neste trabalho é conduzir ações para priorizar os gargalos existentes, visto isso todos os pesos adotados na matriz de decisão foram necessariamente invertidos (1/n), conforme exemplos ilustrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Exemplos de inversão de Pesos na abordagem híbrida AHP-PROMETHEE

Quadrante	Atributo	Peso AHP	Peso adotado no PROMETHEE II
NC	Gerenciamento	0,78	1/0,78 = 1,28
NC	Melhoria Contínua	0,39	1/0,39 = 2,56

Fonte: A autora, 2021

Para as ações Lean, todas foram baseadas na revisão da literatura e estruturadas em 5 princípios (AZIZ & HAFEZ, 2013) relatados nos tópicos 3.2.1 a 3.2.2 conforme sua aplicação e utilização na construção civil. E para cada ação foram definidos e atribuídos objetivos e resultados esperados com sua aplicação podendo ser visualizado no Quadro 8.

Quadro 8 – Objetivos e resultados esperados das Ações Lean

Princípio Lean	Código	Ação Lean	Objetivo
<b>Especificação de valor</b>	L1	Valor ao Cliente	Discussão sobre o valor para o cliente; grau de conhecimento dos colaboradores em relação à quem é o cliente (interno/externo) e suas respectivas necessidades;
	L2	Liderança visível	Nível de conhecimento da condição atual de operação pelo gestor da área; rapidez e eficiência de respostas por parte da gestão utilizando processos claros;
	L3	Engajamento das pessoas	Grupos de melhoria contínua e nível de participação dos colaboradores; colaboração da equipe para as metas e objetivos da área/ empresa; nível de participação da equipe em treinamentos da organização e de qualidade;
	L4	Autonomia e Empoderamento	Nível de autonomia dos colaboradores para parar a atividade quando da ocorrência de problemas; tempo médio de resposta; procedimentos padrões para direcionamento dos problemas encontrados; acompanhamento de anormalidades recorrentes no processo; capacidade de detecção automática de anomalias; nível de autonomia do colaborador para intervir no processo; capacidade de aprendizado com os processos fora de controle;

Quadro 8 – Objetivos e resultados esperados das Ações Lean (continuação)

<b>Perfeição/ Melhoria Contínua</b>	<b>L5</b>	Plano de Controle	Controle de processos essenciais e planejamento sobre eles; realização de auditorias para controle de aderência da equipe; nível de reincidência de não conformidades registradas;
	<b>L6</b>	Plano de competências	Programas de treinamento formal para desenvolvimento de habilidades e competências, tempo destinado à treinamentos no trabalho conforme cargo e função, quadro de habilidades e competências visível a todos para equipes multidisciplinares;
	<b>L7</b>	PDCA	Corresponde ao ciclo PDCA através de uma abordagem sistemática, disciplinada e apoiada em fatos focada na resolução de problemas e melhoria contínua;
<b>Pull</b>	<b>L8</b>	Produção Puxada	Fluxo de produção puxada, controle na linha de operações ou ritmo de produção, estabelecimento de níveis máximos de estoque em processo, nível de comunicação entre o processo, adoção de sistemas kanban, disciplina no controle do WIP;
	<b>L9</b>	5S	Nível de organização e limpeza do espaço de trabalho com demarcações e gestão visual, senso de utilização das máquinas, materiais e equipes; incorporar a cultura organizacional e adequação aos processos na rotina de trabalho, auditorias de conformidade pela gerência;
	<b>L10</b>	SOP	Padronização do sistema documental e operacional com instruções de trabalho, nível de aderência da equipe aos procedimentos, visibilidade de formulários e procedimentos em todas as áreas, melhoria contínua dos procedimentos por parte da equipe;
<b>Fluxo de valor</b>	<b>L11</b>	VSM	Nível de emprego do mapeamento do fluxo de valor como base para definição e controle dos processos, nivelamento da produção e produção sob demanda; controle de estoque em processo; treinamentos relacionados à VSM;
	<b>L12</b>	Eliminação de Desperdícios	Eliminação de desperdícios em várias áreas; sistema para identificação dos tipos de desperdícios para reduzi-los; nível de conhecimento e know-how para compreensão dos desperdícios; direcionamento de atividades de melhoria contínua para eliminação de desperdícios;
<b>Fluxo contínuo</b>	<b>L13</b>	Poka Yoke	Sistema de inspeção (sonoros ou visuais) a prova de erros, a fim de diagnosticar defeitos em processos de execução, utilização de matéria-prima ou prevenir riscos de falhas humanas; paralisação de todo o processo até que a causa raiz do problema seja detectada;
	<b>L14</b>	Takt time	Planejamento no ritmo de produção, utilização do tempo de ciclo de produção para identificar operações diárias, alteração rápida de ritmo e frentes, acompanhamento da demanda do cliente em tempo real, controle e produtividade das atividades, ritmo estabelecido com base no tempo takt;
	<b>L15</b>	Heijunka	Nivelamento da produção de forma equilibrada através do tempo conforme as variações diárias na demanda; programação da produção se adequando ao escopo, especificação do que, quando e quanto produzir conforme planejamento e insumos;
	<b>L16</b>	TPM	Nível de informação e sincronização fornecido pela máquina, abrangência dos planos de manutenção preditiva, nível de atuação preventiva, Tempo de resposta à falhas, Participação da equipe na limpeza e verificação;

Fonte: A autora, 2021

As preferências das ações na matriz de decisão PROMETHEE, ou seja, as alternativas possuem impacto individualmente em cada atributo da matriz, visto isso algumas ações Lean selecionadas são ferramentas adotadas na gestão, qualidade e melhoria contínua por entender ser complementar ao desenvolvimento e performance dos atributos BIM.

É possível notar que uma ação poderá impactar em mais de um atributo, ou seja, ter o seu impacto diretamente (impacto alto) até indiretamente (impacto baixo). Visto isso, a proposição das ações foi baseado na construção de uma matriz de influência em Atributos BIM x Ações Lean (44x16) para mapear em uma escala de 1 a 3, na qual representam 1: baixo impacto, 2: médio impacto e 3: alto impacto.

Esta matriz foi embasada na revisão da literatura de LC. Entretanto a matriz pode ser confeccionada a partir da visão de quem a executa desde que tenha compreensão acerca do ambiente organizacional. A matriz encontra-se na Figura 30.

Atributos BIM			NC			NT		NO			PC			PT			PO			SC		ST			SO			DC		DT			DO														
			Gerenciamento	Melhoria Contínua	Objetivo	Qualidade	Gerenciamento de Mudanças	Networking	Software	Gerenciamento	Gerenciamento de Mudanças	Organização e Local de Trabalho	Pessoas	Objetivo	Padronização	Processos	Treinamento	Comunicação	Padronização	Processos	Software	Métricas	Organização e Local de Trabalho	Pessoas	Processos	Documentação	Qualidade	Suporte	Coleção de Objetos	Software	Treinamento	Uso e Função	Competências	Pessoas	Suporte	Treinamento	Informação	Networking	Software	Informação	Networking	Software	Comunicação	Documentação	Informação	Networking	
Especificação de valor	L1	Valor ao Cliente	3	3	3	3	2	1	1	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	2	3	1	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	1	
	L2	Liderança visível	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2	3	3	1	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	1	
	L3	Engajamento das pessoas	3	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	2	3	3	3	2	1	2	1	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3		
	L4	Autonomia e Empoderamento	3	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	2	1	3	2	1	1	2	2	3	3	3	2	1	2	1	1	1	2	1	3	3	2	2	1	1	1	3	3	3	3	1	2	2	
Melhoria Contínua	L5	Plano de controle	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	2	3	3	3	1	2	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
	L6	Plano de competências	3	3	3	2	2	2	2	1	3	1	2	2	2	3	3	2	2	2	2	3	1	2	1	2	2	1	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	1	2	2	2
	L7	PDCA	2	3	2	3	3	1	1	3	3	1	2	3	1	3	3	2	2	2	1	3	1	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
Pull	L8	Produção Puxada	2	1	2	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	L9	5S	3	3	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	3	3	3	2	2	2	2	1	3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	2	2	2	2
	L10	SOP	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2	
Fluxo de valor	L11	VSM	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	2	3	1	2	3	2	3	2	3	1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	1	3	3	3	2	2	2	2	
	L12	Eliminação de Desperdícios	2	3	2	2	1	2	2	3	1	3	3	2	2	3	3	1	1	2	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	1	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	
Fluxo contínuo	L13	Poka Yoke	1	2	1	2	3	3	3	1	2	2	2	1	1	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	1	1	3	3	3	2	1	2	1		
	L14	Takt time	1	2	3	2	1	2	2	1	2	1	2	2	2	3	3	3	1	3	3	3	1	2	3	2	3	3	1	2	2	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1	2	3	1	1	1	
	L15	Heijunka	1	2	3	3	1	1	1	1	2	1	2	2	3	3	2	1	3	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	
	L16	TPM	1	2	3	1	3	3	3	1	2	2	1	2	2	2	1	3	3	3	3	1	2	2	2	2	1	2	3	3	3	3	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	1	1	1	1

1 Baixo Impacto      2 Médio Impacto      3 Alto Impacto

Figura 30 – Matriz de Impacto das Ações Lean  
Fonte: A autora, 2021

A escala utilizada na matriz de impacto foi construída qualitativamente adotando o intervalo de 1 a 3 por entender que atende satisfatoriamente facilitando o posicionamento e avaliação de cada alternativa (ações Lean) em relação aos atributos. Esta avaliação foi inserida no Visual PROMETHEE para estruturação das alternativas.

Assim, considerando os pesos de cada atributo advindos do AHP e a influência das ações Lean, essas informações são consolidadas e estruturadas no software Visual PROMETHEE. Logo, a proposição e priorização das ações é calculada consolidando um ranking baseado no cenário respondido pela organização conforme apresenta a Figura 31.

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Empresa C</b>	NC Gerencia...	NC Melhoria ...	NC Objetivos	NC Qualidade	PC Objetivos	PC Padroniz...	PC Processos	
Unit	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	
Cluster/Group	●	●	●	●	◆	◆	◆	
<b>Preferences</b>								
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	0,78	0,39	3,07	0,22	0,85	0,50	1,24	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>								
Minimum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	
Maximum	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	
Average	2,06	2,50	2,50	2,44	2,31	2,13	2,94	
Standard Dev.	0,83	0,61	0,61	0,61	0,58	0,70	0,24	
<b>Evaluations</b>								
<input checked="" type="checkbox"/> L1	●	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L2	●	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L3	●	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L4	●	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L5	●	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L6	●	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L7	●	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L8	●	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L9	●	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L10	●	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto

Figura 31 – Estruturação das Ações Lean no Visual PROMETHEE  
Fonte: A autora, 2021

#### 4.6 AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM

Conforme recomendações de Platts (1993), esta dissertação foi instrumentalizada com auxílio dos MMAD e descrito até o momento requer alguns requisitos específicos para sua validação pois está relacionado diretamente com a aplicação e tomada de decisões estratégicas nas organizações.

A aplicação de um estudo de caso utilizou algumas premissas para a seleção da organização, como o fato da empresa não possuir ainda implementação de BIM e Lean, mas ter entendimento sobre o valor agregado dessas implementações, bem como interesse em viabilizar esses projetos.

Importante salientar que neste trabalho adotou-se o envolvimento do pesquisador como "observação direta", o pesquisador se esforça para permanecer totalmente distanciado, registrando que acontece sem influenciar os eventos. Esta abordagem teve como objetivo um conjunto de dados livres de interpretação quanto possível

Também nesta etapa, seu objetivo foi determinar se o processo forneceu uma etapa prática e processual na formulação da estratégia. A fim de investigar isso, a Avaliação da abordagem por processos de Cambridge Platts (1993) apresentam como critérios: viabilidade, usabilidade e utilidade, pois a avaliação da abordagem está relacionada diretamente ao feedback dos participantes e também ao cumprimento e atendimento ao propósito desta dissertação. Sendo assim, nesta etapa serão abordados pontualmente o atendimento à estes requisitos.

Estes quesitos se transformaram em um questionário de avaliação (pode ser consultado no Apêndice B) enviado em conjunto com o plano de ação elaborado da etapa decisional. A finalidade foi coletar feedback dos participantes em relação ao procedimento baseando-se no seguinte roteiro:

a) Viabilidade: o processo pode ser seguido?

Consideraram neste item os aspectos da metodologia e estrutura do processo buscando a avaliação sobre a aplicação, fácil entendimento, o progresso claro e se os resultados foram visualmente adequados.

b) Usabilidade: o processo tem propósito e é fácil de seguir?

Para avaliação da usabilidade, foram verificadas a organização e sequência lógica das etapas e do processo, facilidade na aplicação e coleta de dados, grau de complexidade do processo e ferramentas usadas até o fim que se destina.

c) Utilidade: o processo forneceu um passo útil na formulação da estratégia para implementação BIM?

Foram coletadas informações que podem ser usadas tanto para melhorar o processo quanto para inferir sua utilidade. Foram avaliadas o atendimento da metodologia aos objetivos e expectativas, utilidade dos resultados, praticidade da ferramenta e do procedimento, utilidade dos resultados à tomada de decisões.

## 5. CASE – APLICAÇÃO E RESULTADOS

Com o intuito de aplicar e validar o procedimento desenvolvido neste trabalho nas empresas selecionadas, considerando as premissas e etapas descritas anteriormente, foram aplicadas três fases e divididas da seguinte maneira:

- i. Fase Diagnóstica: O(s) representante(s) da organização responde ao questionário “Slider” da SurveyMonkey considerando o foco atual da organização e seleciona o nível de maturidade de cada um dos 44 atributos mais adequado à sua realidade na plataforma MURAL.
- ii. Fase Decisinal: O representante da organização recebe o relatório completo diagnóstico do nível de maturidade para benchmarking e indicação das ações e características dos atributos para acompanhamento das melhorias.
- iii. Fase de Avaliação da Abordagem: O(s) representante(s) da organização avalia este procedimento quanto à usabilidade, utilidade e viabilidade.

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO

A aplicação deste procedimento selecionou de forma consistente e realizou abordagem em 3 empresas Construtoras semelhantes, residentes e localizadas na cidade de Curitiba/PR. Entretanto, apenas 1 empresa participou efetivamente das três fases (fase diagnóstica, fase decisinal e fase de relatório/ feedback), a qual serão apresentados os seus resultados.

A construtora “C” é uma empresa de sociedade anônima com mais de 70 anos de mercado na indústria da construção civil atuando majoritariamente em obras de infraestrutura pesada e obras de arte especiais no Brasil e no exterior. A organização não possui implementação de BIM ou Lean Construction. Mas possui algumas certificações do Sistema de Gestão da Qualidade (ISO 9001) e GPTW (*Great Place To Work*).

A empresa é considerada de grande porte devido ao seu faturamento anual acima de R\$50M e quantidade de funcionários superior a 500. Além disso a mesma está no ranking das 100 maiores empresas da região Sul do país. Sua participação neste procedimento diagnóstico foi representado pelo Gerente de Qualidade e Melhoria Contínua.



## 5.2 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE DIAGNÓSTICA

Iniciando pela fase diagnóstica, as respostas subsidiam a análise de quesitos relacionados ao contexto atual da organização observando as barreiras e camadas da interoperabilidade. Foram realizadas ao total 78 comparações referente aos 44 atributos, barreiras e aspectos. Para cada comparação foram obtidos valores absolutos conforme a escala Saaty adotada.

Importante ressaltar que somente ao realizar a instrumentalização no software da avaliação diagnóstica foi possível validar o coeficiente de inconsistência (CI) em cada comparação. O método AHP admite e recomenda CI <10%, o que ocorreu em 83,33% das comparações, ou seja, 16,67% - o qual representam 13 comparações – foram retornadas ao respondente para nova análise e reposta.

Os resultados da aplicação do AHP conduziram à expressão gráfica representada na Figura 32 que apresenta o foco atual da organização considerando o peso individual de cada atributo, bem como os valores atribuídos a cada barreira (conceitual, tecnológica e organizacional). Suas camadas hierárquicas (negócios, processos, serviços e dados) representam uma ponderação relativa sobre o que está sendo dado mais atenção neste momento, uma vez que esta empresa ainda não implementou BIM e nem utiliza a filosofia do sistema de gestão LC.

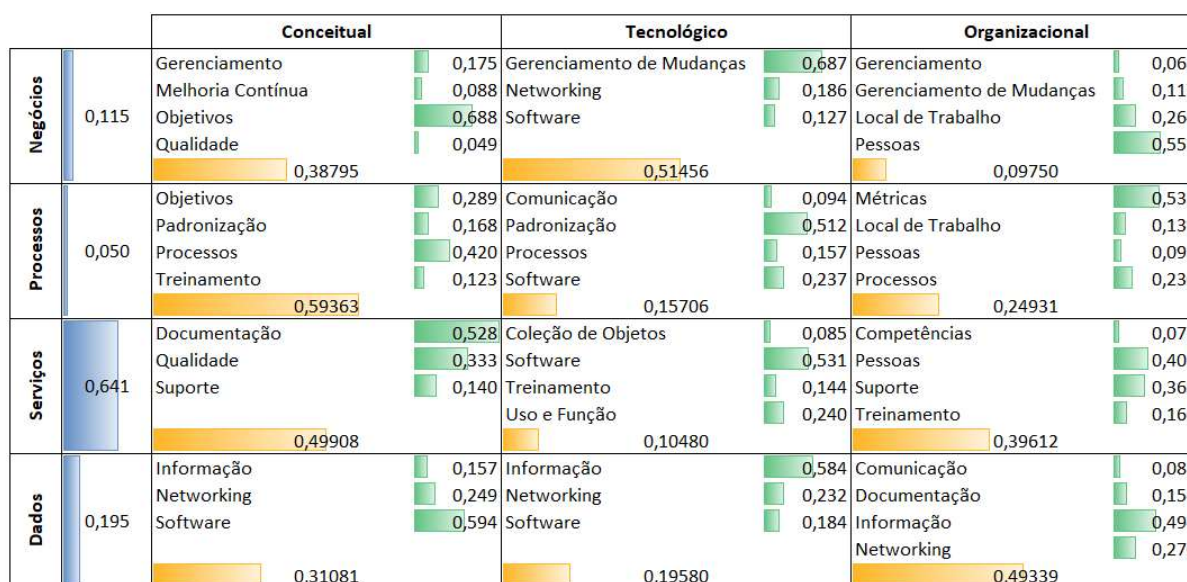


Figura 32 - Diagnóstico fornecido pelo método AHP no case  
Fonte: A Autora, 2021.

Esta primeira etapa indica quais são os aspectos e seus respectivos atributos que estão sendo dados maior atenção (Serviços), demonstrando uma maturidade

desejável e que podem ser aumentado sua performance. E ainda os aspectos e atributos que requerem e/ou necessitam de atenção pela empresa, ou seja, que no momento encontram-se como gargalos e que poderão ser melhorados (Processos).

É possível identificar onde está sendo direcionada a energia da organização, que neste caso com foco predominante em serviços – o que pode ser entendido como um analogia bem característica da construção civil por ser uma prestação de serviços e com o enfoque bem manual.

Ainda, a avaliação nas perspectivas de Negócios e Processos apenas corrobora com a justificativa e problemática deste trabalho – mesmo que em uma amostragem pequena – esta construtora apresenta uma fragilidade na definição e prática de um modelo de gestão que esteja focado na estratégia da organização e mercado.

Percebe-se que as barreiras de interoperabilidade tecnológicas e organizacionais são inversamente proporcionais conforme as perspectivas avaliadas, evidenciando que o conhecimento e utilização de sistemas ou tecnologias não faz parte da rotina e atividades durante a execução das atividades pelos colaboradores.

Diferentemente da barreira organizacional que demonstra ênfase na definição de papéis e responsabilidades, ou seja, hierarquias bem estabelecidas e enraizadas na indústria AEC principalmente nas atividades e serviços de canteiro em obras, bem como coleta de dados e informações para retroalimentação do planejamento, qualidade, orçamento, etc.

Essa visão diagnóstica pode ser ainda estruturada de acordo com os 12 quadrantes da interoperabilidade organizacional (IO) trazendo uma abordagem mais macro do estado atual, conforme traz a Figura 33 que possibilita identificar através da escala de cores a barreira e camada mais frágil, intermediária e a mais forte neste atual momento, facilitando assim iniciativas e buscas por planos de melhorias.

	Conceitual	Tecnológico	Organizacional	
Negócios	0,045	0,059	0,011	0,115
Processos	0,030	0,008	0,012	0,050
Serviços	0,320	0,067	0,254	0,641
Dados	0,060	0,038	0,096	0,195
	0,454	0,172	0,373	1

Figura 33 – Visão diagnóstica sob a perspectiva dos quadrantes da interoperabilidade  
 Fonte: A Autora, 2021.

Esta perspectiva foi calculada considerando os pesos globais de cada quadrante (atributos x barreira) e apenas ratifica que o aspecto serviços tem a maior atenção e aspecto processos a menor atenção, enquanto às barreiras, o conceitual concentra maior atenção e a tecnológica a menor atenção.

Embora o diagnóstico seja totalmente relevante, entender o posicionamento da organização quanto à sua maturidade facilitará seu redirecionamento em relação a evolução dos atributos. Pois a estrutura desenvolvida na evolução dos atributos pode ser considerado como uma metodologia prescritiva das etapas e fases a serem superadas por uma organização ao implementar BIM.

Ainda foi permitido ao respondente que se necessário ou pertinente selecionasse mais de um nível. Esta análise indica o posicionamento da organização e seu respectivo enquadramento conforme a avaliação diagnóstica do seu potencial (maturidade) e é normalizada estatisticamente pelo próprio software e aceito pelo método PROMETHEE.

Utilizando os pesos vindos do AHP no método PROMETHEE é possível identificar e detalhar o posicionamento dos níveis de maturidade. O extrato completo respondido pela organização pode ser acessado no Apêndice B. A Figura 34 estabelece o ranking do nível de maturidade, bem como determina o fluxo líquido de preferência ( $\phi(\alpha)$ ) e a

relação entre um nível e outro. Esta análise indica numericamente e ilustrativamente o gargalo entre o nível 1 e os demais.

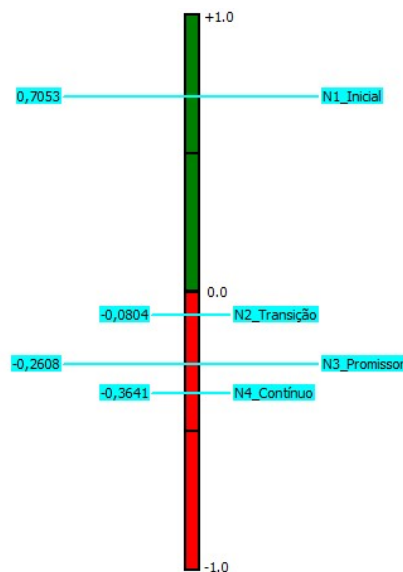


Figura 34 – Ranking do Nível de Maturidade  
Fonte: A Autora, 2021.

O plano GAIA (análise do PROMETHEE) parte de uma representação multidimensional do problema de decisão com em análise as dimensões conforme o número de critérios. Entretanto essas informações dependem diretamente da qualidade do GAIA. Um bom nível de qualidade ( $\Delta$ ) apresenta menos distorções em relação às avaliações reais, por isso neste trabalho utilizou-se  $\Delta = 96,5\%$ .

Sob a perspectiva da análise GAIA, a Figura 35 corrobora com a atenção e foco atual nos aspectos serviços e dados, pois o eixo de decisão (eixo vermelho) está entre estes dois aspectos e também direcionado ao nível de maturidade 1. O eixo de decisão é uma representação dos pesos e sua orientação indica qual o aspecto está de acordo com o ranking obtido no método.

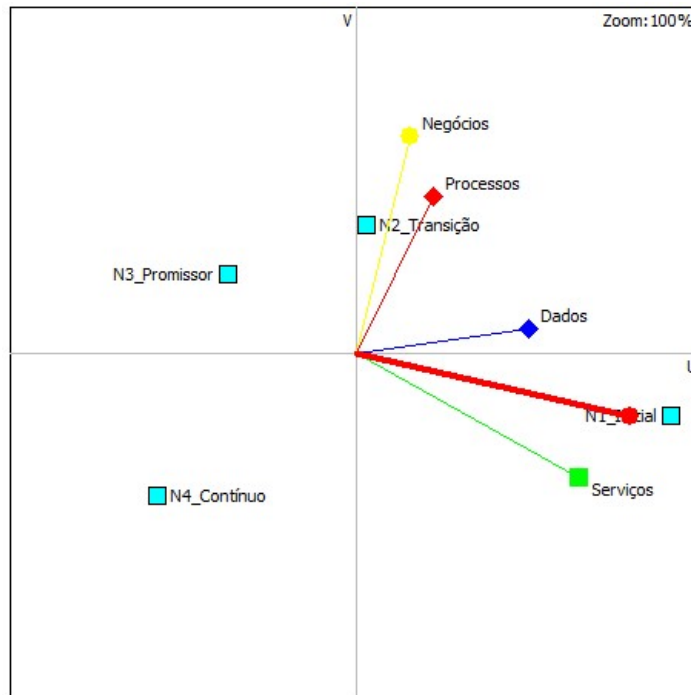


Figura 35 – GAIA Visual Analysis  
Fonte: A Autora, 2021.

Além disso, demonstra que os aspectos que os decisores expressam preferências semelhantes possuem eixos próximos uns dos outros, ou seja, processos e negócios. Isso significa que atributos oriundos de processos estão relacionados diretamente aos atributos oriundos de negócios, assim, é possível encontrar ações (e alternativas) que são boas para ambas as perspectivas ao mesmo tempo.

A direção dos eixos dos aspectos serviços e negócios sugerem que os mesmos são um pouco conflitantes entre si pois suas orientações apontam em direções quase opostas. Esta análise em relação a orientação indica que o decisor terá que compreender o conflito existente e conciliar qual será o enfoque na sua tomada de decisão.

O comprimento dos eixos dos aspectos também é relevante nesta ponderação, pois quanto mais longo o eixo, mais discriminante é o aspecto. Neste caso serviço, portanto, é o aspecto que possui mais variações observadas e conseqüentemente são as de maior impacto ao decisor. Ressalta-se que discriminação é diferente do peso do aspecto.

### 5.3 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE DECISIONAL

Para simulação e identificação das ações mais aderentes ao estado atual, o foco foi delimitado com base nas fragilidades para nesta etapa decisional direcionar os esforços em Processos, Negócios, Dados e Serviços respectivamente.

As ações selecionadas foram priorizadas pois possuem alto impacto nos atributos mais frágeis da organização, portanto tende-se a minimizar os maiores obstáculos BIM, logo possibilitando a implementação BIM e aumentando a performance global. Cada ação foi denominada pelo seu código e categorizado de acordo com o princípio pela coloração apresentada na Figura 30.

Como resultados oriundos dos recursos do Visual PROMETHEE, temos a Figura 36 que apresenta o foco e a importância em cada camada conforme as necessidades pontuadas pela organização. A camada de Processos liderando as ações com 53%, em seguida a camada de Negócios com 35%, Dados 7% e Serviços 5%.

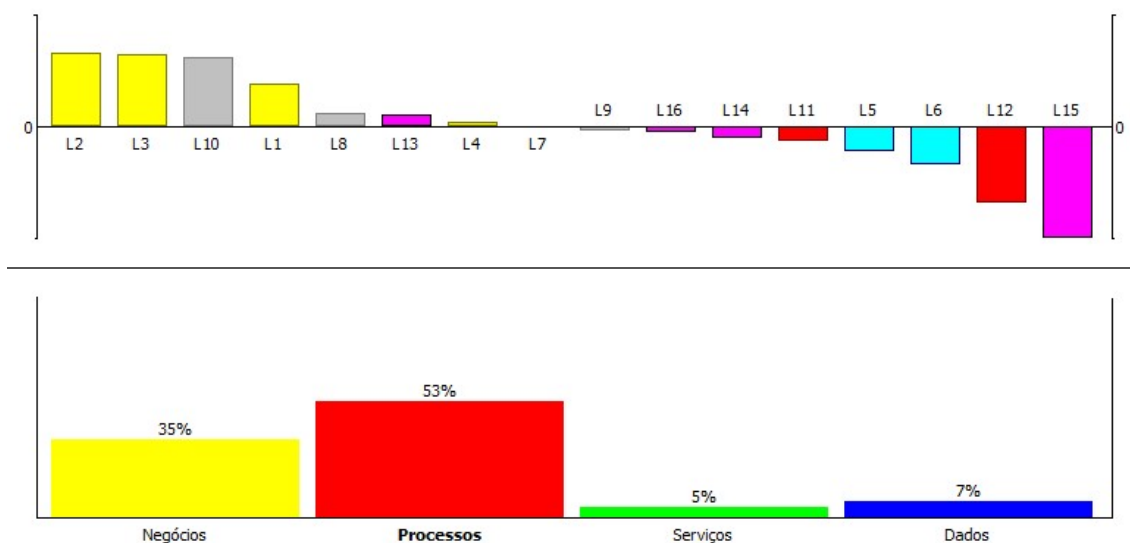


Figura 36 – Priorização das camadas (PROMETHEE II)

Fonte: A Autora, 2021.

Ressalta-se que a Figura 36 representa apenas um extrato pois apresenta os atributos agrupados conforme os aspectos de Negócios, Processos, Serviços e Dados para facilitar a visualização, entretanto os valores estruturados no método PROMETHEE II foi baseado em cada atributo individualmente, bem como a análise e proposição das ações. No Apêndice D é apresentado uma visão mais granular.

Ainda em análise, é possível perceber que existem ações que se encontram no eixo positivo da ilustração enquanto existem ações com fluxo líquido negativo e por isso encontram-se abaixo do 0. Isso significa que ações com fluxo líquido negativo

não necessitam priorização num primeiro momento a fim de viabilizar a concretização das ações prioritárias.

Os fluxos líquidos de preferência ( $\phi(a)$ ), ou seja, o ranking das ações com seus respectivos posicionamento estão apresentados detalhadamente na Tabela 3. Na qual, observa-se que prioritariamente as ações LC sugerem o Princípio de Especificação de Valor, que muito se aplica na filosofia Lean e que notadamente não tem sido atenção da organização aos clientes internos e externos.

Outra análise implícita de LC é que a construção e padronização de processos tem uma participação relevante antes da busca da melhoria contínua, ou seja, é necessário entender e compreender o estado atual em que se encontra para depois atuar em busca de melhoria nos processos.

Tabela 3 – Fluxo Líquido de Preferência das Ações

Rank	Código		Princípio	Ação	Phi	Phi+	Phi-
1	L2		Especificação de Valor	Liderança visível	0,2743	0,4197	0,1454
2	L3		Especificação de Valor	Engajamento das pessoas	0,2692	0,4291	0,1599
3	L10		Pull	SOP	0,2543	0,436	0,1817
4	L1		Especificação de Valor	Valor ao cliente	0,1603	0,378	0,2177
5	L8		Pull	Produção Puxada	0,049	0,3513	0,3022
6	L13		Fluxo Contínuo	Poka Yoke	0,0463	0,3435	0,2972
7	L4		Especificação de Valor	Autonomia e empoderamento	0,0183	0,3294	0,3112
8	L7		Melhoria Contínua	PDCA	0,0006	0,2878	0,2873
9	L9		Pull	5S	-0,0171	0,2581	0,2752
10	L16		Fluxo Contínuo	TPM	-0,0234	0,3307	0,3541
11	L14		Fluxo Contínuo	Takt Time	-0,045	0,2886	0,3336
12	L11		Fluxo de Valor	VSM	-0,0533	0,2857	0,3389
13	L5		Melhoria Contínua	Plano de controle	-0,0925	0,228	0,3206
14	L6		Melhoria Contínua	Plano de competências	-0,1411	0,2061	0,3473
15	L12		Fluxo de Valor	Eliminação de desperdícios	-0,2852	0,2037	0,4889
16	L15		Fluxo Contínuo	Heijunka	-0,4146	0,0988	0,5134

Fonte: A Autora, 2021.

É possível perceber tanto na Tabela 3 (numericamente) quanto na Figura 36 (visualmente), que as 4 primeiras ações estão quase balanceadas inferindo sua relevância e um salto nas ações subsequentes. E que em suma, alguns princípios, como fluxo contínuo não são prioridades neste momento à processos e negócios.

Esse plano de ações pode ser considerado como o plano diretor contendo a análise estática, que no caso foi estruturada a partir do baseline de avaliação do estado atual da organização em função do diagnóstico realizado anteriormente no AHP. Entretanto, o método PROMETHEE II possibilita uma análise dinâmica que consiste na simulação da análise de sensibilidade, que pode ser utilizada durante a implementação BIM ao decorrer das ações.

Esta simulação pode ser em detrimento da necessidade da organização ou com o intuito de anteceder uma tomada de decisão em um enfoque específico em determinado atributo. Como por exemplo investimentos em recursos e/ou ferramentas tecnológicas – Atributo Software (ST) em BIM – como representado na Figura 37.

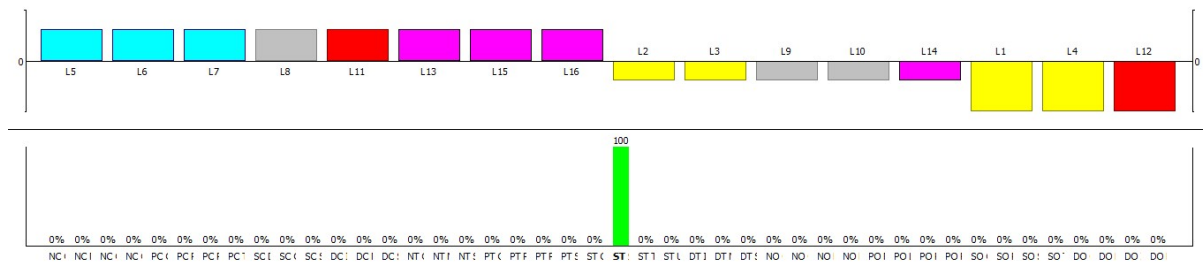


Figura 37 – Análise de sensibilidade (PROMETHEE II)  
Fonte: A Autora, 2021.

Esta reorganização das ações realizada através do “Walking Weights” indica os fluxos líquidos positivo e negativo permitindo evidenciar quais ações poderiam atuar de maneira direta para direcionar os esforços de maneira estratégica no alcance do objetivo/atributo desejado naquele cenário.

#### 5.4 APLICAÇÃO E RESULTADOS – FASE AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM

Esta etapa de feedback englobam também comentários advindos das fases anteriores diagnóstica e decisional. O questionário de avaliação foi respondido eletronicamente através do SurveyMonkey com foco na viabilidade, usabilidade e utilidade como visto na Figura 38.





Figura 38 – Avaliação da Abordagem  
Fonte: A Autora, 2021.

a) Viabilidade: o processo pode ser seguido?

Na coleta do feedback através de questionário e em conversa, foi constatado que a aplicação do tema de interoperabilidade e a ótica de análise por camadas foi muito interessante, de fácil entendimento, o progresso das etapas metodológicas foram claras e os resultados foram apresentados adequados visualmente. A construtora concorda 100% que o procedimento é viável.

b) Usabilidade: o processo tem propósito e é fácil de seguir?

O representante da construtora relatou que compreendeu a organização e sequência lógica das etapas e do processo e também assentiu que definição e a linguagem dos atributos se mostrou coerente e clara. Entretanto, a aplicação e coleta de dados em muitos temas não foram fiéis pois o representante não se sentiu confiante em responder pela organização inteira, já que a empresa possui uma estrutura organizacional descentralizada.

Sendo assim, como melhoria, seria conveniente que mais pessoas da mesma organização, porém de diferentes áreas respondessem ao mesmo questionário com o intuito de possuir uma visão mais abrangente e imparcial do todo, que poderia ser conduzido e explanado através de um seminário ou evento com os envolvidos.

De maneira geral, o representante da construtora concorda que o processo apresenta baixo grau de complexidade na sua estrutura, tem propósito e é fácil de seguir, tornando-o 100% usável.

c) Utilidade: o processo forneceu um passo útil na formulação da estratégia para implementação BIM?

Nesta seção, o representante deixa evidente que discorda acerca da praticidade da ferramenta, isso é referente à extensão do questionário de comparação por pares, que teve duração média de 1:30h causando cansaço e confusão mental nas últimas questões. O que naturalmente é complexo devido a magnitude de um diagnóstico organizacional.

Entretanto, reconhece e concorda que as informações e resultados são úteis e poderão ser utilizados como instrumento de auxílio à tomada de decisões, que é a finalidade que se destina este procedimento. E por fim, avalia de maneira neutra acerca do atendimento aos objetivos e expectativas, podendo ser fruto da visão de valor e necessidade à implementação BIM e LC.

Portanto, a avaliação da abordagem indica que este procedimento é útil, mas necessita de ajustes relacionados à praticidade e deixar explícito o escopo do procedimento, bem como as perspectivas e o valor agregado.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa se originou devido a instabilidade percebida no cenário Brasileiro da indústria da construção civil no qual necessita e busca um preparo BIM diante da evolução tecnológica do mercado e imposição do Governo Federal através de Decretos, planejamentos e replanejamentos extensivos.

Considerando estas provocações, esta pesquisa buscou através de RSL analisar e extrair os atributos desejáveis e necessários a implementação BIM nas organizações – cumprindo o objetivo específico 1. Entretanto, ao se deparar com a estrutura proposta pela literatura, constatou-se que além dos atributos, é essencial compreender seus impactos dentro de uma organização, visto que os processos devem ser interoperáveis e sincronizados entre si.

Assim, também por esse fato a abordagem da IO colaborou para uma estruturação mais robusta utilizando o método AHP para alcançar detalhadamente cada camada organizacional e por intermédio de especialistas relacionar os atributos um a um, de maneira assertiva, de acordo com o tipo de barreira encontrada – conforme objetivo específico 2.

Esse posicionamento foi estruturado hierarquicamente no AHP para subsidiar a avaliação diagnóstica do estado atual da organização e proporcionar artifícios elegíveis suficientes para validar o nível de maturidade através do método PROMETHEE II em uma abordagem híbrida para conhecimento e clareza aos gestores na tomada de decisões, podendo ser avaliada continuamente e repetidamente a cada ciclo como benchmarking ao mercado.

Porém, durante a avaliação de cada atributo individualmente foi possível observar que BIM atua na essência da consolidação e modelagem das informações, mas dentre a identificação dos atributos não possuía nenhum com foco no cliente, na gestão do conhecimento por camadas, produtividade e execução do processo de produção.

De maneira que a premissa estabelecida inicialmente de utilizar a filosofia Lean Construction como complemento e apoio a implantação BIM se corrobora ao decorrer desta pesquisa, pois BIM possui carência em 4 dos 5 princípios Lean adotados nesta dissertação. E essa união demonstra um extraordinário potencial ratificando o que já era abordado pela literatura.

Através deste mapeamento de convergência originou-se uma matriz fundamentada na literatura revelando o impacto das ações Lean nos atributos BIM

(16x44) propiciando uma avaliação decisional utilizando o método PROMETHEE II com o propósito de estabelecer e priorizar ações sequenciais para alcançar a melhoria da maturidade conforme evolução dos atributos para a adoção de BIM – de encontro com o objetivo específico 3.

Essas avaliações diagnóstica e decisional unidas solidificam um procedimento de preparo BIM. No entanto, para validar este procedimento, se fez necessário aplicá-lo em um estudo de caso real e a utilização da abordagem de processos se mostrou a mais adequada ao panorama devido ao contexto estratégico de implantação BIM – satisfazendo o objetivo específico 4.

O estudo de caso avançou com base no processo de estratégia, seleção e teste e avaliação da abordagem, optando-se por selecionar a construtora “C” devido o atendimento aos critérios de consistência. Este estudo de caso permitiu avaliar 4 entregas resultantes: estado atual, definição do nível de maturidade BIM, proposição de ações LC e feedback do procedimento.

A primeira entrega da avaliação do estado atual refletiu a atenção e o foco da empresa neste momento revelando a fragilidade nos aspectos de Processos e Negócios respectivamente e demonstrando o seu despreparo quanto à barreira tecnológica exigida em uma implantação BIM, que segundo o representante da organização retrata fielmente a realidade.

Devido ao desconhecimento em BIM e Lean admitido pela construtora, a segunda entrega definiu o nível de maturidade em 1. Este resultado poderá ser guiado à luz da evolução dos atributos descritos neste trabalho e possibilitar talvez até indícios e evidências quanto ao cumprimento do decreto federal.

Como terceira entrega, a proposição das 16 ações Lean foram organizadas conforme a prioridade da empresa e o impacto nas fragilidades desvendadas. Dessa maneira, identificou-se que as ações “Liderança visível”, “Engajamento das pessoas” e “SOP” oriundas dos princípios Especificação de Valor e Pull apresentaram a maior influência para melhoria desses gargalos.

Nesta análise pode-se constatar a eficácia da metodologia, pois são ações congruentes com os aspectos de Processos e Negócios percorridos anteriormente, impactando positivamente nas camadas estratégicas e tácitas da organização.

E por fim, o feedback da construtora “C” acerca da utilidade, usabilidade e viabilidade demonstrou aceitação e aderência de 100% à usabilidade e viabilidade de

aplicação do procedimento, mas requer ajustes pontuais na utilidade quanto a praticidade da ferramenta e definição de objetivos e alinhamento de expectativas com o usuário.

Portanto, conclui-se que esta dissertação estruturou uma metodologia capaz de avaliar, analisar e propor ações para a melhoria da maturidade para adoção BIM atendendo ao objetivo geral deste trabalho e que a execução das ações são de responsabilidade das organizações uma vez que a jornada de melhoria contínua é eterna.

## 6.1 TRABALHOS FUTUROS

Esta dissertação pode estender seu cenário de aplicação em um maior número de organizações, ampliando e aperfeiçoando este método procedimental. Assim, como perspectivas de continuidade em futuros trabalhos, sugere-se a atuação em duas dimensões: Científica e Tecnológica.

Científica através do uso de outros MMADs ou eventual adequação da estrutura AHP utilizando o método AHP-Express proposto por Leal (2020) que visa diminuir a complexidade durante a comparação em pares para atender ao critério de utilidade destacado na avaliação da abordagem.

E Tecnológica na implementação ponta a ponta em plataforma digital de avaliação para melhorar a experiência e praticidade ao usuário durante a aplicação e tornar esta metodologia procedimental em um processo de negócio escalável para as demais organizações da indústria AEC.

## 7. REFERÊNCIAS

- ADBULMALEK, F. A.; RAJGOPAL, J. "Analyzing The Benefits Of Lean Manufacturing And Value Stream Mapping Via Simulation: A Process Sector Case Study." *Int. Journal of Production Economics*, 107(1), 223–236, 2007. DOI: 10.1016/j.ijpe.2006.09.009.
- AL-AOMAR, R. "Analysis Of Lean Construction Practices At Abu Dhabi Construction Industry." *Lean Construction Journal*, 105-121, 2012.
- ALRESHIDI, E.; MOURSHED, M.; Rezgui, Y. "Requirements for Cloud-Based Bim Governance Solutions to Facilitate Team Collaboration in Construction Projects." *Requir. Eng.* 23, 1–31, 2018. DOI: 10.1007/s00766-016-0254-6.
- ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C. e O'REILLY, K. "Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice." *Automation in Construction*, 20(2), 189–195, 2011. DOI: 10.1016/j.autcon.2010.09.016
- ARAYICI, Y.; EGBU, C. e COATES, P. "Building information modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques." *Journal of Information Technology in Construction (Itcon)*, 17, 75-92, 2012.
- ARAYICI, Y.; FERNANDO, T.; MUNOZ, V.; BASSANINO, M. "Interoperability specification development for integrated BIM use in performance based design." *Automation in Construction*, 85, 167–181, 2018. DOI: 10.1016/j.autcon.2017.10.018
- AYINLA, K.O.; ADAMU, Z. "Bridging The Digital Divide Gap In Bim Technology Adoption." *Engineering Construction And Architectural Management*, 25(10), 1398-1416, 2018. DOI: 10.1108/ECAM-05-2017-0091.
- AZIZ, R. F.; HAFEZ, S. M. "Applying Lean Thinking In Construction And Performance Improvement." *Alexandria Engineering Journal*, 52(4), 679-69, 2013. DOI: 10.1016/j.aej.2013.04.008.
- BAER, A. *O Segredo do Sucesso na Indústria da Construção Civil*. Curitiba. 2014.
- BAJJOU, M. S.; CHAFI, A.; ENNADI, A. "Development Of A Conceptual Framework Of Lean Construction Principles: Na Input-Output Model." *Journal Of Advanced Manufacturing Systems*, 18 (1), 1-34, 2019. DOI: 10.1142/S021968671950001x.
- BARBOSA, F.; WOETZEL, J.; MISCHKE, J.; RIBEIRINHO, M. J.; SRIDHAR, M.; PARSONS, M.; BERTRAM, N.; BROWN, S. *Reinventing Construction through a productivity revolution*. McKinsey Global Institute (MGI), Report. Fev, 2017. Disponível em: <<https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-through-a-productivity-revolution>>.
- BARLISH, K e SULLIVAN, K. "How to measure the benefits of BIM - A case study approach." *Automation in Construction*, v. 24, pp. 149-159, 2012. DOI: 10.1016/j.autcon.2012.02.008
- BAUM, C.M.; EDWARDS, D.F. *Activity Card Sort Test Manual*, Penultima Press, St. Louis, MO, USA, 2001.

BECKER, J.; KNACKSTEDT, R.; PÖPPELBUß, J. "Developing maturity models for IT management." *Business & Information Systems Engineering*, 1.3, 213-222, 2009. DOI: 10.1007/s12599-009-0044-5.

BHATTACHARYA, A.; GERAGHTY, J.; YOUNG, P. "Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment." *Applied Soft Computing*, 10 (4), 1013-1027, 2010. DOI: 10.1016/j.asoc.2010.05.025

BI, X.; JIA, X. Research on the integration of lean construction and BIM and a case study in Shanghai Tower Project. In: *The Proceedings of the 6th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation*, Buch. Paris: Atlantis Press. pp. 1027-1036, 2016.

BRANS, J. P. "L'ingénierie de la décision: l'elaboration d'instruments d'aide à la decision," *Colloq. d'aide à la decision*, Université Laval, Quebec, Canada, 1982.

BRANS, J.P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. "How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method." *European Journal of Operational Research* 24(2), 228-238, 1986. DOI: 10.1016/0377-2217(86)90044-5.

BUILDINGSMART. Technical roadmap for process support. 2014. Disponível em: <<http://www.buildingsmart.org/>>

CAMPESTRINI, T. F.; GARRIDO, M.C.; MENDES JR., R.; SCHEER, S.; FREITAS, M.C.D. *Entendendo BIM*. Livro. 1ª Edição Versão 1.0. Curitiba: SINDUSCON, 2015.

CESTARI, J. M. A. P.; LOURES, E. DE F. R.; SANTOS, E. A. P. "A Method to Diagnose Public Administration Interoperability Capability Levels Based on Multi-Criteria Decision-Making." *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 17(1), 209–245, 2018. DOI: 10.1142/S0219622017500365.

CHEN, D.; DACLIN, N. "Framework for Enterprise Interoperability." In *Proc. of the Workshops and the Doctorial Symposium of the Second IFAC/IFIP I-ESA Int. Conf. EI2N*, 77-88, 2006. DOI: 10.1002/9780470612200.ch6.

CHEN, Y.; DIB, H.; COX, R.F.; SHAURETTE, M.; VORVOREANU, M. "Structural equation model of building information modeling maturity." *Journal Construction Engineering Management*, 142(9), 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001147.

CHO, Y. S.; LEE, S. IL; BAE, J. S. "Reinforcement placement in a concrete slab object using structural building information modelling." *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 29 (1) 47–59, 2013. DOI: 10.1111/j.1467-8667.2012.00794.x

DACLIN, N.; CHEN, D.; VALLESPER, B. A methodology to develop interoperability of enterprise applications. In: *12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, INCOM 2006*. Saint-Etienne, France. pp.591-596, 2006.

DAVE, B. A.; KOSKELA, L.; KIVINIEMI, A.; OWEN, R.; TZORTZOPOULOS, P. *Implementing Lean in Construction: Lean Construction and BIM*. CIRIA, C725. RP978. ISBN: 978-0-86017-727-2. London, 2013.

DENNIS, P. "Produção Lean Simplificada." Tradução Rosalia Angelita Neumann Garcia – 2ed – Porto Alegre: Bookman, 2008

DIECKMANN, J. E.; KREWEDL, M.; BALONICK, J.; WON, S. "Application Of Lean Manufacturing Principles to Construction." Austin, Texas: Constr. Ind. Inst., 1–325, 2004.

DONG, B.; O'NEILL, Z.; LI, Z. "A BIM-enabled information infrastructure for building energy Fault Detection and Diagnostics." *Automation in Construction*, v. 44, n. August, p. 197–211, 2014. DOI: 10.1016/j.autcon.2014.04.007.

DUPIN, P. "Le Lean appliqué à la construction, comment optimiser la gestion de projet et réduire coûts et délais dans le bâtiment." Paris, FR: Groupe Eyrolles, 2014.

EASTMAN C., SACKS, R., LISTON, K., TEICHOLZ, P. *Bim Handbook: A Guide To Building Information Modeling For Owners, Managers, Designers, Engineers And Contractors*. Hoboken, USA: John Wiley & Sons, 2nd ed., 2008.

EIF (New European Interoperability Framework). Promoting seamless services and data flows for European public administrations. European Union: EIF, 2017. Disponível em: <[https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/eif\\_brochure\\_final.pdf](https://ec.europa.eu/isa2/sites/isa/files/eif_brochure_final.pdf)>

ENSSLIN, L.; ENSSLIN S. R.; LACERDA, R. T.; TASCA, J. E. *ProKnow-C Knowledge Development Process – Constructivist, Using Patent In: INPI*, Rio de Janeiro, 2010.

FERRAZ, C.; LOURES, E. R.; DESCHAMPS, F. BIM Maturity Models Evaluated by Design Principles. In *The 27th International Conference on Transdisciplinary Engineering (TE2020)*, Warsaw - PL, 2020.

FERRAZ, C.; NEGREIRO, D.F.; MULLER, M.F.; LOURES, E.F.R.; DESCHAMPS, F. Interação Das Estratégias Do Bim E Lean Construction Sob A Perspectiva De Processo, Política E Tecnologia. In: *XXVI SIMPEP – Simpósio de Engenharia de Produção*, Bauru - SP, 2019.

GAMIL, M. *Mapping between BIM and Lean Construction*. Master Thesis - International Master of Science in Construction and Real Estate Management Joint Study Programme of Metropolia UAS and HTW Berlin, 2017.

GIEL, B.; ISSA, R. "Framework for evaluating the BIM competencies of facility owners." *Journal of Management in Engineering*, 32(1), 2016. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000378.

GKATZIDOU, V.; GIACOMIN, J.; SKRYPCHUK, L. "6. Card Sorting". *Automotive Human Centred Design Methods*, Berlin, Boston: De Gruyter, 2021, pp. 36-37. DOI: 10.1515/9783110677515-007

GOMES, L. F. A. M.; MOREIRA, A. M. M. "Da informação à tomada de decisão: agregando valor através dos métodos multicritério." *Recitec*, Recife, 2(2), 117-139, 1998.

GOTTSCHALK, P. "Maturity levels for interoperability in digital government." *Government Information Quarterly*, 26(1), 75-81, 2009. DOI: 10.1016/j.giq.2008.03.003.

GOVERNO FEDERAL BRASILEIRO. Decreto n° 10.306 publicado em 02 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/assuntos/mdic/competitividade-industrial/comite-estrategico-de-implementacao-do-bim-ce-bim>.



GRILO, A.; JARDIM-GONÇALVES, R. "Value proposition on interoperability of BIM and collaborative working environments." *Automation in Construction*, 19(5), 522–530, 2010. DOI: 10.1016/j.autcon.2009.11.003.

HAO, J. "Application of Lean Construction to Chinese Construction Industry Based on BIM Technology." In: *Second International Conference on Business Computing and Global Informatization*, 2012. DOI: 10.1109/BCGIN.2012.19.

HINES, P.; HOLWEG, M.; RICH, N. "Learning to Evolve: a Review of Contemporary Lean Thinking." *International Journal of Operations & Prod. Management*, 24(10), 994-1011, 2004. DOI: 10.1108/01443570410558049.

HOOLEY, G.; PIERCY, N.; NICOULAUD, B. *Estratégia de Marketing e Posicionamento Competitivo*. 4. Ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

HOSSEINI, M.R.; AZARI, E.; TIVENDALE, L.; BANIHASHEMI, S.; CHILESHE, N. "Building Information Modeling (BIM) In Iran: An Exploratory Study." *Journal of Engineering, Project and Production Management*, 6(2), 78–89, 2016. DOI: 10.32738/JEPPM.201607.0002.

HOWARD, H. C., LEVITT, R. E., PAULSON, B. C., POHL, J. G.; TATUM, C. B. "Computer Integration: Reducing Fragmentation in AEC Industry." *Journal of Computing in Civil Engineering*, 3(1), 18-32, 1989. DOI: 10.1061/(ASCE)0887-3801(1989)3:1(18).

HWANG, C.L.; YOON, K. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag, Nova York, 1981.

ISO 11354-1:2011 - Advanced automation technologies and their applications- Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability - Part 1: Framework for enterprise interoperability.

JAMIL, A.H. A.; FATHI, M.S. "Enhancing BIM-Based Information Interoperability: Dispute Resolution from Legal and Contractual Perspectives." *J. Constr. Eng. and Manag.* 146 (7), 2020. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001868

JERNIGAN, F. *BIG Bim, Little Bim: The practical approach to building information modeling*. 1° Ed., 4Site Press, Salisbury, 2007.

JUAN, Y. K.; LAI, W. Y.; SHIH, S. G. "Building information modeling acceptance and readiness assessment in Taiwanese architectural firms." *Journal of civil engineering and management*, 23(3), 356-367, 2016. DOI: 10.3846/13923730.2015.1128480.

KASSEM, M.; AMORIM, S. R. L. "Building Information Modeling No Brasil E Na União Europeia. Projeto Apoio Aos Diálogos Setoriais." Brasília, BR: MDIC, 2015.

KASUNIC, M. e ANDERSON, W. "Measuring Systems Interoperability Challenges and Opportunities." *Software Engineering Institute*, 2004. DOI: 10.1184/R1/6575441.v1.

KEENEY, R. L. *Value-focused thinking*. Harvard University Press, 1996.

KIVINIEMI, A; TARANDI, V; KARLSHØJ, J; BELL, H; KARUD, O J K. *Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM*. Erabuild, 2008. Disponível em: <<https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/131997343/Untitled.pdf>>

KJARTANSDÓTTIR, I. B. BIM Adoption in Iceland and Its Relation to Lean Construction. Master Thesis – Master of Science in Construction Management at Reykjavík University. Islândia, 2011.

KULLVÉN, F. e NYBERG, K. Possibilities with BIM in relation to cost estimation and scheduling, A case study of a Swedish civil engineering project. Thesis in the Master's Programme Design and Construction Project Management. Chalmers University of Technology, 2014, LIB Chalmers Publications. Disponível em: <<https://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/205012/205012.pdf>>.

LAINE, E.; ALHAVA, O.; KIVINIEMI, A. Improving built-in quality by BIM based visual management. In: 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction: Understanding and Improving Project Based Production, IGLC 2014.

LAJEVARDI, A.; ENDUT, I. R.; PAYDAR, S. "Application Of Lean Model To Reduce Waste Of Time In Construction Case Study Of Concreting Task In Malaysia." IEEE Colloq. Humanit. Sci. Eng. Chuser, 345–350, 2011. DOI: 10.1109/CHUSER.2011.6163748.

LEAL, J. E. "AHP-express: A simplified version of the analytical hierarchy process method." *MethodsX*, 7 (100748), 2020. DOI: 10.1016/j.mex.2019.11.021.

LEHMAN, T.; REISER, P. "Maximizing Value & Minimizing Waste: Value Engineering & Lean Construction." In SAVE International 44th Annual Conference Proceedings, USA, 2004.

LEUSIN, S. R. Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM - Um Guia de Ferramentas e Boas Práticas para o Sucesso de Empreendimentos. GEN LTC; 1 ed., 2018.

LIU, Z.; ZHANG, F.; ZHANG, J. The Building Information Modeling and its Use for Data Transformation in the Structural Design Stage. *Journal of Applied Science and Engineering*, 19(3), 273–284, 2016. DOI: 10.6180/jase.2016.19.3.05.

McCUEN T.L.; SUERMANN, P.C.; KROGULECKI, MJ. "Evaluating Award-Winning BIM Projects Using The National Building Information Model Standard Capability Maturity Model." *J. Manag. Eng.*, 28(2), 224–230, 2011. DOI: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000062.

MIGILINSKAS, D.; POPOV, V.; JUOCEVICIUS, V.; USTINOVICHUS, L. "The Benefits, Obstacles And Problems Of Practical BIM Implementation." *Procedia Engineering*, 57, 767-774, 2013. DOI: 10.1016/j.proeng.2013.04.097.

MOLLASAHILI, S.; RATHNAYAKE, A.; ABOUMOEMEN, A. A.; UNDERWOOD, J.; FLEMING, A.; KULATUNGA, U. e COATES, P. "How BIM-Lean Integration Enhances the Information Management Process in the Construction Design." In: Proceedings of the 25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), Heraklion, Greece, pp. 531-538, 2017.

MULLER, M. F.; GARBERS, A.; ESMANIOTO, N. H.; LOURES, E. R.; CANGIGLIERI, O. J. "Data Interoperability Assessment through IFC for BIM in Structural Design - a five year gap analysis." *Journal of Civil Engineering and Management*, V. 23(7): 943-954, 2017. DOI: 10.3846/13923730.2017.1341850

MULLER, M. F.; LOURES, E. R.; CANGIGLIERI JUNIOR, O. Interoperability Assessment for Building Information Modeling. Conference paper. In: 3rd International Conference on Mechatronics, Robotics and Automation - ICMRA, 2015.

NBS (2018) National BIM Report 2018. Newcastle upon Tyne: relatório, 2018. Disponível em: < <https://www.thenbs.com/knowledge/the-national-bim-report-2018> > Acesso em: 21 dez. 2018.

NGUYEN, T. H.; SHEHAB, T.; GAO, Z. "Evaluating sustainability of architectural designs using building information modeling." *Open Construction and Building Technology Journal*, 4, 1–8, 2010. DOI: 10.2174/18748368010040100001

PHENG, L. S.; SHANG, G. "Bridging Western management theories and Japanese management practices: Case of the Toyota Way model." *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 1(1), 1-20, 2011. DOI: 10.1108/204506211111127395

PLATTS, K.W. *A Process Approach to Researching Manufacturing Strategy*, *International Journal of Operations & Production Management*, 13 (8), 4-17, 1993.

PÖPPELBUß, J; ROGLINGER, M. What makes a useful maturity model? A framework of general design principles for maturity models and its demonstration in business process management, In: 19th European Conference on Information Systems, Helsinki, 2011.

PROENCA, D.; BORBINHA, J. "Maturity models for information systems - a state of the art." *Procedia Computer Science*. 100, 1042–1049, 2016. DOI: 10.1016/j.procs.2016.09.279.

REZGUI, Y.; BEACH, T.; RANA, O. 2013. "A governance approach for BIM management across lifecycle and supply chains using mixed-modes of information delivery." *Journal of Civil Engineering and Management* 19(2): 239–258. DOI: 10.3846/13923730.2012.760480

RODRIGUES, Marcus Vinícius. *Entendendo, aprendendo e desenvolvendo o sistema de produção Lean Manufacturing*. 2ª Ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2016. Il: 21 cm.

SÁ, G. L. P.; PALHA, R. P. *IMPLANTAÇÃO DO BIM: PRIORIZAÇÃO DE ATIVIDADES USANDO PROMETHEE II*. In: *L SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL*, 2018, Rio de Janeiro. *Anais eletrônicos...* Campinas, Galoá, 2018. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbpo/papers/implantacao-do-bim%3A-priorizacao-de-atividades-usando-promethee-ii>> Acesso em: 26 jun. 2021.

SAATY, T. L. "How to make a decision: the analytic hierarchy process." *European journal of operational research*, 48(1), 9-26, 1990. DOI: 10.1016/0377-2217(90)90057-I

SAATY, T. L. *Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process*. *RACSAM-Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 102, 251-318, 2008. DOI:10.1007/BF03191825

SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York, 1980.

SACKS, R.; GUREVICH, U.; SHRESTHA, P. "A Review Of Building Information Modeling Protocols, Guides And Standards For Large Construction Clients." *Journal Of Information Technology In Construction*, 21, 479-503, 2016.

SACKS, R.; KOSKELA, L.; DAVE, B. A.; OWEN, R. "Interaction of lean and building information modeling in construction." *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 1307-1315, 2010. DOI:10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203.

SIEBELINK, S.; VOORDIJK, J. T.; ADRIAANSE, A. "Developing and Testing a Tool to Evaluate BIM Maturity: Sectoral Analysis in the Dutch Construction Industry." *Journal of Construction Engineering Management*, 144(8), 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001527.

SILVA, E. M. Vocabulário Lean Manufacturing. Artigo. 2016. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/vocabul%C3%A1rio-lean-manufacturing-edson-miranda-da-silva/>>.

SINUANY-STERN, Z.; MEHREZ, A.; HADAD, Y. "An AHP/DEA Methodology For Ranking Decision-Making Units." *International Transactions In Operational Research*, 7 (2), 109-124, 2000. DOI:10.1111/j.1475-3995.2000.tb00189.x.

SMITH, D. K.; TARDIF, M. *Building Information Modeling: a Strategic Implementation Guide for Architects, Engineers, Constructors, and Real Estate Asset Managers*. Wiley:New Jersey, USA, 2009.

SMITS, W.; VAN BUITEN, M.; HARTMANN, T. "Yield-to-BIM: impacts of BIM maturity on project performance." *Building Research & Information*, 45(3), 336–346, 2016. DOI: 10.1080/09613218.2016.1190579

SOSA, A. S.; PARADA, F. R. A Theoretical Approach Towards Resource Efficiency in Multi-Story Timber Buildings Through BIM and LEAN. *World Conference of Timber Engineering – WCTE 2018*. Seoul, 2018.

SPEAR, S. "Fixing Healthcare from the Inside, Today." *Harvard Business Review*, 1-15, 2005.

SUCCAR, B. "Building Information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders." *Automation in Construction*, 18(3), 357-375, 2009. DOI: 10.1016/j.autcon.2008.10.003

TAURIAINEN, M.; MARTTINEN, P.; DAVE, B.; KOSKELA, L.J. The Effects of BIM and Lean Construction on Design Management Practices. In: *Procedia Engineering* 164 (2016) 567-574. Peer-review under responsibility of the organizing committee of the Creative Construction Conference 2016, 25-28 June 2016. DOI: 10.1016/j.proeng.2016.11.659

UTKUCU, D.; SÖZER, H. "Interoperability and data exchange within BIM platform to evaluate building energy performance and indoor comfort." *Autom. Constr.* 116, 2020. DOI: 10.1016/j.autcon.2020.103225

VILAS BOAS, C. L. Modelo multicritérios de apoio à decisão aplicado ao uso múltiplo de reservatórios: estudo da Barragem do Ribeirão João Leite. *Dissertação (Mestrado em Gestão Econômica do Meio Ambiente)*, Universidade de Brasília, Brasília, 2006. [Acessado em: jun 2020]. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/4949>>.

WANG, H.; ZHAI, Z. (JOHN). "Advances In Building Simulation And Computational Techniques: A Review Between 1987 And 2014." *Energy and Buildings*, 128, 319–335, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.080>.

WANG, J.; MA, R. Q. "Based On Lean Construction Standardization Management Analysis Of The Performance Evaluation Index System." *Advanced Materials Research*, 933, 879–883, 2014. DOI: 10.4028/www.scientific.net/AMR.933.879.

WATRÓBSKI J.; JANKOWSKI, J.; ZIEMBA, P.; KARCZMARCZYK, A.; ZIOLO, M. "Generalised framework for multi-criteria method selection." *Omega*. 2018. DOI: 10.1016/j.omega.2018.07.004

WEBSTER, J.; WATSON, R. T. "Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review." *MIS Quarterly*, 26 (2), 13-23, 2002. DOI: <https://www.jstor.org/stable/4132319>

WOMACK, J. P.; JONES, D. T. *A Mentalidade Enxuta nas Empresas: Elimine os Desperdícios e Crie Riquezas*. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

WU, C.; XU, B.; MAO, C.; LI, X. "Overview of BIM maturity measurement tools." *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 22, 34-62, 2017. <http://www.itcon.org/2017/3>

WU, W.; MAYO, G.; McCUEN, T. L.; ISSA, R. R. A.; SMITH, D. K. "Building Information Modeling Body of Knowledge I: Background, Framework, and Initial development." *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(8), 2018. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001518

XU, L.; YANG, J. B. *Introduction to Multi-Criteria Decision Making and the Evidential Reasoning Approach*. Manchester School of Management University of Manchester Institute of Science and Technology. Working Paper No. 0106 May, 2001.

ZANNI, M.-A.; SOETANTO, R.; RUIKAR, K. "Defining the sustainable building design process: methods for BIM execution planning in the UK." *International Journal of Energy Sector Management*, 8(4), 562–587, 2014. DOI: 10.1108/IJESM-04-2014-0005

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

<b>MM 1</b>	Ability of education	Skilled and specialist personnel	Government requirements	Type of contract	The ability to coordinate	Cost of skilled person	IRR	Cost of education	Cost of rework	Operation Cost
<b>MM 2</b>	Data and information richness	Information or data accuracy in BIM models	Location or spatial capabilities awareness	model-based calculations and analysis	BIM functions adoption and software selections	BIM relating hardware implemented	BIM networking establishments	Data exchange qualities	Information security and access control	Modeling cost-effectiveness and efficiencies
	Records of actual performance and the contribution of BIM related techniques to objectives compliances	Documentations of the gained benefits or impacts of BIM techniques on productions	Match degree between techniques and strategies	Change orders management process through BIM	Co-ordination and handover process between project phases	Interaction co-ordination and communication among multiple disciplines or stakeholders	Information collection and response information flow management	Information generation and documentation	Delivery processes of BIM relating products and services	Knowlegde sharing processes
	Reuse procedures of BIM-related information and data	Documentations of actually gained benefits or impacts on working processe through applying BIM	Records of actual performance and the contrinution of BIM related process to objectives compliances	Target BIM relating processes and developments of plans of transitions towards the targets	BIM visions, goals and strategies at organization level	BIM missions and objectives at operation level	Senior management supports	Attitude of management and leadership toward BIM	Research and development efforts	Objectives establishments and degree of compliances
	Actual impacts of BIM on organizations	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders	Arrangement of BIM-related duties and roles	BIM related training and education	Existence and functions of BIM champion/leader	Awareness, attitudes, enjoyments and involvements of employees/stakeholders toward BIM	Change readiness among employees/stakeholders	Development of BIM execution plan or adoptions of bep templates	Development of contracts of BIM related rewards and risks allocations	Guidelines to implement and improve BIM in current businesses
	General procedures, protocols and regulations routine BIM related works	Data exchange standards	BIM products and services delivery guidelines	Guidelines of BIM related information needs and information/model breakdown structure	BIM training and education standards	Quality control plans	BIM benchmarking procedures	Match degree between implemented standards and status and goals of the organization		
<b>MM 3</b>	Sensing practices for digital data collection	Collaborative 3D design	AMG for construction and digital QA/QC practices	Digital tools (hardware and software) for project management	Electronic and digital archival practices for assets	Formalization of technical standards/specs	Contract precedence for CIM practices	Alternative delivery methods and ATCs support	State or federal laws and agency rules pro-CIM	Interoperable software for data integration
	Strategic changes to bidding policies	Digital handover plan for O&M	Agency-level implementation plan for CIM	Training for design, construction, and field staffs	Culture of innovation and leadership buy-in	Budget availability and financial commitment				

MM 4	Employees computer ability or technology acceptance	Employees already have BIM technology ability	Firm's staff turnover percentage	The integrity of the organizational structure	The complexity of construction business type	Financial soundness	Culture of organization values risk-taking	Sharing of information and ideas	Business and design innovation	CEO's leadership and executive power
	CEO's leadership style on workplace	CEO views the need for change to use BIM	Hardware support	Willingness to invest in new equipment	Development of operation database	Technology support from colleagues	Continuos education and training for employees	Supply chain management		
MM 5	Information structure	Object structure and decomposition	Object libraries and attributes	Data exchange	Job instructions and procedures	Tasks and responsibilities	Personal motivation and willingness to change	Requesting actor (internal)	Education, training and support	Collaborative attitude
	Hardware and network environment	Software	BIM facilities	Bim vision and goals	Management support	BIM expert / Working group/ department				
MM 6	Group Support System	Online data sharing	Specialized training workshops	Acessibility of BIM data	BIM in FM phase	Collaboration with BIM developers	Open source compliance	User-friendly program interface	Efficiency in interoperability	Management of BIM model and cloud-BIM
	Industry-Academia collaboration	Research and development	Industry-Academia collaboration	Standardization of project features	Mutual trust and communication	Integration of emerging technologies with BIM	Upgrade of ICT infrastructure	Education and development of personnel skills		
MM 7	Clash analysis process	Data exchange	CAD/BIM workflow	Cross-disciplinary model coordination	Delivery method	BIM project objective	Management support	Interoperability/IF C support	Project deliverables	Doc and modeling standards
	Standard operating process	Role and responsibility	Compensation expectations	BIM and facility data requirements	Information accuracy	Model data	Quality assurance and quality control	Data security and saving	Technology infrastructure needs	Spatial and coordination
MM 8	Design phase uses	Construction phase uses	Planning phase uses	Hardware	Software	Networking services	Dedicated space	Staff BIM experience	BIM capability	Understanding of relational databases
	O&M Phases uses	Spatial Capability	Existing environment	Design model geometry	Design collision detection	D4M geometry	Construction model geometry	Construction collision detection	As-built model geometry	Asset model geometry
	Energy and environmental sustainability data	Systems control and monitoring data	Construction cost data	Level of development (LOD)	FMS data	Space management data	Asset management data	Maintenance management data	Disaster mgmt and life safety data	Knowledge management
	change management	risk management	Upper management buy-in	Change readiness of staff	Support Staff buy-in	Staff evaluation practices	Hiring practices	Education Practices	Training Practices	Contracts
	Procurement procedures	Delivery methods	Project benchmarking procedures	life cycle views	rellance on BIM for real time information	Mission statement - bim vision/objectives	R&D Efforts	Allocation of funding and budget toward bim	BIM standards and protocols	Internal benchmarking procedures
	Business processes mapped	charts with BIM roles and responsibilities	technology infrastructure improvement plan	BIM implementation guide	BEP template	Renovation BEP template	BIM QC plan			
MM 9	owners operators	surveyors estimators	facility managers	suppliers fabricators	architects engineers	project managers	software resellers	software developers	hardware companies	network providers

	web solutions providers	educational institutions	research centres	lawyers	fire authorities	insurance companies	regulatory bodies			
MM 10	model/information development	information sharing	virtual/ physical coordination	multi-party collaboration	transactions/ stakeholders	direct time and cost	internal capability/ maturity/ objectives	Scanners and Registration tools	iMAGE and object recognition algorithms	design cost - time metrics
	design service/product quality	direct time-cost related metrics	system coordination/ changes/RFIs/ Scope	Safety related	Construction services/ product quality	direct cost-time metric	facility performance/ operation quality	facility management tasks	direct cost/ time/ performance	external maturity vs. Internal maturity level
	software functionality and accuracy	interoperability, model sharing and exchanges	transaction related	BIM objects/ libraries	software vendors	software attributes/ qualities				
MM 11	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	information or data accuracy in BIM models	location or spatial capabilities and awareness	model based calculations and analysis	BIM networking establishment (e.g. intranets, extranets and platforms, etc)	Change orders management Process through BIM	Co-ordination and Handover Processes between Different Project Phases	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Information collection and response processes and information flow management	Delivery processes of BIM relating products and services
MM 12	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	information or data accuracy in BIM models	location or spatial capabilities and awareness	model based calculations and analysis	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Information generation and documentation processes (e.g. quantity take-offs, week schedules, etc)				
MM 13	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	BIM functions adoption and software selections	BIM relating hardware implemented (e.g. equipment purchasing and relating phphysical space building)	BIM networking establishment (e.g. intranets, extranets and platforms, etc)	information security and access control	match degree between techniques and strategies	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Delivery processes of BIM relating products and services	Knowledge sharing processes	BIM visions, goals and strategies at organization level
	senior management supports (e.g. personnel, finance)	attitude of management and leadership towards BIM	research and development efforts (R&D)	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders	arrangement of BIM related duties and roles	BIM related training and education				
MM 14	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and	BIM functions adoption and software selections	Data exchange qualities, formats and information loss	Co-ordination and Handover Processes between Different Project Phases	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Information collection and response processes and information flow management	Information generation and documentation processes (e.g. quantity take-offs, week schedules, etc)	Reuse procedures of BIM related information and data	BIM visions, goals and strategies at organization level	senior management supports (e.g. personnel, finance)



	life cycle information uses)									
	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders	BIM related training and education	existence and functions of BIM champion/ leader	awareness, attitudes, enjoyments and involvements of employees/stakeholders towards BIM						
MM 15	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information)	BIM functions adoption and software selections	BIM relating hardware implemented (e.g. equipment purchasing and relating phphysical space building)	match degree between techniques and strategies	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Target BIM relating processes and developments of plans of transitions towards the targets	BIM visions, goals and strategies at organization level	BIM missions and objectives at operation level	senior management supports (e.g. personnel, finance)	arrangement of BIM related duties and roles
	BIM related training and education	existence and functions of BIM champion/ leader	change readiness among employees/stakeholders							
MM 16	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	model based calculations and analysis	Data exchange qualities, formats and information loss	information security and access control	records of actual performance and the contribution of BIM related techniques to objectives compliances	Change orders management Process through BIM	Co-ordination and Handover Processes between Different Project Phases	Records of actual performance and the contribution of BIM related processes to objectives compliances	BIM missions and objectives at operation level	attitude of management and leadership towards BIM
	objectives establishments and degree of compliances	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders	arrangement of BIM related duties and roles	BIM related training and education	existence and functions of BIM champion/ leader	awareness, attitudes, enjoyments and involvements of employees/stakeholders towards BIM				
MM 17	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	information or data accuracy in BIM models	modelling cost-effectiveness and efficiencies	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders						
MM 18	data and information richness (rich data on both graphical	information or data accuracy in BIM models	location or spatial capabilities and awareness	model based calculations and analysis	BIM functions adoption and software selections	BIM relating hardware implemented (e.g. equipment	BIM networking establishment (e.g. intranets,	Data exchange qualities, formats and information loss	Change orders management Process through BIM	Co-ordination and Handover Processes

	and non graphical information and life cycle information uses)					purchasing and relating phhysical space building)	extranets and platforms, etc)			between Different Project Phases
	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Information collection and response processes and information flow management	Information generation and documentation processes (e.g. quantity take-offs, week chedules, etc)	Delivery processes of BIM relating products and services	Knowledge sharing processes	Reuse procedures of BIM related information and data	BIM visions, goals and strategies at organization level	BIM missions and objectives at operation level	senior management supports (e.g. personnel, finance)	attitude of management and leadership towards BIM
	research and development efforts (R&D)	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders	arrangement of BIM related duties and roles	BIM related training and education	existence and functions of BIM champion/ leader	awareness, attitudes, enjoyments and involvements of employees/stakeholders towards BIM	change readiness among employees/stakeholders			
<b>MM 19</b>	data and information richness (rich data on both graphical and non graphical information and life cycle information uses)	information or data accuracy in BIM models	location or spatial capabilities and awareness	model based calculations and analysis	BIM functions adoption and software selections	Data exchange qualities, formats and information loss	modelling cost-effectiveness and efficiencies	documentations of the gained benefits or impacts of BIM techniques on productions	Change orders management Process through BIM	Co-ordination and Handover Processes between Different Project Phases
	Interaction Co-ordination and Communication Processes among Multiple Disciplines or Stakeholders	Information collection and response processes and information flow management	Information generation and documentation processes (e.g. quantity take-offs, week chedules, etc)	Delivery processes of BIM relating products and services	documentation of actually gained benefits or impacts on working processes through applying BIM	BIM visions, goals and strategies at organization level	senior management supports (e.g. personnel, finance)	research and development efforts (R&D)	actual impacts of BIM on organizations	BIM related staff experiences, skills and knowledge of BIM staff/stakeholders
<b>MM 20</b>	Info assurance	Info deli method	Lifecycle process	Work flow	Geospatial	Applications	Hardware	Innovation	Standardization	Quality control
	Role	Strategic planning	Senior leadership	Info accuracy	Training program	Training delivery				
<b>MM 21</b>	Workflow	Data richness	info update	change management	Standardization	Specification	Role	Risk management	equipment	applications
	hardware upgrade	interoperability								
<b>MM 22</b>	Software availability	Data storage (suitability and capacity)	Network infrastructure availability	level of decentralisation	cost/price of bim service	performance on past BIM projects	attitude towards new technology/willingness	awareness of BIM benefits	extent of IT support to core business and processes within firm	suitability - BEPs for project
	BIM vendor involvement and support	BIM standards	Data classification and naming practices	model maturity expertise/capacity	LOD/LOI expertise/capacity	IT vision and mission	quality of bim implementation strategy	BIM research and development	key technical staff bim qualification	BIM staff availability for project

	organisations BIM accreditations and certifications	organisations bim training arrangements	managerial staff bim experience	key technical staff bim experience	bim software experience	past bim project experience	internal use of collaborative it systems
--	---	---	---------------------------------	------------------------------------	-------------------------	-----------------------------	--

## APÊNDICE B

### Avaliação da Abordagem

Neste espaço você irá avaliar a viabilidade, usabilidade e utilidade deste procedimento.

Viabilidade: o processo pode ser seguido?

Usabilidade: o processo tem propósito e é fácil de seguir?

Utilidade: o processo forneceu um passo útil na formulação da estratégia para implementação BIM?

#### \* Em análise a Viabilidade...

	Discordo plenamente	Discordo	Nem Concordo e Nem Discordo	Concordo	Concordo plenamente
A metodologia proposta é factível e pode ser aplicada?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta é de fácil entendimento?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta apresenta uma estrutura adequada?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os questionários e resultados apresentaram layout e visual adequado?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta deixou claro as etapas e o progresso da sua participação?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

#### \* Em análise a Usabilidade...

	Discordo plenamente	Discordo	Nem Concordo e Nem Discordo	Concordo	Concordo plenamente
A metodologia proposta apresentou uma organização e sequência lógica das etapas e do processo adequado?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta apresentou facilidade na sua aplicação?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta (processo e ferramentas) exigiu um baixo grau de complexidade?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta exigiu dados ou informações complexas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta tem aplicação para o fim que se destina?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

\* **Em análise a Utilidade...**

	Discordo plenamente	Discordo	Nem Concordo e Nem Discordo	Concordo	Concordo plenamente
A metodologia proposta atendeu aos objetivos estabelecidos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta atendeu às suas expectativas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta demonstrou ser uma ferramenta prática?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta apresentou resultados úteis?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A metodologia proposta pode ser útil como instrumento de auxílio à tomada de decisões?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Se tiver mais alguma observação que deseja compartilhar, por favor não hesite!

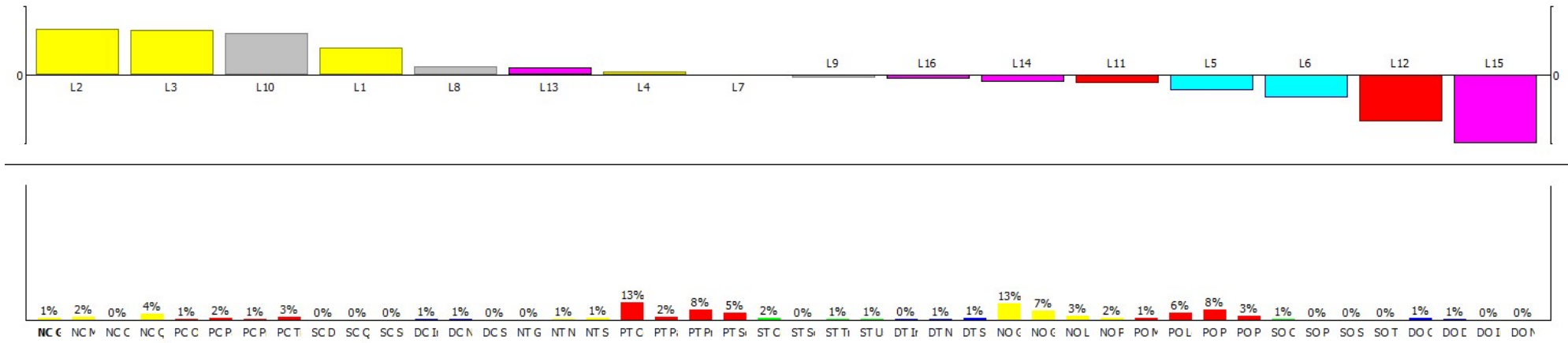
## APÊNDICE C

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Curitiba</b>	NC Gerencia...	NC Melhoria ...	NC Objetivos	NC Qualidade	PC Objetivos	PC Padroniz...	PC Processos	PC Treiname...	SC Documen...	SC Qualidade	SC Suporte	DC Informação	DC Networking	DC Software	NT Gerencia...	NT Networking	NT Software	
Unit	y/n	y/n	y/n	y/n	y/n	y/n	y/n	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	
Cluster/Group	●	●	●	●	◆	◆	◆	◆	■	■	■	◆	◆	◆	●	●	●	
<b>Preferences</b>																		
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	0,78	0,39	3,07	0,22	0,85	0,50	1,24	0,36	16,88	10,63	4,47	0,95	1,51	3,59	4,06	1,10	0,75	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>																		
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Maximum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Average	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,50	0,25	
Standard Dev.	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,50	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,50	0,50	0,43	
<b>Evaluations</b>																		
<input checked="" type="checkbox"/> N1_Inicial	■	no	yes	yes	no	yes	no	no	no	yes	yes	yes	no	yes	yes	no	no	yes
<input checked="" type="checkbox"/> N2_Transição	■	no	no	no	yes	no	yes	no	yes	no	no	no	yes	no	no	yes	yes	no
<input checked="" type="checkbox"/> N3_Promissor	■	yes	no	no	no	no	no	yes	yes	no	no	no	no	no	no	yes	yes	no
<input checked="" type="checkbox"/> N4_Contínuo	■	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Curitiba</b>	PT Comunica...	PT Padroniza...	PT Processos	PT Software	ST Coleção d...	ST Software	ST Treiname...	ST Uso e Fu...	DT Informação	DT Networking	DT Software	NO Gerencia...	NO Gerencia...	NO Local de ...	NO Pessoas	PO Métricas	PO Local de ...
Unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	♦	♦	♦	♦	■	■	■	■	♦	♦	♦	●	●	●	●	♦	♦
<b>Preferences</b>																	
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	0,07	0,40	0,12	0,19	0,57	3,57	0,97	1,61	2,23	0,88	0,70	0,08	0,13	0,30	0,62	0,66	0,17
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>																	
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Average	0,25	0,25	0,25	0,25	0,00	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50	0,25	0,50	0,25
Standard Dev.	0,43	0,43	0,43	0,43	0,00	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,50	0,43	0,50	0,43
<b>Evaluations</b>																	
<input checked="" type="checkbox"/> N1_Inicial	no	no	no	yes	no	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	no	no	no	yes	yes
<input checked="" type="checkbox"/> N2_Transição	yes	yes	yes	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	yes	yes	yes	no
<input checked="" type="checkbox"/> N3_Promissor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	yes	yes	no	no	no
<input checked="" type="checkbox"/> N4_Contínuo	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Curitiba</b>	PO Pessoas	PO Processos	SO Competê...	SO Pessoas	SO Suporte	SO Treiname...	DO Comunic...	DO Documen...	DO Informação	DO Networking
Unit	unit	unit	y/h	unit	unit	unit	unit	unit	unit	unit
Cluster/Group	♦	♦	■	■	■	■	♦	♦	♦	♦
<b>Preferences</b>										
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max
Weight	0,12	0,29	1,84	10,23	9,27	4,05	0,79	1,48	4,74	2,59
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Statistics</b>										
Minimum	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maximum	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Average	0,25	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,50
Standard Dev.	0,43	0,50	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,50
<b>Evaluations</b>										
<input checked="" type="checkbox"/> N1_Inicial	no	yes	yes	yes	yes	no	yes	yes	no	yes
<input checked="" type="checkbox"/> N2_Transição	yes	yes	no	no	no	yes	no	no	yes	yes
<input checked="" type="checkbox"/> N3_Promissor	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no
<input checked="" type="checkbox"/> N4_Contínuo	no	no	no	no	no	no	no	no	no	no

## APÊNDICE D





	Invertido	NC Gerencia...	NC Melhoria ...	NC Objetivos	NC Qualidade	PC Objetivos	PC Padroniz...	PC Processos	PC Treiname...	SC Documen...	SC Qualidade	SC Suporte	DC Informação	DC Networking	DC Software	NT Gerencia...	
Unit	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	
Cluster/Group																	
<b>Preferences</b>																	
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	1,28	2,56	0,33	4,58	1,17	2,02	0,81	2,75	0,06	0,09	0,22	1,05	0,66	0,28	0,25		
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual		
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute		
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
<b>Statistics</b>																	
<b>Evaluations</b>																	
<input checked="" type="checkbox"/>	L1		Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	
<input checked="" type="checkbox"/>	L2		Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L3		Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L4		Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L5		Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L6		Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L7		Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L8		Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L9		Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L10		Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L11		Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L12		Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L13		Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L14		Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L15		Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/>	L16		Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto

	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Invertido</b>	PO Métricas	PO Local de ...	PO Pessoas	PO Processos	SO Competê...	SO Pessoas	SO Suporte	SO Treiname...	DO Comunic...	DO Documen...	DO Informaçã...	DO Networking	
Unit	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	■	■	■	■	◆	◆	◆	◆	
<b>Preferences</b>													
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	1,51	5,81	8,23	3,51	0,54	0,10	0,11	0,25	1,27	0,67	0,21	0,39	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>													
<b>Evaluations</b>													
<input checked="" type="checkbox"/> L1	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L2	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L3	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L4	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L5	■	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L6	■	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L7	■	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L8	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L9	■	Baixo Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L10	■	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L11	■	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L12	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L13	■	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L14	■	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L15	■	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L16	■	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto



	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
<b>Invertido</b>	NT Networking	NT Software	PT Comunica...	PT Padroniza...	PT Processos	PT Software	ST Coleção d...	ST Software	ST Treiname...	ST Uso e Fu...	DT Informação	DT Networking	DT Software	NO Gerencia...	NO Gerencia...	NO Local de ...	NO Pessoas	
Unit	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	impact	
Cluster/Group	●	●	◆	◆	◆	◆	■	■	■	■	◆	◆	◆	●	●	●	●	
<b>Preferences</b>																		
Min/Max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	max	
Weight	0,91	1,34	13,67	2,50	8,14	5,40	1,76	0,28	1,03	0,62	0,45	1,13	1,43	13,20	7,62	3,38	1,62	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>																		
<b>Evaluations</b>																		
<input checked="" type="checkbox"/> L1	●	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L2	●	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L3	●	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L4	●	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L5	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L6	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L7	■	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L8	■	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L9	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L10	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L11	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L12	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L13	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L14	■	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L15	■	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Baixo Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto
<input checked="" type="checkbox"/> L16	■	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Alto Impacto	Baixo Impacto	Médio Impacto	Médio Impacto	Baixo Impacto