



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ARTHUR CEZAR MARANHÃO DE ARRUDA
IGOR RAFAEL GOMES DE VASCONCELOS

**ANÁLISE DE CUSTOS EM PAREDES, PARA PROJETO DE VEDAÇÃO
VERTICAL, ATRAVÉS DA INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

Recife
2022

ARTHUR CEZAR MARANHÃO DE ARRUDA
IGOR RAFAEL GOMES DE VASCONCELOS

**ANÁLISE DE CUSTOS EM PAREDES, PARA PROJETO DE VEDAÇÃO
VERTICAL, ATRAVÉS DA INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil e
Ambiental da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Tibério Wanderley.

Recife

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Arruda, Arthur Cezar Maranhão de.

Análise de custos em paredes, para projeto de vedação vertical, através da
inteligência de negócios / Arthur Cezar Maranhão de Arruda, Igor Rafael
Gomes de Vasconcelos. - Recife, 2022.

57 p. : il., tab.

Orientador(a): Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil -
Bacharelado, 2022.

1. subsistema. 2. vedação. 3. decisão. 4. inteligência de negócios. I.
Vasconcelos, Igor Rafael Gomes de. II. Oliveira Andrade, Tibério Wanderley
Correia de . (Orientação). III. Título.

620 CDD (22.ed.)

ARTHUR CEZAR MARANHÃO DE ARRUDA
IGOR RAFAEL GOMES DE VASCONCELOS

**ANÁLISE DE CUSTOS EM PAREDES, PARA PROJETO DE VEDAÇÃO
VERTICAL, ATRAVÉS DA INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil e
Ambiental da Universidade Federal de
Pernambuco, Centro de Tecnologia e
Geociências, como requisito parcial para a
obtenção do grau de Engenharia Civil.

Aprovado em: 26 de maio de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Tibério Wanderley Correia de Oliveira Andrade (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Rubens Dantas (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Ricardo Hutt (Examinador Externo)
TECOMAT Engenharia

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus por ter nos guiado e iluminado nossa caminhada, por ter nos consolado nas horas difíceis e nos abençoado em todos os momentos.

Agradecemos, também, as nossas famílias, amigos e professores, que sempre estiveram apoiando com fé, incentivo e otimismo ao longo da trajetória acadêmica, vocês foram, sem dúvida alguma, imprescindíveis para chegarmos até aqui.

A todos os docentes que fizeram parte desta trajetória, nossos votos de estima por todos os ensinamentos e conhecimentos, por terem contribuído com nosso crescimento acadêmico e profissional. Em especial ao professor Tibério Wanderley, nosso obrigado pela orientação, conhecimento transmitido e diversas horas de aula ao longo da graduação.

Por fim, agradecemos a todos aqueles que de alguma forma proporcionaram o desenvolvimento deste trabalho. Muito obrigado a todos!

RESUMO

A execução dos subsistemas construtivos são fundamentais para execução de uma edificação, dentre eles pode-se destacar o de vedação vertical, parte inerente quanto a compartimentação de ambientes. Dada a devida importância dessa área na engenharia, o presente trabalho tem por objetivo realizar um estudo de caso propondo análises de custos sob o elemento parede, do subsistema de vedação vertical, para diferentes fases de projeto, através da aplicação dos conceitos de inteligência de negócios. Para isso, foi utilizado como referência o projeto executivo de vedação, para um Hospital localizado na cidade de Guarulhos/SP, projeto este fornecido pela empresa parceira, TECOMAT Engenharia, que disponibilizou não somente o projeto, mas também os custos unitários para cada tipologia, ponto base para realização das análises. Desta forma, foram desenvolvidos painéis gráficos, utilizando os conceitos de inteligência de negócios, através da plataforma Microsoft Power BI, o que possibilitou uma visualização mais ampla e ágil dos custos de cada tipologia, permitindo assim uma avaliação crítica de cada item. Durante esse processo, houve a integração com a modelagem tridimensional do projeto, onde foi possível a visualização automática de cada tipologia e seu respectivo custo. Após a composição dos painéis, foi inserido a modelagem para duas fases distintas de projetos, sendo elas o projeto preliminar e o anteprojeto, essa aplicação permitia comparar os custos provenientes para execução do elemento parede em cada etapa. Assim pôde-se concluir os efeitos de aplicação da inteligência de negócios para análise de custos do subsistema de vedação vertical e a sua importância no processo decisório.

Palavras-chave: subsistema; vedação; decisão; inteligência de negócios.

ABSTRACT

The execution of construction subsystems is fundamental to the execution of a building, among them can be highlighted the vertical sealing, inherent part as the compartmentalization of environments. Given the importance of this area in engineering, this paper aims to conduct a case study proposing cost analysis under the wall element of the vertical sealing subsystem, for different project phases, through the application of business intelligence concepts. For this, the executive project of the fence was used as a reference, for a Hospital located in the city of Guarulhos/SP, a project provided by the partner company, TECOMAT Engenharia, which made available not only the project, but also the unit costs for each typology, the base point for the analyses. Thus, graphical dashboards were developed, using the concepts of business intelligence, through the Microsoft Power BI platform, which enabled a broader and faster visualization of the costs of each typology, thus allowing a critical evaluation of each item. During this process, there was an integration with the project's three-dimensional modeling, where it was possible to automatically visualize each typology and its respective cost. After the composition of the panels, the modeling for two distinct project phases was inserted, which were the preliminary project and the preliminary design. This application allowed the comparison of the costs for the execution of the wall element in each phase. Thus, it was possible to conclude the effects of applying business intelligence to analyze the costs of the vertical sealing subsystem and its importance in the decision making process.

Keywords: subsystem; sealing; decision; business intelligence.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Sistema construtivo e seus subsistemas	14
Figura 2 - Separação visual dos termos “vedação vertical”, “parede” e “alvenaria”.	16
Figura 3 - Parede em Drywall.....	18
Figura 4 - Parede em Alvenaria, com bloco cerâmico.....	20
Figura 5 - Representação Gráfica da Planta de 1 ^a fiada	21
Figura 6 - Representação Gráfica da Planta de Elevação da alvenaria	22
Figura 7 - Ciclo de informação inteligente do projeto.....	25
Figura 8 - Obtenção dos dados (1º Passo), através da plataforma PowerBI	31
Figura 9 - Transformação de dados (2º Passo), através do ícone no PowerBI.....	32
Figura 10 - Execução das tabelas Documentação e Parâmetro (3º Passo)	33
Figura 11 - Execução da Tabela de Materiais e Áreas (4º Passo)	33
Figura 12 - Execução da Tabela de Custos Unitários (5º Passo).....	34
Figura 13 - Aplicação do processo de transformação dos dados (6º Passo).....	34
Figura 14 - Interligação dos dados, através da aba Modelo	35
Figura 15 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard de apresentação	36
Figura 16 - Exemplificação da ABA 02 do Dashboard de apresentação	37
Figura 17 - Entregas do projeto de vedação vertical realizadas pela TECOMAT	40
Figura 18 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard com os valores totais	41
Figura 19 - Exemplificação da modelagem para os pavimentos I e II	43
Figura 20 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard, para o Filtro Paredes: ALVENARIA	45
Figura 21 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard, para o Filtro Paredes: DRYWALL ..	46
Figura 22 - Exemplificação da ABA 01, para os Filtros Paredes e Pavimentos	47
Figura 23 - Exemplificação da ABA 01, com os valores totais para o Anteprojeto	49
Figura 24 - Comparação dos gráficos entre as fases de projeto	50
Figura 25 - ABA 02 do Dashboard aplicado ao Anteprojeto	51
Figura 26 - ABA 02 do Dashboard, aplicação do Cenário I	52
Figura 27 - ABA 02 do Dashboard, aplicação do Cenário II	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quadro resumo das ferramentas aplicadas ao BI	26
Tabela 2 - Exemplificação da matriz de componentes na avaliação do preliminar	42
Tabela 3 - Exemplificação do quadro resumo com as tipologias do Pavimento I.....	43
Tabela 4 - Exemplificação do quadro resumo com as tipologias do Pavimento II	44
Tabela 5 - Exemplificação do quadro resumo, para o Filtro Paredes: ALVENARIA	45
Tabela 6 - Exemplificação da matriz de componente, para o Filtro Paredes: DRYWALL	47
Tabela 7 - Exemplificação da matriz de componente, para Filtros de Parede e Pavimento.....	48
Tabela 8 - Exemplificação da matriz de componente com os itens do Anteprojeto	50

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	SISTEMA E SUBSISTEMAS CONSTRUTIVOS	14
2.2	SUBSISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL: CONCEITUAÇÃO BÁSICA	15
2.3	CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES	17
2.4	TIPOLOGIA DE PAREDES: DRYWALL E ALVENARIA	17
2.4.1	Parede em Drywall	18
2.4.2	Parede em Alvenaria tradicional	19
2.5	PROJETO DE VEDAÇÃO VERTICAL (PVV)	20
2.6	CUSTOS E ORÇAMENTO	22
2.7	INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS	23
2.7.1	Definição e características	23
2.7.2	Componentes da inteligência de negócios	26
2.7.3	KPI'S e dashboards	27
2.7.4	Aplicação no processo decisório	27
2.7.5	Crescimento e aplicação no Brasil	28
3	MATERIAIS E MÉTODO	30
3.1	EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS	30
3.2	CRIAÇÃO DE DASHBOARDS	35
3.2.1	Aba 01: projeto atual	35
3.2.2	Aba 02: projeto	37
4	ESTUDO DE CASO	39
4.1	EMPRESA DE ESTUDO	39
4.2	PROJETO DE REFERÊNCIA	40
4.3	ANÁLISE DE CUSTO	40
4.3.1	Análise projeto preliminar	41
4.3.1.1	Filtros de pavimento	42

4.3.1.2	Filtros de tipologia	44
4.3.1.3	Filtros cruzados	47
4.3.2	Análise anteprojeto	48
4.3.3	Comparativo	49
4.3.4	Alternativas	51
4.3.4.1	Cenário I - modificação tipologia	51
4.3.4.2	Cenário II - cotações de fornecedores	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
	REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

As edificações acompanham a humanidade de acordo com a sua evolução que está em constante acontecimento, com a finalidade de atender a diversos propósitos, trazendo consigo significados expressivos para um povo. Do ponto de vista social, ela pode ser ligada a um sinônimo de progresso, como exemplo a construção dos grandes castelos e palácios da Idade Média, porém diante do ponto de vista tecnológico, é possível visualizar um campo de crescimento ainda maior, se dispor das ferramentas de análise e construção, existentes no mercado, que são rotineiramente aprimoradas.

No início do século, SABBATINI (2018) afirmou que a indústria de construção civil no Brasil possuía um atraso tecnológico quando comparado com outros segmentos da economia e o não investimento nesse desenvolvimento poderia prolongar esse atraso. Sua afirmação, por exemplo, pode ser validada para determinados subsistemas das edificações, dentre eles o de vedação vertical, onde ainda é possível encontrar execuções que envolvem alvenaria tradicional, sem a presença de um projeto específico e sem mão de obra qualificada, o que por sua vez reflete em possíveis patologias e desperdícios de recursos, gerando retrabalho e acúmulo de resíduos durante a execução da obra. Desta forma, os pontos em desequilíbrio, comprometem não somente a gestão, como também a garantia de qualidade do serviço, impactando fundamentalmente no desempenho final da edificação.

Na construção civil o cumprimento de normas e procedimentos é de essencial importância para se obter um bom desempenho na habitação. NBR 15575 (2013), foi criada com o propósito de trazer critérios que garantam o desempenho e qualidade das edificações habitacionais, bem como a NBR-15270 (2017) que fala sobre características dos componentes para alvenaria de vedação. Nesse contexto o projeto de vedação vertical, preza pelo atendimento da norma, bem como o estabelecimento de instruções que devem ser seguidas com o intuito de atingir boa qualidade na execução e desempenho total da estrutura.

A concepção do projeto envolve inúmeros fatores e tomadas de decisões, visando sempre o cumprimento das normas, onde diversos tipos de materiais podem ser empregados, a depender do produto que se quer obter. Logo a modelagem BIM (Modelagem da Informação de Construção, em sua tradução) pode ser fundamental no processo de execução do projeto, ainda mais se tomar por base o decreto 10.306/2020, que estabelece a utilização de BIM na execução de obras e serviços de engenharia pelas instituições e entidades de administração pública federal, de forma obrigatória, o que eleva o grau de importância deste conceito, dentro dos projetos de vedação.

A modelagem auxilia na indústria de construção civil, desde a fase de planejamento até a fase de execução, visto que é possível trabalhar e navegar através das dimensões do modelo que conta com a integração de pessoas, processos e tecnologias. A aplicação da metodologia BIM no desenvolvimento do projeto, trará vantagens em diversos aspectos da execução da obra, um dos mais importantes é o aspecto financeiro, visto que na engenharia não somente os fatores qualitativos importam, mas os quantitativos também, propor uma solução que seja viável, do ponto de vista financeiro faz parte do modelo de gestão, inserido na organização BIM.

Portanto essa metodologia torna-se ainda mais abrangente, quando adicionado o conceito de Inteligência de Negócios, que advém do inglês *Business Intelligence* (BI), que é capaz de gerar informações a partir dos dados do projeto, essa integração permite ao gestor realizar uma análise especializada sobre determinado aspecto, como a contraposição entre custo e os elementos do subsistema de vedação vertical, subsistema esse que representa cerca de 20% do orçamento de uma edificação, se considerado os demais subsistemas que ele impacta, como o estrutural, revestimentos e instalações.

Em detrimento do desenvolvimento das plataformas BIM, a interconexão com o BI pode ser fonte de informação primordial para o processo decisório, criando um ciclo de informação, onde a decisão tomada, implicará nas características do projeto, que por sua vez contemplará de forma mais assertivas todos os aspectos qualitativos e quantitativos de uma execução. A consequência desse processo é a diminuição de problemas já conhecidos, como a mal prática executiva e o retrabalho, ocasionando desperdício de material, que é um dos responsáveis indiretos por elevar os custos na execução de um empreendimento.

Com esse princípio o objeto de estudo desse TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) é propor uma análise entre os custos do elemento parede, contido no subsistema de vedação vertical e seu respectivo projeto, visando sobretudo auxiliar no processo decisório do gestor, que será feito através de uma aplicação em um modelo de inteligência de negócios, integrado a uma plataforma BIM.

1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A escolha dos elementos e componentes de paredes do subsistema de vedação vertical têm uma grande importância para a edificação e a sua habitabilidade, portanto utilizar uma ferramenta aplicada a inteligência de negócios que dê suporte no processo de análise é

bastante relevante para potencializar as escolhas e atender os requisitos de performance e custos.

Essa plataforma tem por intuito trazer aos projetistas e executores, uma forma ampliada de gerir os custos e materiais do subsistema em análise. As informações coletadas serão capazes de gerar uma base de dados consolidada, onde a decisão tomada pelas intervenções causadas no projeto serão responsáveis por alimentar a base de dados, criando assim uma gestão de conhecimento e geração de valor para os clientes finais, ao transmitir o impacto que a aplicação dos conceitos de uma boa engenharia, são essenciais para implantação de uma gestão otimizada e que possibilite a integração de tecnologias e softwares a seu favor.

1.2 OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

O objetivo geral deste trabalho é estudar, avaliar e criar um produto de inteligência de negócios que irá realizar análises entre custos e a modelagem tridimensional (3D), com base no elemento parede do projeto de vedação vertical, logo sua a finalidade é trazer ao usuário uma forma de visualização que facilite a tomada de decisão e permita que essa seja mais assertiva. O presente trabalho tem como objetivos específicos:

1. Avaliar a importância e benefícios de se fazer um projeto de vedação vertical para uma edificação;
2. Criar um processo de extração e processamento do banco de dados a serem utilizados na ferramenta de inteligência de negócios e as suas respectivas correlações, entre as tecnologias e softwares já utilizados nos projetos desta disciplina;
3. Criação de um painel interativo com métricas e indicadores a serem analisados pelos projetistas através do modelo de inteligência de negócios;
4. Mostrar que é possível aplicar a ferramenta desenvolvida em projetos reais de uma companhia;
5. Exemplificar que decisões assertivas, tomadas durante o projeto, são fundamentais para garantir a saúde financeira do empreendimento;

2 REVISÃO DA LITERATURA

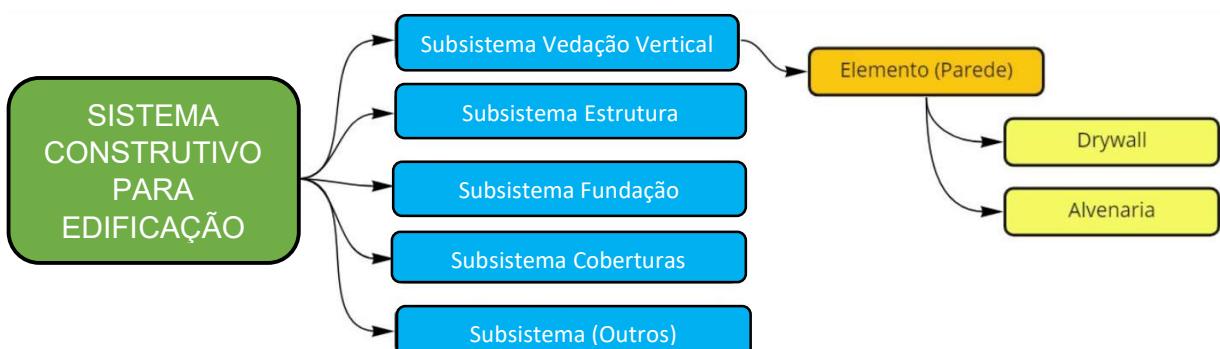
A revisão de literatura deste trabalho tem como objetivo abordar os conceitos a respeito do subsistema de vedação vertical, apontando suas características, funções, custos e desenvolvimento, bem como explanar o conceito de inteligência de negócios, ao explicar as suas características e analisar a sua importância diante do processo de tomada de decisão.

2.1 SISTEMA E SUBSISTEMAS CONSTRUTIVOS

Uma edificação é formada por vários subsistemas, que quando incorporados, formam um grande ecossistema, chamado de sistema construtivo de uma edificação. Dentre os principais subsistemas inseridos nesse meio, pode-se destacar a fundação, estrutura, pisos, instalações hidrossanitários, instalações elétricas, vedações verticais e coberta. Para ZAKETACLA (1984), o sistema construtivo nada mais é que um conjunto das regras práticas, ou o resultado de sua aplicação, de uso adequado e coordenado de materiais e mão-de-obra, que quando associados concretizam um espaço. Logo pode ser afirmado que o sistema é formado de partes interligadas entre si, onde uma depende da outra para cumprir sua função, assim cada atividade tem influência sob o resultado.

Com base na premissa de que uma edificação possui partes ou subsistemas necessários para construção do todo, esses elementos por sua vez poderão ser classificados e distinguidos. Muitas são as possibilidades de classificação dos subsistemas, segundo a classificação proposta por DUEÑAS PEÑA (2003) por exemplo, eles podem ser distribuídos nas seguintes partes, conforme figura 1 abaixo:

Figura 1 - Sistema construtivo e seus subsistemas



Fonte: Os Autores (2022)

Dentro da cadeia de subsistemas, um deles tem função primordial na delimitação de espaços e compatibilização de ambientes, o subsistema de vedação vertical, este que será a fonte das análises contidas nessa dissertação, tendo em vista que diversos materiais e formatos de execução, que se apresentam dentro desse subsistema, podem ser adotados a fim de se trazer uma solução que agregue eficiência, qualidade e economia a edificação.

2.2 SUBSISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL: CONCEITUAÇÃO BÁSICA

As vedações são os elementos destinados para o compartimento externo e/ou interno de uma edificação, podendo inclusive assumir função estrutural em determinados tipos de obras. Esse subsistema pode ser compreendido em duas partes, a primeira é a vedação horizontal, que é utilizado entre os andares de uma edificação e compreende aos pisos e tetos, e a segunda é a vedação vertical, o qual corresponde das paredes, a esquadria e o revestimento.

O subsistema de vedação vertical, se trata então do conjunto de elementos e componentes que tem como função básica vedar a edificação e seus ambientes internos. SABBATINI (2018) afirma que esse tipo de vedação é a capsula do edifício, que somados as partições internas, possibilitam definir os ambientes. Considerando-se o aspecto funcional do edifício, pode-se dizer que as esquadrias, paredes e o revestimento são partes inerentes à vedação vertical. Porém, do ponto de vista construtivo é natural que sejam abordados separadamente, em função principalmente da sequência de execução destas atividades no conjunto dos serviços.

A esquadria possui importante papel na determinação do desempenho acústico, lumínico e térmico da edificação e é uma das determinantes da estanqueidade à água. Com um bom projeto de esquadrias, determinando os materiais e o processo executivo, é possível se alcançar os resultados almejados nesses aspectos. Os revestimentos também contribuem no desempenho térmico, de estanqueidade à água e segurança contra incêndio da edificação, além de que, um bom projeto de revestimento atuará ainda diretamente na redução de manifestações patológicas e de entulho gerado durante a sua execução.

Por fim a parede, principal responsável pelo desempenho global da vedação vertical, que define a sua tecnologia de produção, conforme explica LORDSLEEM JR (2004). Ela pode ser construída de diversas formas com a utilização de materiais como, drywall, painéis em PVC, painéis de madeira revestida com placas de fibrocimento ou em alvenaria, modelo mais comumente utilizado nas edificações, que por sua vez é composto por pedras ou blocos

unidos com ou sem a presença de argamassa e pode ser classificada em alvenaria de vedação e alvenaria estrutural.

Abaixo a figura 2 auxilia no processo de compreensão e distinção dos conceitos.

Figura 2 - Separação visual dos termos “vedação vertical”, “parede” e “alvenaria”.

Pisos	Sistemas						Outros	
	Vedação Vertical							
	Esquadria	Parede				Revestimento		
	Drywall		Alvenaria			Painéis		
		Tijolos refratários	Blocos Cerâmicos	Blocos de Concreto	Blocos de Concreto Celular Autoclavado	Outros		

Fonte: Silva e Moreira (2017)

A funcionalidade da vedação vertical também é destacada pelo Grupo de Pesquisa Virtuhab (2020 - UFSC,) reforça que a principal função da vedação é delimitar os espaços, ao mesmo tempo que controla a ação de agentes indesejáveis, tais como vento, chuva, frio, calor, propagação do som, entre outros. Mas também serve de suporte e proteção dos sistemas prediais do edifício ao criar as condições de habitabilidade para ele, tais como conforto, higiene, saúde e segurança de utilização.

Com a finalidade de determinar essas funções, as vedações verticais devem ser feitas com materiais que possuem propriedades específicas, as quais visam atender a requisitos necessários de desempenho, definidos pela norma de desempenho (NBR 15575, ABNT 2021). Dentre esses requisitos pode-se destacar o seguinte:

- a) Desempenho térmico;
- b) Desempenho Estrutural;
- c) Estanqueidade à água;
- d) Saúde, higiene e qualidade do ar;
- e) Desempenho lumínico;
- f) Desempenho acústico;
- g) Tempo de resistência ao fogo;
- h) Durabilidade e manutenibilidade;
- i) Conforto tátil e antropodinâmico;
- j) Funcionalidade e acessibilidade;

2.3 CLASSIFICAÇÃO DAS PAREDES

De acordo com SABBATINI (2018) são considerados como alguns dos elementos que compõem as vedações verticais as paredes de alvenaria, os painéis pré-moldados e de gesso acartonado, paredes de concreto e as divisórias de madeira, desta forma foi proposto uma classificação desses elementos, que levassem em conta, por exemplo, aspectos quanto a sua posição e técnica executiva, como é segmentado da seguinte forma abaixo:

- De acordo com sua posição no edifício, pode ser caracterizada por ser externa (referente à vedação envoltória do edifício) e interna (partições e compartimentos);
- Quanto a mobilidade, podem ser fixas, porque as paredes são irremovíveis sem destruição. Desmontáveis, são as vedações passíveis de serem desmontadas com alguma degradação de seus componentes. Móveis, ao tratar-se de divisórias empregadas na simples compartimentação dos ambientes, com total mobilidade;
- Quanto a técnica executiva, sua execução pode ser feita por conformação, que são as vedações moldadas no próprio local. Por acoplamento a seco, referindo-se a montagem a seco, sem emprego de água, denominadas usualmente de “dry construcion”. Por acoplamento úmido, são as vedações verticais montadas com argamassa, como exemplo, os elementos pré-moldados.
- Quanto a densidade superficial, podem ser encaradas como leve, pois não tem função estrutural e apresenta baixa densidade superficial ou pesadas, que são as vedações de cunho estrutural;

2.4 TIPOLOGIA DE PAREDES: DRYWALL E ALVENARIA

Segundo a Revista Téchne (Ed. 149, 2009), as divisórias em drywall e as paredes de alvenaria são os elementos mais empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, as alvenarias em especial, formam o modelo tradicional, enquanto as divisórias em drywall, com utilização de gesso acartonado, representam um novo estilo de padrão que tem conquistado o mercado, em função da praticidade na aplicação.

2.4.1 Parede em Drywall

O Gesso Acartonado, nada mais é que uma placa produzida a partir do gesso e do papel cartão. O Drywall como é usualmente conhecido apresenta boa resistência a compressão e à maleabilidade, oferecendo, também, praticidade, rapidez e versatilidade na elaboração e execução, uma vez que sua aplicação gera poucos resíduos, além de que suas características permitem uma grande diversidade de usos e um ótimo resultado estético, RODRIGUES (2013).

De acordo com a editora a NGI (2014), a placa de gesso acartonado passou a ser utilizada no final do século XIX, empregando-a como elemento construtivo por reunir características de elementos como a madeira, em detrimento de sua facilidade de ser trabalhada, e pedra, por apresentar bom isolamento térmico e acústico, elementos esses que frequentemente eram utilizados nas construções da época. Sua composição é feita por um miolo de gesso e aditivos envoltos por cartão especial e fabricada a partir da gipsita natural, como é retratado na figura 3.

Figura 3 - Parede em Drywall



Fonte: Gessowall (2019)

O sistema de painéis de gesso acartonado, segundo SABBATINI (2018), define o sistema de painéis de gesso, classificando como um tipo de estrutura vertical fixa e leve composta por perfis de metal ou madeira e a folha de cobertura com o drywall, que tem a função de particionar o espaço interno do edifício. Logo, caracteriza-se como um exemplo do

processo de construção seca, por intervenção mecânica sem o uso de materiais ou de água, como cimento e argamassa, onde placas são fixadas a uma estrutura metálica leve e podem tanto estruturar paredes e forros como também ser utilizadas para acabamento sobre a alvenaria (menos comum).

Vale destacar também que a espessuras dessas paredes costuma ser menor do que a espessura das paredes convencionais, entretanto as paredes de gesso acartonado trazem um ganho considerável de área útil por unidade, podendo chegar a 4%, se comparado a alvenaria tradicional, explica LABUTO (2014).

2.4.2 Parede em Alvenaria tradicional

Diferentemente do sistema estrutural, que é o responsável por suportar, tanto as cargas permanentes, quanto as cargas accidentais, substituindo os pilares e vigas tradicionais do sistema estruturas em concreto armado, o sistema de vedação, pode ser encarado como um tipo de sistema que não é elaborado para resistir as cargas além de seu peso, TÉCHNE (2016). As paredes de alvenaria ainda são os elementos mais frequentemente empregados no processo construtivo tradicional brasileiro, condicionando fortemente ao desempenho do edifício.

PARSEKIAN e SOARES (2010), definem a alvenaria como um componente constituído de blocos ou tijolos unidos entre si por juntas de argamassa, formando assim um conjunto coeso, conforme a figura 04. A alvenaria tradicional segue os padrões de desempenho, tendo em vista que suas funções, tem por interesse o conforto térmico e acústico, além de garantir a estanqueidade do ambiente e durabilidade, portanto as paredes de vedação em alvenaria guardam uma estreita relação com os revestimentos, esquadrias, instalações, impermeabilizações e estrutura, possuindo grande influência no custo total da obra.

Todavia SIMAS (2011) relata que a alvenaria tradicional na construção civil, tornou-se uma questão cultural do construtor, isso faz com que muitas vezes se crie um bloqueio a novas tecnologias construtivas. De acordo com BARROS (2019), apesar da alvenaria de vedação ser muito utilizada, é muito comum que esta seja executada de forma incorreta, sem projeto executivo e com decisões tomadas durante o processo de execução da obra. Tal realização gera um volume considerável de desperdício de material e de mão de obra.

Figura 4 - Parede em Alvenaria, com bloco cerâmico



Fonte: Os Autores (2022)

2.5 PROJETO DE VEDAÇÃO VERTICAL (PVV)

Com o intuito de se garantir uma execução limpa e sequenciada, o projeto executivo de vedação vertical tem por objetivo especificar os materiais a serem adotados e os detalhes construtivos, representados em planta, capazes de conferir à parede as características necessárias para o cumprimento dos requisitos normativos, sempre entorno da melhor prática executiva possível, revela SABBATINI (2018).

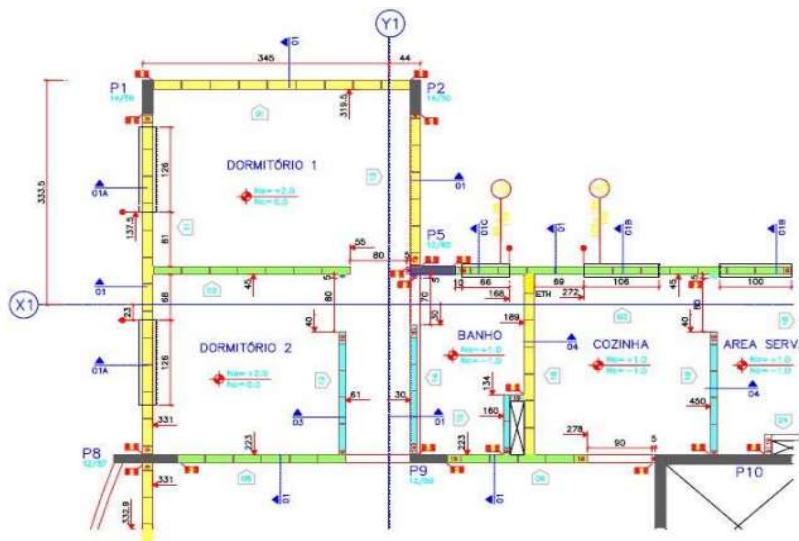
Com essa finalidade, o projeto pode ser subdividido em 6 etapas, de acordo com DUEÑAS PEÑA (2003):

- 1) Contato inicial com a empresa contratante;
- 2) Estudo Preliminar;
- 3) Anteprojeto;
- 4) Projeto Executivo;
- 5) Detalhamento;
- 6) Implantação e Acompanhamento;

As etapas, correlacionadas entre si, tem função de entender as principais características necessárias a vedação, a partir do contato inicial, em seguida é realizado o estudo preliminar,

fase que usualmente ocorre quando projetos de outras disciplinas, como estrutura e instalações, estão em fase mais adiantada, descreve DUEÑAS PEÑA (2003). Dessa forma começam a ser realizadas as entregas parciais do projeto, a partir do anteprojeto até o detalhamento, fase em que são produzidas todas as plantas que mostram detalhes inerentes a execução, como as plantas de partida da alvenaria, locação e elevação das paredes, a exemplo das figuras 5 e 6, tais plantas mostram inclusive por onde deverá passar a infraestrutura para as instalações elétricas e hidráulicas.

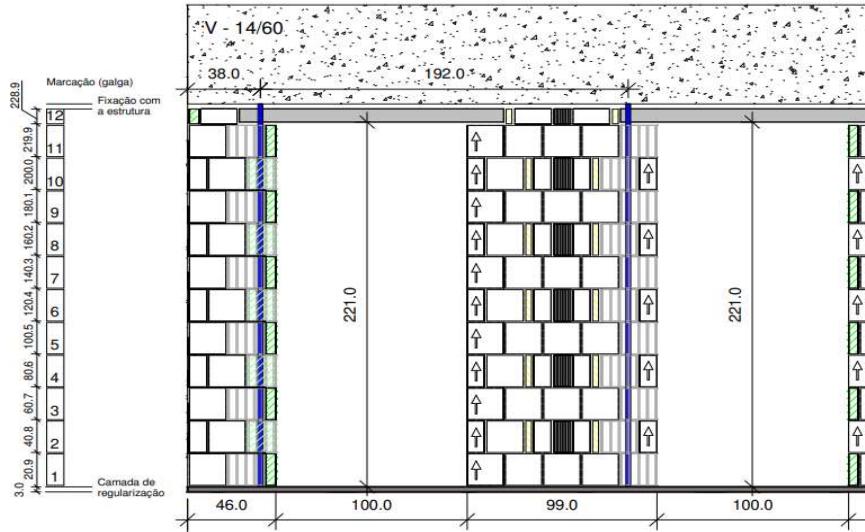
Figura 5 - Representação Gráfica da Planta de 1^a fiada



Fonte: Dueñas Peña (2003)

É relevante enfatizar que cada fase dessa é prosseguido de uma compatibilização com todos os pontos críticos discutidos nas fases anteriores. A implementação só ocorre após a aprovação ser concedida pelo cliente para as fases anteriores do projeto, onde assim, será apresentado uma solução que não só atenda aos parâmetros normativos, como também uma solução que seja viável do ponto de vista financeiro. O projeto de vedação visa representar a melhor prática construtiva para a tipologia de parede solicitada, compatibilizada com os demais subsistemas impactados pela vedação vertical, como o subsistema de instalações e revestimentos, evitando assim o retrabalho e desperdício de material.

Figura 6 - Representação Gráfica da Planta de Elevação da alvenaria



Fonte: Os Autores (2022)

2.6 CUSTOS E ORÇAMENTOS

O custo é definido como o gasto relacionado a produtos e serviços utilizados na geração de outros bens e serviços, CABRAL (1988). Para TISAKA (2006), custos por sua vez podem ser fracionado em custos diretos ou indiretos, onde o custo direto é todo aquele que compreende o somatório dos custos de todos os materiais, equipamentos e mão de obra empregados em cada serviço da execução. Enquanto os custos indiretos, são encarados como uma estimativa, pois os gastos, apesar de não incorporados aquela execução, são de suma importância, como exemplo, são os custos com impostos, seguros e até perdas, essas que costumam ser os vilões invisíveis para os orçamentistas.

Os custos com execução estão interligados com o atendimento aos requisitos de desempenho das edificações previstas pela NBR 15755, logo é evidente que esse atendimento implique na escolha do tipo de material e na especialização da mão de obra, necessária para sua aplicação, o que por sua vez corrobora com o ideal de que uma análise crítica do valor financeiro da vedação é necessária não somente para atingir ao grau de desempenho solicitado, como também reforçar a saúde financeira da obra.

O ideal de engenharia econômica por exemplo, pode ser inserido nesse contexto, uma vez que análises estatísticas poderão ser utilizadas no intuito de tomar decisões que auxiliem não só no controle financeiro, mas na efetivação de uma solução que atenda aos parâmetros de qualidade e conforto.

Segundo BARROS (2019), o subsistema de vedação vertical corresponde a um custo, em torno de 5% de todo edifício, se for também considerado a sua interferência com os demais subsistemas, esse percentual passa para mais de 20% de todo o custo total do edifício, logo esse trabalho se concentra em levantar e aplicar parâmetros que potencializam o poder de escolha e decisão do construtor.

Por fim, as ferramentas inseridas no conceito BIM, podem auxiliar a gerir todos esses custos com a obra, uma vez que podem ser previstos a quantidade de materiais de maneira automática e com precisão em diversas disciplinas do projeto. É possível também, que haja interação com a 5ª dimensão do BIM (5D), que tem como finalidade realizar a estimativa de custos de uma determinada obra ou edificação, desta forma o BIM coleta uma série de quantidades e informações, com o objetivo de produzir o orçamento para todo um ciclo de vida do projeto.

A aplicação e gestão dos custos tanto de uma edificação ou de determinada disciplina dela, pode ser apresentada através de painéis de métrica e indicadores, com base nos conceitos de inteligência de negócios, ao compilar todos os dados referentes as macros atividades de um determinado serviço.

2.7 INTELIGÊNCIA DE NEGÓCIOS

A partir das diversas variáveis presentes no ambiente de negócios e as constantes mudanças de mercado, que afetam diretamente o processo de tomada de decisões, foi que se desencadeou uma busca mais eficaz pelo conhecimento, com base no levantamento de dados operacionais e cruzamento de informações, de forma a flexibilizar e agilizar esse processo. A sistematização dessa vasta quantidade de dados exige uma estrutura computacional que dê suporte na tomada de decisões, é aí que se implementa a inteligência de negócio ou mais usualmente chamada de BI (*Business Intelligence*).

2.7.1 Definição e características

Criado na década de 1960, como um sistema para troca de informações nas organizações, o Business Intelligence (BI) ou em sua tradução literal, Inteligência de Negócios (IN) só se desenvolveu a partir dos anos 90, com a evolução dos modelos computacionais para auxiliar na tomada de decisões e transformação de dados em informações. Dentre as suas definições, uma das que mais simbolizam a inteligência de

negócios, é a descrita pelo Gartner Group, através do pesquisador Howard Dresner, no ano de 1989, que descreve o BI como sendo, um conjunto de conceitos e métodos para melhorar o processo de tomada de decisões das empresas, utilizando sistemas fundamentados em dados e dimensões. O BI é um termo que descreve muito bem os ativos internos e externos da organização, utilizado para tomar as melhores decisões de negócios, segundo KIMBALL e ROSS (2002).

Nessa perspectiva, ele dedica-se à captura de dados, informações e conhecimentos que permitam às empresas competirem com maior eficiência em uma abordagem evolutiva de modelagem de dados, capazes de promover a estruturação de informações em históricos, permitindo sua modelagem por ferramentas analíticas, BARBIERI (2001).

Para OLIVEIRA (2018), o Business Intelligence, pode ser enxergado como um conjunto de processos, tecnologia e competências que, quando implementadas de maneira eficiente aumentam a eficácia do negócio

Logo o BI pode ser encarado como:

“Uma metodologia pela qual se estabelecem ferramentas para obter, organizar, analisar e prover acesso às informações necessárias aos tomadores de decisão das empresas para analisarem os fenômenos nos seus negócios”. — Howard Dresner.

Portanto, é válido ressaltar que o BI não se trata de uma ferramenta, mas sim de um conceito, uma metodologia, significa dizer que basta conhecer o seu princípio, para empregá-la em uma ferramenta de controle de dados.

MOSS e ATRE (2003) afirmam que o BI não se trata de um produto específico, mas sim de uma arquitetura, uma coleção de aplicações e banco de dados, com fácil acesso e modelagem, o que permite uma visão mais clara e objetiva, que auxilia sobretudo, na tomada de decisões.

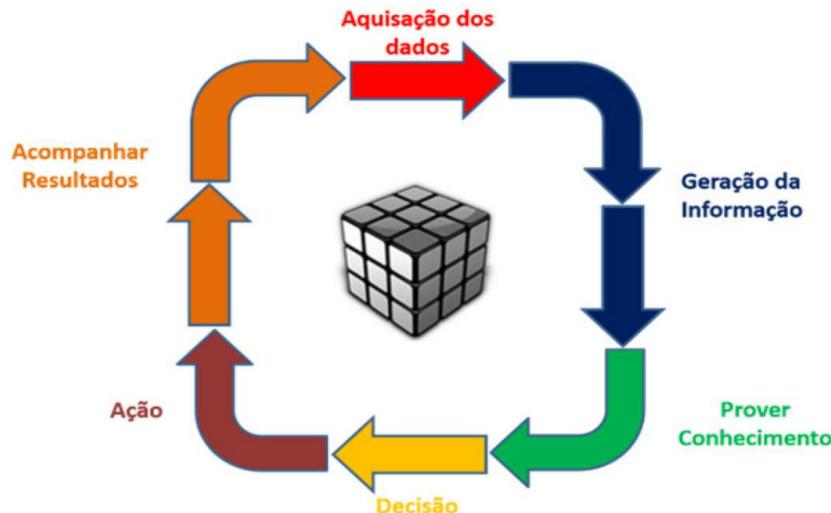
As organizações por sua vez, estão cada vez mais preocupadas em acumular uma quantidade de dados em diferentes formatos e bases, com o intuito de gerar informação a partir dos padrões, associações ou relações entre esses dados, que quando compilados podem ser convertidos em informações sobre padrões históricos e tendências futuras, segundo OLIVEIRA (2018).

As aplicações feitas com essa metodologia, permitem dizer que utilizar o conceito de inteligência de negócios, traz diversos benefícios quanto a realização de uma gestão de desempenho mais ampla do mercado, logo pode-se destacar como funções e objetivos principais do BI, os tópicos listados abaixo:

- Mineração dos dados
- Processamento analítico online dos dados;
- Manipulação dos dados;
- Mineração de Processos;
- Benchmarking;
- Análises preditivas;

Com isso é possível estabelecer um ciclo de vida da informação inteligente do projeto, ao se entender que o processo de levantamento e mineração dos dados é essencial para realizar uma análise preditiva que conduzirá a uma tomada da ação, como propõe a figura 07:

Figura 7 - Ciclo de informação inteligente do projeto



Fonte: Bonel (2015)

Logo, ao partir-se da premissa de que uma base de dados gera informação e essa leva ao conhecimento, pode-se afirmar que é justamente de posse de conhecimento que será possível tomar uma decisão mais assertiva. A decisão tomada implica na efetivação de uma ação, o acompanhamento dos resultados dessas ações levará a um novo conjunto de dados, construindo assim um ciclo de informação inteligente. Porém para iniciar o processo de manipulação de dados até a parametrização de todo o sistema, algumas ferramentas dão o devido suporte para esse ciclo acontecer.

2.7.2 Componentes da inteligência de negócios

O Business Intelligence acompanhou o avanço da tecnologia no final do século 20, quando os problemas relacionados a complexidade e veracidade foram ficando para traz, a partir da instauração da tecnologia em formato de nuvem, *Data Warehousing*, que possibilitou aos sistemas, trabalhar de forma ágil no processo de análise e manipulação de dados. A partir dessa perspectiva, foram estabelecidas ferramentas que auxiliassem nesse processo, destacando-se: *data warehouse* (DW), *data mart* (DT), ferramentas OLAP e *data mining*, que representam conjuntos e subconjuntos de dados que quando relacionados a outro sistema de dados, fornece informações importantes sobre o ecossistema em análise.

Na tabela 1 é possível visualizar o significado e as funções das principais ferramentas aplicadas ao contexto do BI.

Tabela 1 - Quadro resumo das ferramentas aplicadas ao BI

Data Warehouse (DW)	Data mart (DM)	OLAP	Data Mining
<ul style="list-style-type: none"> Conjunto de dados organizado por assunto e integrado por <i>data</i>; Ferramenta capaz de gerenciar grandes quantidades de dados, modelando-os para suprir as necessidades dos executivos por informações mais rápidas sobre o desempenho da empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> Subconjunto lógico e físico do DW, suscetível às consultas inesperadas dos usuários; Estruturas moldadas com dados encontrados no DW, pertencentes a áreas específicas na empresa, como finanças, contabilidade, vendas etc. 	<ul style="list-style-type: none"> Facilita o acesso do usuário à base DW em que são realizadas consultas possibilitando melhor análise das informações; Capacidade atribuída aos sistemas que permite aos gestores examinarem e manipularem interativamente grandes quantidades de dados detalhados e consolidados a partir de diversas perspectivas. 	<ul style="list-style-type: none"> Utiliza modelos sofisticados para gerar modelos de previsões; Exploração e análise, por meios automáticos e semi-automáticos, de grandes quantidades de dados para descobrir padrões e regras significativos; Atende a fluxo de trabalho imprevisível, e propicia a análise em dados atuais e históricos para determinar futuras ações.

Fonte: Reginato (2007) e Barbieri (2001)

As ferramentas contidas na metodologia do BI visam facilitar a geração e comunicação de recurso de informação aos usuários, bem como a flexibilização e dinamicidade em seus processos, sendo base para o contínuo desenvolvimento do controle organizacional, onde a visualização pode se dar com a criação dos *dashboards* e métricas para análise de eficiência de um determinado item.

2.7.3 KPI's e dashboards

O “Key Performance Indicator (ou Indicador Chave de Performance)” é um conceito prático e bastante difundido, ele parte do princípio de analisar uma informação sob a comparação de outra informação. Ou seja, estabelece-se um objetivo e se compara o realizado a esse objetivo, indicando assim se a performance foi boa, média ou ruim, explica BRAGHITTONI (2017). Quando existe diversos KPIs em conjunto, ditando uma correlação significativa entre eles, será então formado um *Dashboard*, que por sua vez apresenta esses KPI's através de gráficos e pequenas tabelas de detalhamento, com a finalidade de facilitar e aproximar o entendimento por parte do usuário.

Os KPI's aplicados no conceito de inteligência de negócios, podem ser considerados pontos chaves do processo decisório, uma vez que sua análise influencia diretamente no tipo de ação que será tomada. Os índices de performance partem do ideal de que o acompanhamento feito sobre as ações implantadas estão tendo o retorno esperado ou não, onde em caso negativo, uma nova medida reguladora deve ser tomada. É justamente nesse ponto que entra a apresentação dos conjuntos de KPI's através do dashboard, que tem como objetivo a observação e análise dos dados, que por consequência induzirá a uma decisão mais assertiva.

Se faz necessário ressaltar, a existência de indicadores de mercado que já são comuns, pré-existentes, a uma determinada atividade, como exemplo dos índices de lucratividade ou taxas de conversão em vendas, ligados a parte comercial de uma empresa, entretanto também é possível implementar KPI's internos a organização, definido em função de sua área de atuação ou sistema de formação.

2.7.4 Aplicação no processo decisório

A tomada de decisão é um processo de suma importância na arte de administrar/gerenciar, fato esse foi citado pelo Nobel de economia em 1978, Herbert Simon, explicando que o exercício de tomar decisões é crucial para as organizações. O processo decisório é fundamental para o desempenho empresarial, principalmente no que tange a utilização de métodos e técnicas para auferir a uma decisão a precisão de momento e conteúdo certos, é nesse contexto que a inteligência de negócios pode ser aplicada, BATOCCHIO (2002, p.83 apud ROBBINS, 2001).

Segundo OLIVEIRA (2018) é possível realizar uma análise sobre os níveis de decisão que podem ser tomados com a utilização do BI, classificados na seguinte ordem:

- 1) **Decisões Operacionais:** São as decisões ligadas ao controle operacional, por isso exigem que as informações sejam mais precisas, detalhadas sobre determinada atividade.
- 2) **Decisão Táticas:** São caracterizadas pelas decisões que ocorrem a nível gerencial e produzem efeitos de curto e médio prazo, com informações sintetizadas por atividade.
- 3) **Decisão Estratégicas:** Essas decisões geram efeitos duradouros, seguidas de um planejamento estratégico, utilizando de informações macros, seja ela internas ou externas.

A tomada de decisão é, fatalmente, o ponto de saída de uma análise preditiva através do BI, seja ela aplicada a avaliação de demandas, gestão de riscos ou controle de qualidade. OLIVEIRA (2018) traz que essas decisões podem ser tomadas em diversos níveis e momentos, se for premissa a existência de bons dados que geram informações precisas sobre a determinada atividade.

Com intuito de criar uma gestão e controle sobre todos os aspectos gerenciais de um determinado setor, é que diversas empresas nacionais aderiram ao seu modelo de negócios a utilização de plataformas e ferramentas que utilize os conceitos de inteligência de negócios.

2.7.5 Crescimento e aplicação no Brasil

Diante de todas as opções e possibilidades que a inteligência de negócios oferece, como já visto acima, é um fato afirmar que houve um aumento no interesse das empresas brasileiras por software e plataformas do segmento, o que foi confirmado pelo Estudo Mercado Brasileiro de Software – Panorama e Tendências, produzido pela ABES (Associação Brasileira das Empresas de Software) em parceria com a IDC, que apontou que as plataformas e aplicações de BI e Analytics movimentaram US\$ 1,196 bilhão em 2019, com uma taxa de crescimento de 20,3% em relação ao ano anterior, MONTARROYOS (2021).

Um dos casos de sucesso da aplicação do BI no Brasil, foi o da companhia de Gás de Minas Gerais (GASMIG), que adotou as ferramentas de criação e banco de dados do BI, para otimizar processos e gerar facilidade na obtenção de informações de qualidade e em tempo real, tendo em vista que a companhia enfrentava diversos problemas com a demora para emitir relatórios de faturamento e controle de dados para a área financeira, entretanto após a utilização do BI, foi observado uma otimização de tempo para execução das atividades cotidianas, além de aumento de produtividade e autonomia por parte da equipe. Dessa forma a companhia passou a responder mais rapidamente a demandas de negócios, de acordo com AGOSTINI (2016).

Outra empresa brasileira que adotou com sucesso o BI, foi a Cia. Suzano Papel e Celulose, uma das maiores produtoras de celulose de eucalipto da América Latina. A Suzano percebeu que houve uma redução de custos e tempo no acesso as informações estratégicas da empresa, além de conseguir visualizar com antecedência problemas e padrões de mercado, após a aplicação de uma ferramenta que destacava os indicadores da empresa, permitia maior interatividade entre gerência e os responsáveis por esses indicadores, AGOSTINI (2016).

3 MATERIAIS E MÉTODO

Este capítulo tem como objetivo descrever toda a metodologia e ferramentas que serão utilizadas no desenvolvimento da ferramenta de inteligência de negócios deste TCC, entendendo sequencialmente qual deve ser a ordem de execução das etapas da metodologia. Inicialmente será levantado todo o processo de extração e análise dos dados, base analítica, da estrutura do sistema de inteligência de negócios, em seguida, ao dar continuidade no ciclo de geração de informação, será aplicado os dashboards, juntamente com o processo de execução das métricas de análise, a partir da parametrização plataforma de BI com a modelagem 3D.

Para aplicação da metodologia, é necessário esclarecer que todos os dados foram retirados com base no projeto de referência da empresa TECOMAT, que também atua no seguimento de projetos para vedação vertical, ponto que será destacado durante o Estudo de Caso. Para processamento dos dados, foi utilizado a plataforma da Microsoft *Power BI*, que possibilita a visualização interativa através dos recursos de inteligência de negócios e que será interconectada com a plataforma BIM de execução do projeto, REVIT, capaz de produzir a modelagem tridimensionalmente. O resultado da metodologia descrita nesse trabalho, visa gerar um produto, através do PowerBI, que poderá ser utilizado em todas as versões de projeto da empresa para realização de análises qualitativas.

3.1 EXTRAÇÃO E PROCESSAMENTO DE DADOS

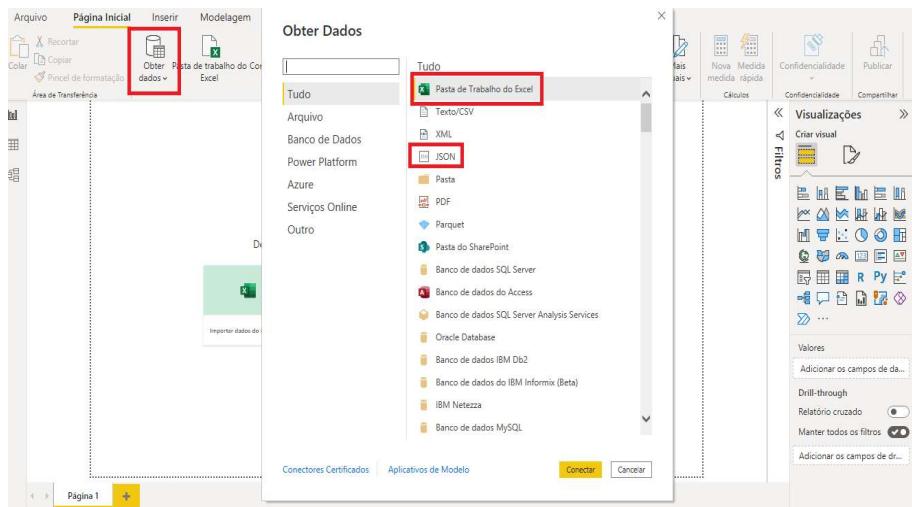
A etapa de extração é responsável por entender todas as origens de informações, banco de dados e tipologia dos arquivos a serem extraídos das ferramentas utilizadas pela TECOMAT na realização de seus projetos de vedação vertical. Logo todos os dados necessários a execução do modelo de inteligência de negócios, foram extraídos seguindo duas diretrizes:

- **Quantidade e Característica dos materiais;** através da plataforma REVIT, foram extraídas do projeto todas as informações globais, no que se refere a tipologia e categoria dos elementos utilizados, através de um arquivo JSON do Power BI, também foi extraído a modelagem paramétrica (3D), realizada através um Plugin do REVIT, o arquivo chamado OBJ.
- **Custos unitários;** Através da ferramenta da Microsoft Excel, foram extraídos dados de custos unitários referente as tipologias das paredes de acordo com o modelo de

precificação parametrizado, fornecido com os dados de valores unitários, contidos no banco de dados da própria empresa.

Para início do processo, uma vez extraídos, esses arquivos, das plataformas expostas acima, eles são inseridos dentro do PowerBI através da funcionalidade de Obter Dados, como mostra a figura 8. Quando essa etapa for realizada, pode-se dizer que o processo de transformação é iniciado.

Figura 8 - Obtenção dos dados (1º Passo), através da plataforma PowerBI



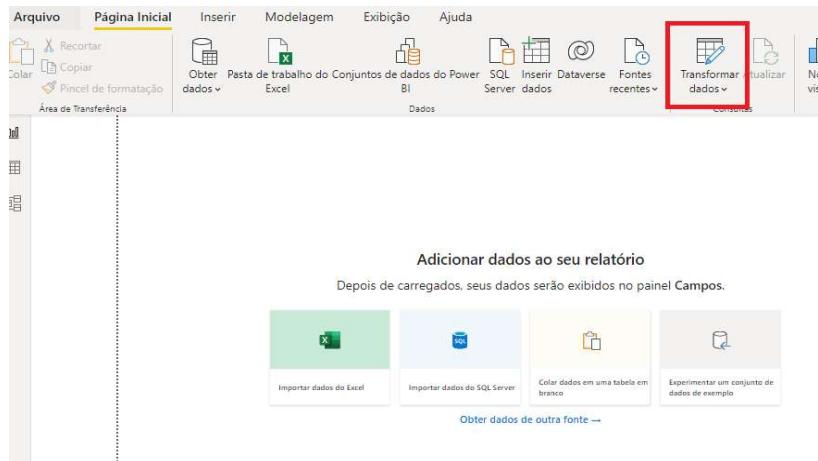
Fonte: Os Autores (2022)

No 1º passo para desenvolvimento da plataforma de análise, foi necessário realizar a preparação dos dados para a fase final de carregamento dentro do Power BI, visto que uma vez padronizado, será necessário apenas repetir o processo de alimentar o banco de dados para futuros projetos junto a Power Query, mecanismo de transformação dos dados, que será capaz de realizar tudo de uma maneira automática.

O intuito de utilizar esse mecanismo é otimizar todo o fluxo de trabalho, algo que é característico em grande parte do processo de transformação, onde os dados são dispostos exatamente na estrutura que devem ser consumidos e relacionados posteriormente pelo relatório.

O 2º passo, observado na figura 9, foi caracterizado por acionar a funcionalidade “Transformar Dados” do Power BI, onde ficará registrada na Power Query todas as etapas realizadas de transformação, na sua aba de configuração de consulta, logo o mecanismo do Power Query pode ser assumido como o gerenciador oficial dentro da plataforma de BI.

Figura 9 - Transformação de dados (2º Passo), através do ícone no PowerBI



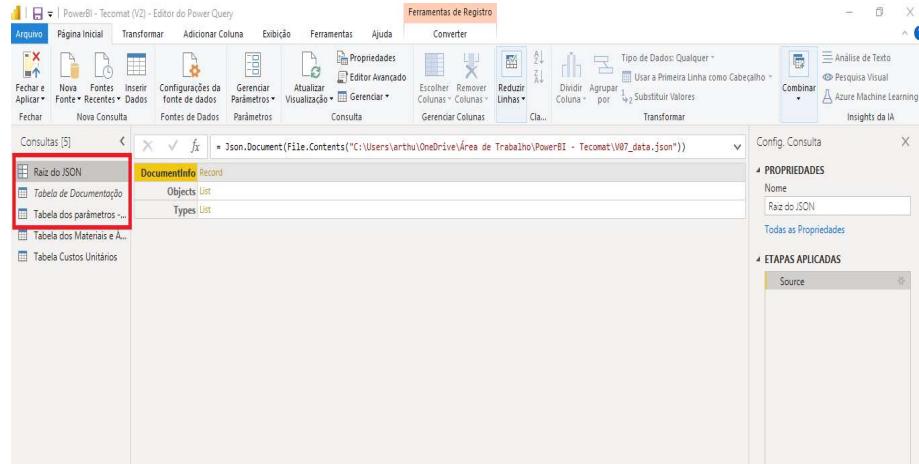
Fonte: Os Autores (2022)

No 3º passo, agora dentro da edição do Power Query foi manipulado e tratado inicialmente o arquivo JSON do Revit (Raiz do JSON), conforme figura 10, no qual originou a Tabela de Documentação do projeto e a Tabela de Parâmetros – Paredes, essas tabelas são caracterizadas da seguinte forma:

- Tabela de Documentação; contém informações de origem, nome da empresa, descrição da empresa, engenheiros responsáveis, nome do projeto, endereço, nome do cliente, status do projeto e data de início.
- Tabela de Parâmetros – Paredes; contém a maior parte das informações que foram utilizadas para realizar o dashboard, sendo eles tipo de elemento da alvenaria vertical (paredes), área (m^2), comprimento (m), pavimento da edificação, tipologia do elemento, sub-tipologia do elemento.

O que se destaca são os filtros e manipulações aplicadas para que a tabela chegue nesse formato, por exemplo, sem o filtro de elementos “paredes” o arquivo JSON traz todos os elementos que foram executados no Revit, incluindo os subsistemas estruturais, hidrossanitários e elétricos.

Figura 10 - Execução das tabelas Documentação e Parâmetro (3º Passo)



Fonte: Os Autores (2022)

Após tratar os dados do arquivo JSON, o 4º passo foi responsável pela manipulação dos dados advindos do CSV, exportados do Revit, que originou a Tabela de Materiais e Áreas, que por sua vez contém as informações referentes as especificidades do material, como a tipologia e área (m^2), conforme pode ser visualizado na figura 11.

Figura 11 - Execução da Tabela de Materiais e Áreas (4º Passo)

	A ₁ Nome do material	A ₂ Tipo do Material	A ₃ Área
1	TCM - Chapa Drywall RU	CHAPA GESSO ACARTONADO...	1201,13 m^2
2	TCM - Chapa Drywall ST	CHAPA GESSO ACARTONADO...	4721,77 m^2
3	TCM - Guia 70 mm	GUIA 70 mm	2227,98 m^2
4	TCM - Guia 90 mm	GUIA 90 mm	69,52 m^2
5	TCM_Alvenaria_Bloco de Concreto	BLOCO DE CONCRETO 19 cm	215,85 m^2
6	TCM_Alvenaria_Bloco de Concreto_14cm	BLOCO DE CONCRETO 14 cm	790,27 m^2

Fonte: Os Autores (2022)

No 5º passo foi feita a transformação e tratamento dos dados obtidos através do Excel, que originou a Tabela de Custos Unitários, que nada mais é que os valores de referência, já utilizados nas composições da empresa, em análise, para orçamentação e custo para execução de seus projetos, conforme figura 12.

Figura 12 - Execução da Tabela de Custos Unitários (5º Passo)

Coluna	Valor	Custo Unitário
1	95/70/400/M/1RU12,5*1RU12,5/BR	105
2	95/70/400/M/1ST12,5*1RU12,5/BR	100
3	95/70/400/M/1ST12,5*1RU12,5/BR/L50	118
4	95/70/400/M/1ST12,5+1RU12,5/BR/L50	95
5	95/70/400/M/1ST12,5+1ST12,5/BR	95
6	95/70/600/M/1ST12,5*1ST12,5/BR	95
7	95/70/600/M/1ST12,5*1ST12,5/BR/L50	113
8	115/90/400/MS/1RU12,5*1ST12,5/BR/L50	123
9	120/70/400/MS/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR	120
10	120/70/400/MS/1ST12,5+1RU12,5*2ST12,5/BR/L50	138
11	120/70/600/MS/2ST12,5*2ST12,5/BR/L50	133
12	EXT 14 cm - Bloco de concreto	78
13	EXT 19 cm - Bloco de concreto	96

Fonte: Os Autores (2022)

Dessa forma, com os dados já tratados e manipulados, o 6º passo foi dado para finalização do processo de transformação, ao utilizar a funcionalidade de “Fechar e Aplicar” do editor da Power Query, fazendo com que os dados sejam carregados e completamente inseridos no Power BI, como retrata a figura 13.

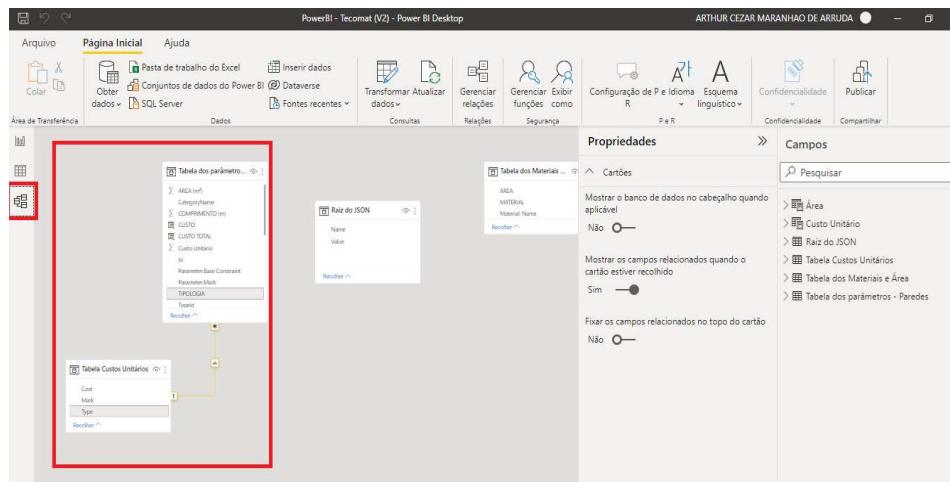
Figura 13 - Aplicação do processo de transformação dos dados (6º Passo)

Fonte: Os Autores (2022)

Desta forma o processo de carregamento concluído, foi então finalizado a interligação dos dados, já manipulados e que foram previamente extraídos do projeto de alvenaria de vedação vertical. Nessa interligação é criado o relacionamento, através da funcionalidade “Modelo” do PowerBI, entre a Tabela de Parâmetros – Paredes e a Tabela de Custos

Unitários, como retrata a figura 14, mediante a coluna “Type”, garantindo assim o cruzamento de informações chaves para as análises que se sucedem, o que por sua vez poderá ser melhor compreendido através da aplicação de um dashboard, capaz de mostrar a relação e as proporções entre material e custo.

Figura 14 - Interligação dos dados, através da aba Modelo



Fonte: Os Autores (2022)

3.2 CRIAÇÃO DE DASHBOARDS

É com a criação de um dashboard, que a materialização das ferramentas aplicadas com a metodologia de inteligência de negócios se torna visível. Desta forma, para o modelo, faz-se necessário que sejam determinadas premissas básicas para realização das análises, logo foram adotadas as informações referentes a Modelagem Paramétrica (3D), Custo, Área, Tipologias das paredes, e categorização de elementos parede de alvenaria.

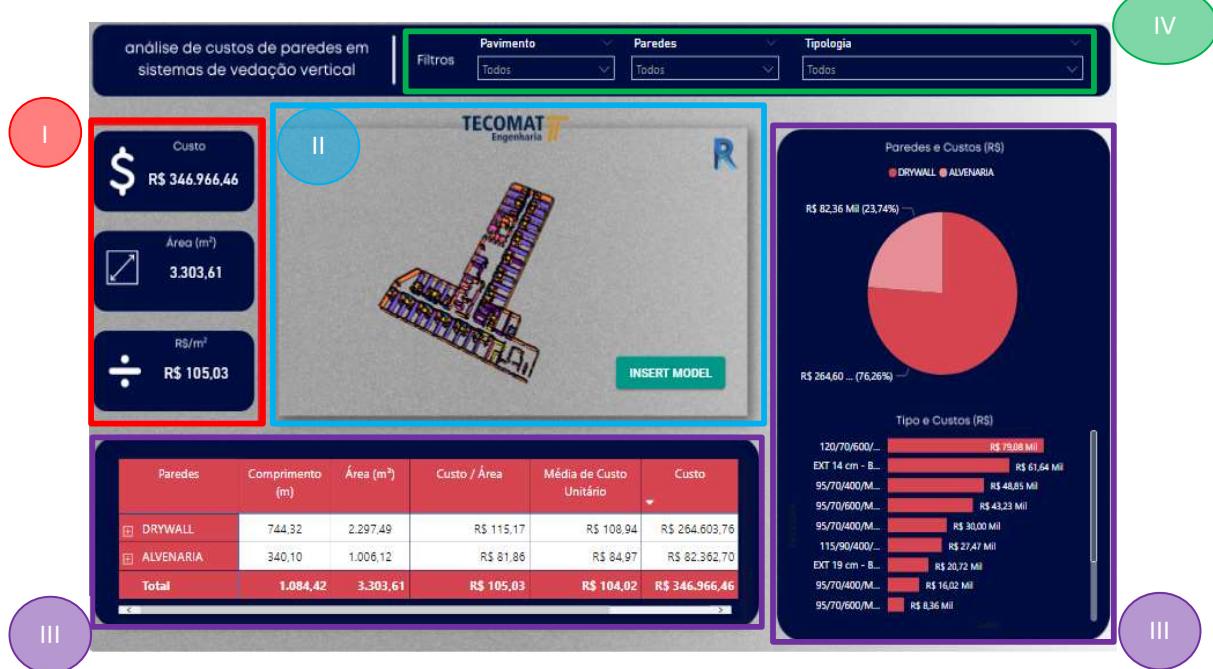
Com base no ciclo de informação, o modelo BI, foi subdividido em 3 partes, destrinchadas através de abas, que tem o propósito de garantir que a informação seja passada de maneira ágil e fácil compreensão.

3.2.1 Aba 01: projeto atual

Essa aba do Dashboard foi criada com o propósito de analisar os custos de paredes em um sistema de vedação vertical no qual realiza o cruzamento de parâmetros de custo, área,

tipologia das paredes e categorização dos elementos. Existem também filtros no Dashboard que auxiliam nas análises a serem feitas da versão do projeto em análise, a exemplo do “pavimento” a ser analisado. Sua criação envolveu quatro etapas, conforme visualizada na figura 15:

Figura 15 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard de apresentação



Fonte: Os Autores (2022)

- I. **Seção Totais:** os três componentes dessa seção do Dashboard são totais, no qual somam todo o custo e áreas em projeto e trazem sua divisão obtendo o custo por metro quadrado de parede.
- II. **Seção 3D:** esse gráfico foi plotado com a inserção do arquivo OBJ exportado do plugin do REVIT, traz todos os componentes utilizados no projeto do Revit em três dimensões, podendo ser manipulado para melhor visualização dentro do próprio quadrante do dashboard.
- III. **Seção de Custo por Elemento:** na parte inferior, foi criado a matriz que registra informações de comprimento, área, custo unitário, custo total, mostrando os elementos que compõe o resultado. Já no quadrante da direita, foram inseridos dois gráficos, o primeiro, em formato de pizza, que compila as informações de custos,

tipologia de parede em relação ao valor global dos elementos do projeto, já no segundo, é possível visualizar um gráfico de barras horizontal que também apresenta as informações de custos e quantidades, porém de forma desctrinchada ao separar todos os itens contidos em cada tipologia.

- IV. Seção de Filtros: na parte superior desse relatório, foi criado o menu de filtros no qual permite ao usuário, selecionar o tipo de parede, tipologia e até mesmo pavimento, se tratando de uma edificação que contenha pavimentos com vedações verticais distintas. Essa possibilidade, permite também, o estabelecimento de filtros cruzados, tornando a informação ainda mais específica.

3.2.2 Aba 02: alternativas

A segunda aba do Dashboard possui o intuito de analisar os possíveis cenários de custos de paredes em um sistema de vedação vertical, permitindo a possibilidade de mudar os valores dos custos unitários para os elementos ou tipologia das paredes. Também foi adicionado o mesmo menu de filtros da aba de Projeto Atual, para refinar as análises e tomada de decisão a serem realizadas. Sua criação envolveu três etapas, descritas com base na figura 16:

Figura 16 - Exemplificação da ABA 02 do Dashboard de apresentação



Fonte: Os Autores (2022)

- I. Seção Projeto Atual: Criada a partir das informações sobre a versão do projeto atual, com o propósito de facilitar a visualização da seção de alternativas à frente. Nessa seção foram adicionados a seção geral de custos, área e custo por metro quadrado de parede e uma tabela que também traz informações de custos e área cruzados.
- II. Seção Alternativas: Criada para realização de cenários comparando o metro quadrado de parede a ser substituído para análise, visto que após sua escolha o menu inferior esquerdo retorna resultados de custos referente a economia, área, novo custos e taxas de redução ou aumento parciais e totais do projeto. A escolha pode ser referente a uma substituição de elemento (pelo seu respectivo material) ou o comparativo de cotações referente a fornecedores.
- III. Seção de Filtros: Presente na parte superior desse relatório, foi criado o menu de filtros no qual permite e facilita o engenheiro analisar os custos por pavimentos, tipologia das paredes e elementos, sendo possível utilizar filtros cruzados deixando ainda mais específica a tomada de decisão a ser feita. No caso dos cenários, a mudança principal é que analisando os dados no contexto de filtro escolhido, tem-se custos para o contexto específico e como a sua redução ou aumento impacta no custo inicial de projeto.

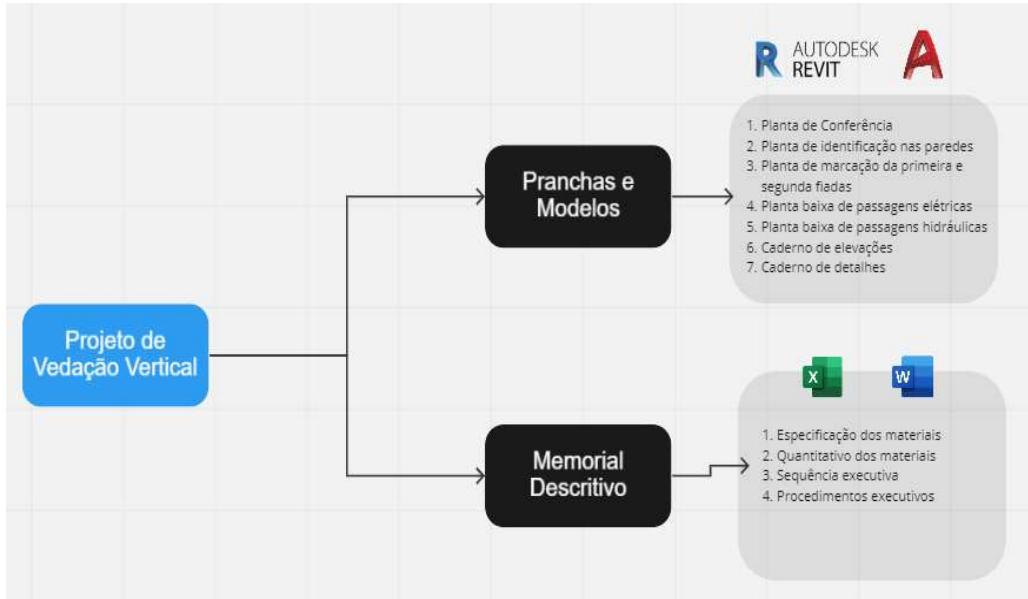
4 ESTUDO DE CASO

Nesta seção será feita a aplicação do produto criado (Dashboard), através da metodologia de inteligência de negócios, em um projeto de referência, disponibilizado pela empresa parceira, para realização das análises propostas no objetivo desse TCC. Será introduzido a empresa de estudo, o projeto de referência e os tipos de análises extraídas com aplicação direta do produto.

4.1 EMPRESA DE ESTUDO

A Tecomat Engenharia é uma empresa que fica localizada no Recife, Pernambuco e possui 29 anos tendo uma atuação muito forte no Nordeste. Possui uma vasta atuação em diferentes mercados de engenharia civil e executa em seu portfólio o serviço de projeto de vedação vertical desde 2012, acumulando mais de 100 (cem) projetos executados no portfólio, tendo como cliente principal o mercado imobiliário. Na figura 17 é possível observar as principais ferramentas utilizadas e que participam do fluxograma do projeto entregue pela empresa, são softwares que contemplam o modelo BIM, (Autocad e o Revit), planilhas e relatórios (Excel e Word) que servem de apoio e anexo a todas as pranchas e modelos ao cliente, ao final do trabalho. Essa monografia envolveu em sua construção a participação da empresa Tecomat que teve função primordial de levantar as reais necessidades e validar as etapas de construção do produto, com a finalidade de desenvolver uma ferramenta de análise que pudesse ser utilizada dentro da sua realidade de produção de projetos para vedação vertical.

Figura 17 - Entregas do projeto de vedação vertical realizadas pela TECOMAT



Fonte: Os Autores (2022)

4.2 PROJETO DE REFERÊNCIA

O projeto de referência analisado em parceria com a Tecomat, se trata de um projeto de vedação vertical para um hospital particular, de 17 pavimentos, localizado na cidade Guarulhos/SP. Com as obras deste núcleo hospitalar a iniciar em maio de 2022, já estando o projeto executivo de alvenaria aprovado pelo cliente. Em função da especificidade do empreendimento, pode-se destacar que houve predominância na presença de duas tipologias para paredes, Drywall e Alvenaria em bloco de concreto, sendo as análises realizadas apenas com essas duas tipologias de vedação.

4.3 ANÁLISE DE CUSTO

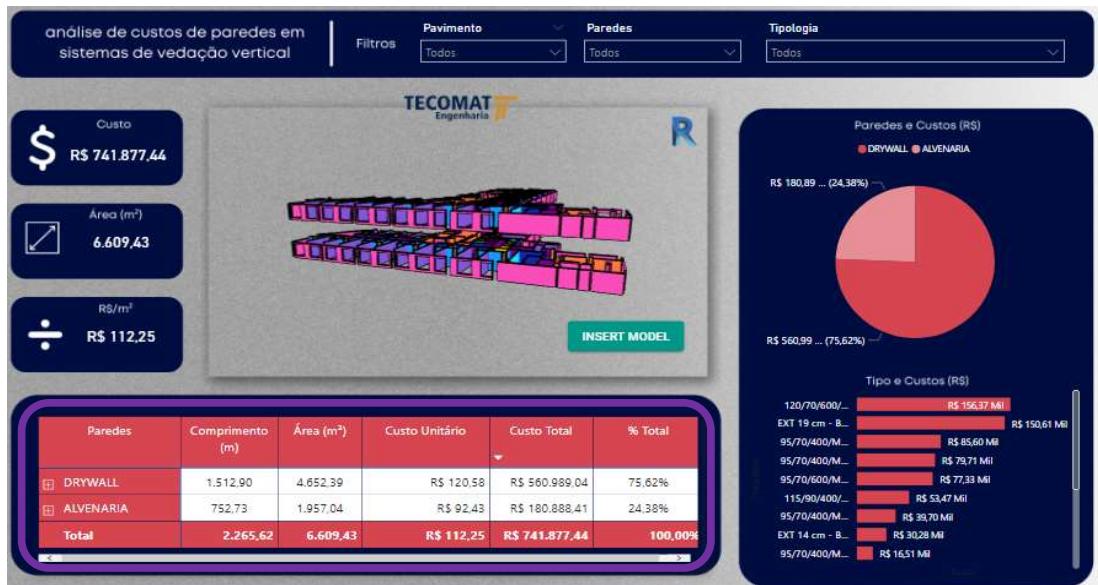
As análises foram conduzidas seguindo duas diretrizes. Na primeira, o dashboard foi aplicado após a concepção do Projeto Preliminar, com os materiais e quantitativos dos custos inerentes a essa fase de projeto, enquanto na segunda diretriz, o dashboard foi aplicado após a produção do Anteprojeto, estágio mais avançado da concepção de projeto, o qual já apresentava materiais e quantitativos mais próximos da entrega final.

Dessa forma, com o intuito de ampliar análise para todo o empreendimento, foram selecionados 2 pavimentos tipo, o 6º e 8º pavimentos, nos quais serão aplicados a modelagem para visualização. As análises consistem em olhar para cada versão separadamente e realizar o comparativo de mudanças, entendendo como o custo pode variar nessas transições de versões.

4.3.1 Análise projeto preliminar

As primeiras informações extraídas da ABA 01 do dashboard, estão contidas na seção de custo por elemento, circulada em roxo na figura 18 e fazem a referência aos valores globais para as tipologias de parede projetadas.

Figura 18 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard com os valores totais



Fonte: Os Autores (2022)

O somatório total de custos com as paredes de ambos os pavimentos é de R\$ 741.877,46 com área total de 6.609,43 m². Desse valor, a parcela de Drywall representa a maior parte dos custos R\$ 560.989,04 (75,62%) e da área de parede 4.652,39 m² (70,39%), sendo completada por alvenaria, no valor de R\$ 180.888,41 (24,38%) e área de 1957,04 m² (29,61%). Desta forma, é possível visualizar que no projeto preliminar o Drywall possui um valor agregado cerca de 3 vezes maior que o custo da alvenaria. Essa representação pode ser feita de uma

forma mais visual através da matriz de componentes, que apresenta todos os itens projetados para o elemento parede, como mostra a tabela 2.

Tabela 2 - Exemplificação da matriz de componentes na avaliação do preliminar

Paredes	Comprimento (m)	Área (m ²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
DRYWALL					
120/70/600/MS/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	350,22	1.175,71	R\$ 133,00	R\$ 156.369,25	21,08%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR	303,01	856,03	R\$ 100,00	R\$ 85.603,48	11,54%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	206,81	675,53	R\$ 118,00	R\$ 79.712,92	10,74%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR/LR50	263,62	684,37	R\$ 113,00	R\$ 77.334,11	10,42%
115/90/400/MS/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	130,85	434,72	R\$ 123,00	R\$ 53.470,29	7,21%
95/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5/BR/LR50	103,31	336,47	R\$ 118,00	R\$ 39.703,37	5,35%
95/70/400/MD/1RU12,5*1RU12,5/BR	45,31	157,27	R\$ 105,00	R\$ 16.513,58	2,23%
DES 160/70/400/MD/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	31,46	86,47	R\$ 190,00	R\$ 16.429,94	2,21%
130/70/400/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	16,60	55,57	R\$ 180,00	R\$ 10.001,77	1,35%
130/70/600/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	16,47	47,66	R\$ 170,00	R\$ 8.101,87	1,09%
120/70/400/MS/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	17,07	56,92	R\$ 140,00	R\$ 7.969,23	1,07%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR	14,48	39,62	R\$ 95,00	R\$ 3.764,12	0,51%
DES 160/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	4,79	16,42	R\$ 195,00	R\$ 3.201,56	0,43%
95/70/400/MD/1ST12,5+1ST12,5/BR	8,89	29,62	R\$ 95,00	R\$ 2.813,56	0,38%
ALVENARIA					
EXT 19 cm - Bloco de concreto	588,99	1.568,84	R\$ 96,00	R\$ 150.608,46	20,30%
EXT 14 cm - Bloco de concreto	163,74	388,20	R\$ 78,00	R\$ 30.279,95	4,08%
Total	2.265,62	6.609,43	R\$ 112,25	R\$ 741.877,44	100,00%

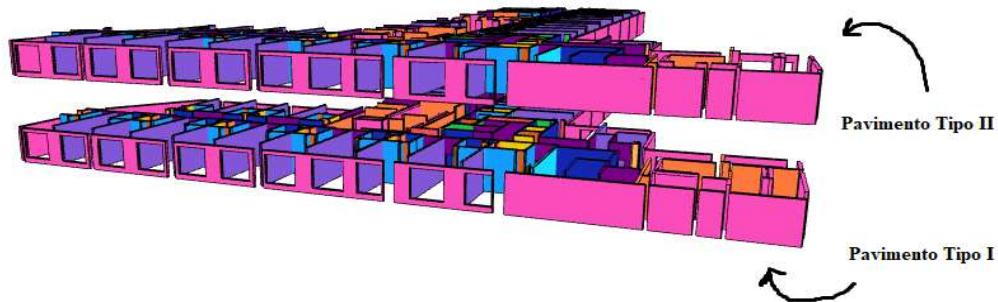
Fonte: Os Autores (2022)

Também é possível avaliar a composição de custo quando realizado os filtros quanto a seleção de pavimentos, tipologia e ainda cruzamento de mais de um tipo de filtros, o que permite realizar uma análise mais específica, analisando inclusive os componentes de cada tipologia.

4.3.1.1 Filtros de pavimento

Ao aplicar esse filtro, contido na seção de filtros, é possível observar os custos de cada tipologia referente a cada pavimento, o que permite ao usuário analisar e tomar decisões diferentes, com base no custo, para cada pavimento. Para facilitar entendimento das análises descritas abaixo, foi nomeado o 6º pavimento como Tipo I e 8º pavimento como tipo II, de acordo com a figura 19.

Figura 19 - Exemplificação da modelagem para os pavimentos I e II



Fonte: Os Autores (2022)

- Pavimento Tipo I

Utilizando o filtro do pavimento tipo I, é possível observar na tabela 3 que o somatório total de custos com paredes no valor de R\$ 381.008,17 (51,36% do custo total) para uma área de parede 3.366,02 m² (50,93% da área total) e R\$ 113,19 de custo por metro quadrado. O pavimento tipo tem como custos de drywall R\$ 287.221,85 (75,38%) e área de parede 2.351,05 m² (69,85%) e com alvenaria R\$ 93.786,31 (24,62%) e área de parede 1.014,96 m² (30,15%).

Tabela 3 - Exemplificação do quadro resumo com as tipologias do Pavimento I

Paredes	Comprimento (m)	Área (m ²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
■ DRYWALL	765,89	2.351,05	R\$ 122,17	R\$ 287.221,85	75,38%
■ ALVENARIA	396,75	1.014,96	R\$ 92,40	R\$ 93.786,31	24,62%
Total	1.162,64	3.366,02	R\$ 113,19	R\$ 381.008,17	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

- Pavimento Tipo II:

Utilizando o filtro de pavimento II, seguindo a mesma perspectiva anterior ao observar a tabela 4, tem-se que o somatório total de custos com paredes no valor de R\$ 360.869,28 (48,64% do custo total) para uma área de parede 3.243,41 m² (49,07% da área total) e R\$

111,26 de custo por metro quadrado. Só com essas informações, consegue-se concluir que a diferença arquitetônica de pavimentação implica que o pavimento tipo II tem um custo aproximadamente 5% menor que o pavimento tipo I. O pavimento tipo II tem como custos de drywall R\$ 273.767,18 (75,86%) e área de parede 2.301,33 m² (70,95%) e com alvenaria R\$ 87.102,10 (29,05%) e área de 942,08 m² (29,05%).

Tabela 4 - Exemplificação do quadro resumo com as tipologias do Pavimento II

Paredes	Comprimento (m)	Área (m ²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
DRYWALL	747,01	2.301,33	R\$ 118,96	R\$ 273.767,18	75,86%
ALVENARIA	355,97	942,08	R\$ 92,46	R\$ 87.102,10	24,14%
Total	1.102,98	3.243,41	R\$ 111,26	R\$ 360.869,28	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

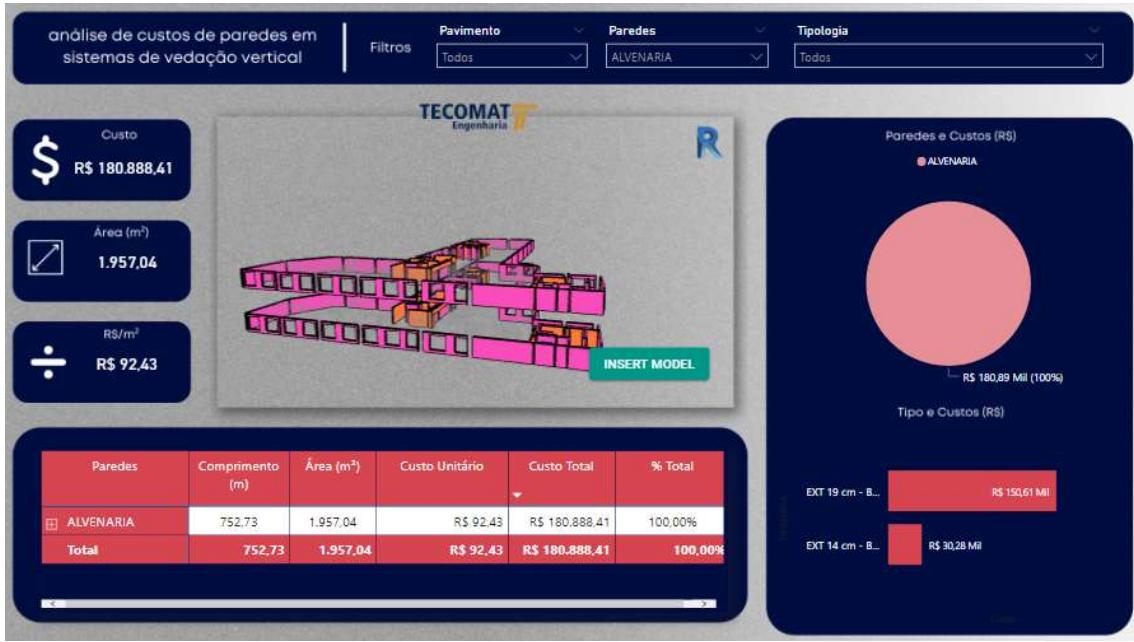
4.3.1.2 Filtros de tipologia

Nesta opção é aplicado um filtro de tipologia de parede, além de visualizar os custos e área do elemento, ela permite verificar como essa tipologia está distribuída na modelagem. Para fins práticos, escolhe-se dois tipos de análise, sendo a primeira apenas aplicando o filtro de tipologia de alvenaria em bloco de concreto, como mostra a figura 20 e em seguida filtrando o drywall, conforme figura 21, para ambos os pavimentos.

- Alvenaria:

Utilizando o filtro de alvenaria, consegue-se enxergar para além dos dados já citados anteriormente, quais elementos são destacados apenas para esse contexto na modelagem, ou seja, o total de custos fica parametrizado com o filtro de alvenaria.

Figura 20 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard, para o Filtro Paredes: ALVENARIA



Fonte: Os Autores (2022)

Pode-se perceber por exemplo a “densidade financeira” com o contexto aplicado, visto que para esse cenário o custo por metro quadrado passa a ser diferente do total. Para esse filtro, o custo se divide em componentes de bloco de concreto de 19cm, R\$ 150.608,46 (83,26% do total de custos de alvenaria) com área de parede 1568,84 m² (80,16% do total de área de alvenaria) e bloco de concreto de 14cm, R\$ 30.279,95 (16,84% do total de custos de alvenaria) com área de parede 388,20 m² (19,84% do total de área de alvenaria). Ou seja, percebe-se que a proporção é aproximadamente de 1:5 referentes a esses dois componentes. Aplicando a matriz expandida (tabela 5) é possível visualizar os resultados:

Tabela 5 - Exemplificação do quadro resumo, para o Filtro Paredes: ALVENARIA

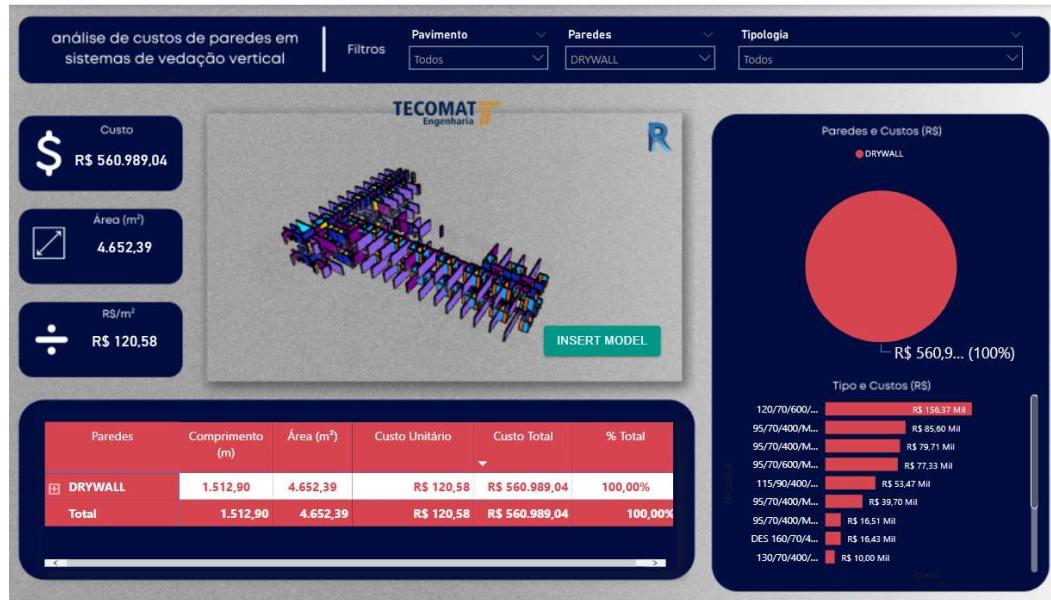
Paredes	Comprimento (m)	Área (m²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
ALVENARIA	752,73	1.957,04	R\$ 92,43	R\$ 180.888,41	100,00%
EXT 19 cm - Bloco de concreto	588,99	1.568,84	R\$ 96,00	R\$ 150.608,46	83,26%
EXT 14 cm - Bloco de concreto	163,74	388,20	R\$ 78,00	R\$ 30.279,95	16,74%
Total	752,73	1.957,04	R\$ 92,43	R\$ 180.888,41	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

- Drywall:

Para Drywall, é possível observar a separação dos itens referentes a tipologia escolhida, dentro do painel de visualização 3D, visto na figura 21, bem como entender os valores unitários para todos os componentes da tipologia através da matriz de componente.

Figura 21 - Exemplificação da ABA 01 do Dashboard, para o Filtro Paredes: DRYWALL



Fonte: Os Autores (2022)

A tabela 6 que representa a matriz de componente para o filtro escolhido, retrata o percentual de financeiro a que cada item contido nesta tipologia representa, o que permite ao usuário analisar separadamente os itens de maior valor agregado.

Tabela 6 - Exemplificação da matriz de componente, para o Filtro Paredes: DRYWALL

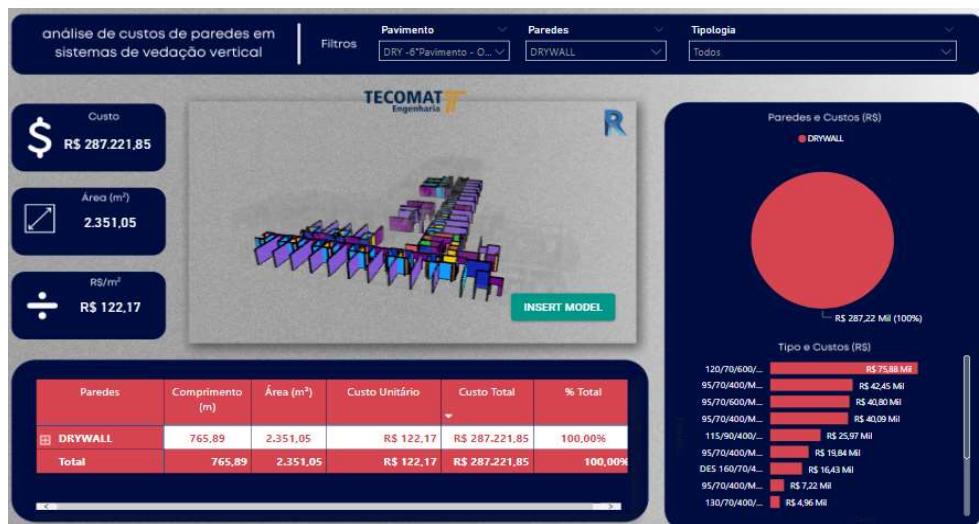
Paredes	Comprimento (m)	Área (m ²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
DRYWALL	1.512,90	4.652,39	R\$ 120,58	R\$ 560.989,04	100,00%
120/70/600/MS/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	350,22	1.175,71	R\$ 133,00	R\$ 156.369,25	27,87%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR	303,01	856,03	R\$ 100,00	R\$ 85.603,48	15,26%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	206,81	675,53	R\$ 118,00	R\$ 79.712,92	14,21%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR/LR50	263,62	684,37	R\$ 113,00	R\$ 77.334,11	13,79%
115/90/400/MS/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	130,85	434,72	R\$ 123,00	R\$ 53.470,29	9,53%
95/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5/BR/LR50	103,31	336,47	R\$ 118,00	R\$ 39.703,37	7,08%
95/70/400/MD/1RU12,5*1RU12,5/BR	45,31	157,27	R\$ 105,00	R\$ 16.513,58	2,94%
DES 160/70/400/MD/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	31,46	86,47	R\$ 190,00	R\$ 16.429,94	2,93%
130/70/400/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	16,60	55,57	R\$ 180,00	R\$ 10.001,77	1,78%
130/70/600/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	16,47	47,66	R\$ 170,00	R\$ 8.101,87	1,44%
120/70/400/MS/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	17,07	56,92	R\$ 140,00	R\$ 7.969,23	1,42%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR	14,48	39,62	R\$ 95,00	R\$ 3.764,12	0,67%
DES 160/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	4,79	16,42	R\$ 195,00	R\$ 3.201,56	0,57%
95/70/400/MD/1ST12,5+1ST12,5/BR	8,89	29,62	R\$ 95,00	R\$ 2.813,56	0,50%
Total	1.512,90	4.652,39	R\$ 120,58	R\$ 560.989,04	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

4.3.1.3 Filtros cruzados

Utilizando esse contexto, a grande diferença do tópico anterior é a possibilidade de cruzar os filtros, deixando ainda mais específico a análise, visto que agora existe dois parâmetros sendo filtrados ao mesmo tempo, sendo eles o pavimento e a tipologia. A figura 22 retrata a aplicação entre o filtro de pavimento tipo I e a tipologia Drywall, impondo os seguintes dados.

Figura 22 - Exemplificação da ABA 01, para os Filtros Paredes e Pavimentos



Fonte: Os Autores (2022)

Os valores de custos totais são de R\$ 287.221,85 (38,72% do custo total do projeto) e área total de parede 2351,05 m² (35,57% da área total do projeto) e R\$ 122,17 de custo por metro quadrado de parede. Do gráfico de barras horizontais, pode-se analisar que os cinco primeiros componentes correspondem a 70% total dos custos para esse contexto específico, podendo ser visualizados mais especificamente também a uma análise filtrando apenas eles como mostra a tabela 7 da matriz expandida.

Tabela 7 - Exemplificação da matriz de componente, para Filtros de Parede e Pavimento

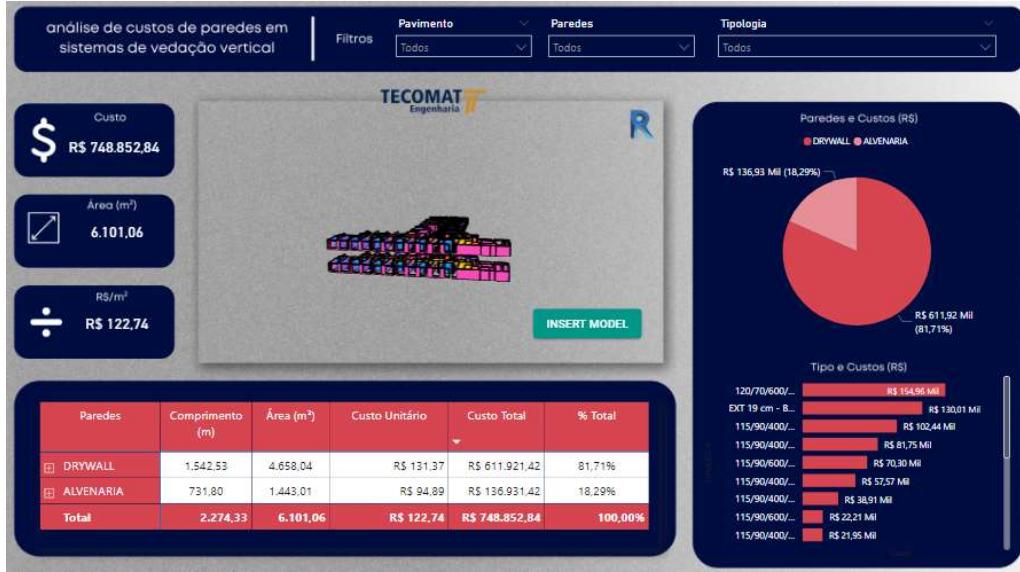
Paredes	Comprimento (m)	Área (m ²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
DRYWALL	765,89	2.351,05	R\$ 122,17	R\$ 287.221,85	100,00%
120/70/600/MS/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	169,71	570,53	R\$ 133,00	R\$ 75.881,10	26,42%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR	149,32	424,51	R\$ 100,00	R\$ 42.450,79	14,78%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR/LR50	137,92	361,08	R\$ 113,00	R\$ 40.801,61	14,21%
95/70/400/MD/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	104,33	339,75	R\$ 118,00	R\$ 40.090,92	13,96%
115/90/400/MS/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	63,43	211,12	R\$ 123,00	R\$ 25.967,81	9,04%
95/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5/BR/LR50	51,63	168,16	R\$ 118,00	R\$ 19.843,16	6,91%
DES 160/70/400/MD/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	31,46	86,47	R\$ 190,00	R\$ 16.429,94	5,72%
95/70/400/MD/1RU12,5*1RU12,5/BR	20,06	68,77	R\$ 105,00	R\$ 7.220,83	2,51%
130/70/400/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	8,27	27,54	R\$ 180,00	R\$ 4.956,83	1,73%
130/70/600/MS/2RF15*2RF15/BR/LR50	8,31	24,08	R\$ 170,00	R\$ 4.094,38	1,43%
120/70/400/MS/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	8,52	28,54	R\$ 140,00	R\$ 3.995,94	1,39%
DES 160/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	4,79	16,42	R\$ 195,00	R\$ 3.201,56	1,11%
95/70/400/MD/1ST12,5+1ST12,5/BR	3,81	12,82	R\$ 95,00	R\$ 1.218,02	0,42%
95/70/600/MD/1ST12,5*1ST12,5/BR	4,32	11,25	R\$ 95,00	R\$ 1.068,97	0,37%
Total	765,89	2.351,05	R\$ 122,17	R\$ 287.221,85	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

4.3.2 Análise anteprojeto

Para essa versão de projeto, as primeiras informações são obtidas de uma maneira direta, ao observar todos os elementos e componentes do modelo, sem a utilização filtros. Com o auxílio da figura 23, pode-se observar que o somatório total de custos com as paredes de ambos os pavimentos é no valor de R\$ 748.852,84 com área de parede 6.101,06 m² e R\$ 122,74 de custo por metro quadrado. Desse valor total, a parcela de Drywall continua representando a maior parte dos custos R\$ 611.921,42 (81,71% do custo total) e com área de parede 4658,04 m² (76,35% da área de parede total), sendo completada por alvenaria R\$ 136.931,42 (18,29% do custo total) e com área de parede 1.443,01 m² (23,65% da área de parede total)

Figura 23 - Exemplificação da ABA 01, com os valores totais para o Anteprojeto



Fonte: Os Autores (2022)

4.3.3 Comparativo

Adentrando numa análise comparativa entre a versão preliminar e anteprojeto, foram extraídos dados e informações quantitativas e qualitativas através do dashboard. A primeira informação a se destacar é que no anteprojeto os custos totais com parede houve um aumento de R\$ 6.975,4 com uma redução de área de 508,37 m², ou seja, mesmo com mudanças arquitetônicas presentes entre as versões que refletiram em uma redução de área, não se pode afirmar que existirá uma redução de custos com parede.

Se comparar o contexto de tipologia de parede, houve um aumento de custo no Drywall de R\$ 50.932,38, significando 9,1% de aumento entre as fases de projeto, referentes a essa tipologia.

Entretanto se faz necessário esclarecer, que durante essa fase de projeto houve um acréscimo de área no elemento drywall, todavia esse aumento em quantidade também foi expresso em qualidade, tendo em vista que houve preferência por parte do cliente, em alterar e até mesmo adicionar novos subitens a tipologia drywall, com o objetivo de ganhar qualidade, essa mudança auxilia a explicar o aumento de custo nessa tipologia, quando comparada as duas fases de projeto. Como pode ser visto na matriz expandida na Tabela 08.

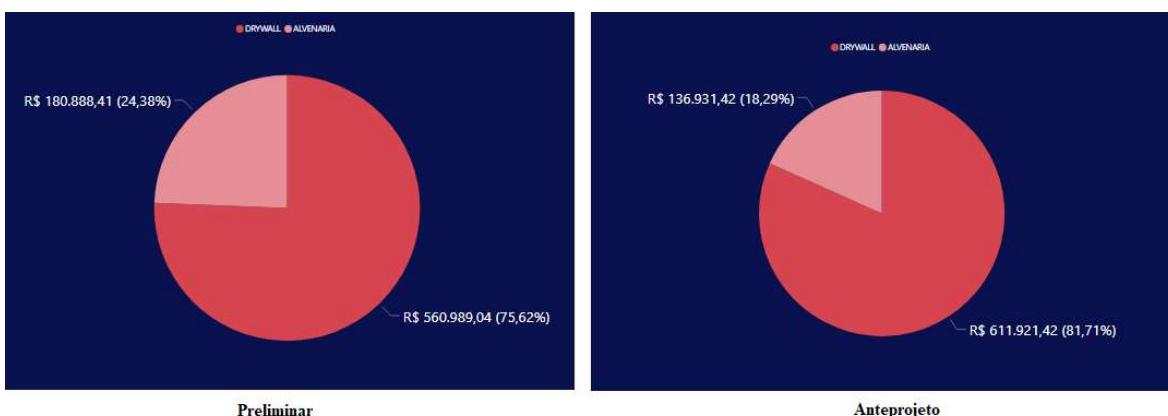
Tabela 8 - Exemplificação da matriz de componente com os itens do Anteprojeto

Paredes	Comprimento (m)	Área (m²)	Custo Unitário	Custo Total	% Total
DRYWALL	1.542,53	4.658,04	R\$ 131,37	R\$ 611.921,42	100,00%
120/70/600/M5/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	350,53	1.165,13	R\$ 133,00	R\$ 154.961,72	25,32%
115/90/400/M5/1RU12,5*1ST12,5/BR	288,01	800,29	R\$ 128,00	R\$ 102.437,04	16,74%
115/90/400/M5/1RU12,5*1ST12,5/BR/LR50	225,34	664,65	R\$ 123,00	R\$ 81.752,11	13,36%
115/90/600/M5/1ST12,5*1ST12,5/BR/LR50	216,70	520,77	R\$ 135,00	R\$ 70.303,82	11,49%
115/90/400/M5/1RU12,5+1ST12,5/BR/LR50	119,77	394,31	R\$ 146,00	R\$ 57.568,94	9,41%
115/90/400/M5/1RU12,5+1RU12,5/BR	106,29	344,36	R\$ 113,00	R\$ 38.912,27	6,36%
115/90/600/M5/1ST12,5+1ST12,5/BR/LR50	57,38	193,10	R\$ 115,00	R\$ 22.206,64	3,63%
115/90/400/M5/1RU12,5+1RU12,5/BR	47,26	165,04	R\$ 133,00	R\$ 21.950,87	3,59%
DES 160/70/400/MD/2ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	31,58	90,57	R\$ 190,00	R\$ 17.208,28	2,81%
130/70/600/M5/2RF15*2RF15/BR/LR50	21,45	62,50	R\$ 170,00	R\$ 10.624,26	1,74%
130/70/400/M5/2RF15*2RF15/BR/LR50	14,35	48,10	R\$ 180,00	R\$ 8.657,97	1,41%
115/90/600/M5/1ST12,5+1ST12,5/BR	24,78	80,52	R\$ 100,00	R\$ 8.051,60	1,32%
120/70/400/M5/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	17,06	56,91	R\$ 140,00	R\$ 7.968,04	1,30%
115/90/400/M5/1RU12,5+1ST12,5/BR	10,59	36,32	R\$ 108,00	R\$ 3.922,60	0,64%
DES 160/70/400/MD/1RU12,5+1ST12,5*2ST12,5/BR/LR50	4,83	15,78	R\$ 195,00	R\$ 3.078,00	0,50%
115/90/600/M5/1ST12,5+1ST12,5/BR	5,91	17,58	R\$ 120,00	R\$ 2.109,78	0,34%
95/70/600/MD/1ST12,5+1ST12,5/BR	0,70	2,12	R\$ 98,00	R\$ 207,51	0,03%
Total	1.542,53	4.658,04	R\$ 131,37	R\$ 611.921,42	100,00%

Fonte: Os Autores (2022)

Para compensar o aumento de drywall, existiu uma redução significativa de custos com alvenaria no anteprojeto, R\$ 43.956,99 (sendo essa redução de aproximadamente 25% do custo total de alvenaria entre as versões). O componente de alvenaria bloco de concreto de 14cm de espessura teve uma redução percentual de custos entre as versões de 77% e referente a redução de custos do anteprojeto, ele representa 53%. A variação dos valores percentuais das tipologias, pode ser melhor representadas, em números globais, através dos gráficos de pizza, como mostra a figura 24:

Figura 24 - Comparaçao dos gráficos entre as fases de projeto



Fonte: Os Autores (2022)

4.3.4 Alternativas

Enquanto a aba de projeto olha para o contexto histórico e de decisões que foram realizadas para a versão do projeto em análise, a aba de alternativas tem como o propósito analisar novos cenários de acordo com a mudança do parâmetro principal escolhido: custo por metro quadrado de parede, como faz referência a figura 25. Desta forma, pode-se elencar exemplos de análises que são extraídas dessa aba do dashboard, com os seguintes cenários: o 1º sendo a substituição de uma tipologia por outra e o 2º sendo a variação de cotações de fornecedores para um mesmo componente, com a finalidade de enxergar o grau de impacto da substituição dos valores pré-estabelecidos. Para isso, foi o anteprojeto como modelo das análises.

Figura 25 - ABA 02 do Dashboard aplicado ao Anteprojeto



Fonte: Os Autores (2022)

4.3.4.1 Cenário I - modificação tipologia

O cenário analisado é a substituição completa de drywall por alvenaria, ou seja, em termos quantitativos qual o reflexo dessa substituição nos custos e sua viabilidade. Aplicando o filtro de drywall e escolhendo o custo por metro quadrado de alvenaria de, tem-se um resultado interessante, como mostra a figura 26:

Figura 26 - ABA 02 do Dashboard, aplicação do Cenário I



Fonte: Os Autores (2022)

Foi verificado uma economia de R\$ 169.872,99 para a mesma área correspondente, visto que o novo valor de custos para o contexto de substituição passaria a ser R\$ 442.048,43, tendo uma redução de 27,76% na transição de drywall para alvenaria. Além disso, somado a parcela já existente de alvenaria do anteprojeto, o novo valor total de custos do projeto seria de R\$ 578,979,85, ou seja, essa mudança refletiria em 22,68% de redução total de custos do projeto.

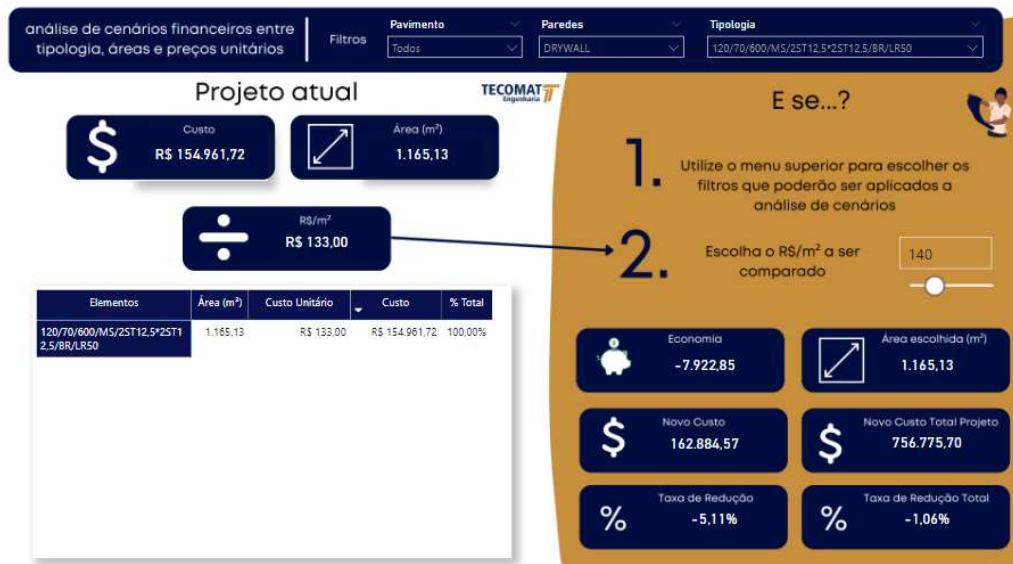
Entretanto é válido ressaltar que a alvenaria se torna mais barato quando analisado e comparado apenas o elemento em si, que é a parede formada por bloco de concreto, sem qualquer tipo de revestimento, chapisco, emboço ou mesmo pintura, que é justamente o caso da análise descrita acima. É possível ainda que essa redução de custo seja ainda menor ou até mesmo inexistente, se considerar a parede em estado final para aplicação de pintura, uma vez que na alvenaria é necessário realizar o seu revestimento com argamassa, enquanto no drywall essa camada não existe e a parede já estará pronta para a etapa de pintura.

4.3.4.2 Cenário II - cotações de fornecedores

Esse tipo de análise é utilizado quando existe mais de um fornecedor para o mesmo componente, permitindo assim realizar projeções, análises e estudo de viabilidade financeira sobre o poder de escolha do fornecedor.

Por exemplo, pode-se determinar a taxa de aumento máxima de custos para que um fornecedor seja escolhido ou não, visto que os valores podem variar de acordo com a demanda do mercado e economia. Nesse exemplo, foi escolhido o componente mais solicitado do drywall. Fixado a taxa máxima de variação permitida, em 5%, para um fornecedor baseado no custo por metro quadrado de parede, chegamos no valor de R\$ 140, aproximadamente, como mostra a figura abaixo, refletindo um aumento dos custos máximo para esse elemento de R\$ 162.884,57 para a mesma área de parede, como mostra a figura 27.

Figura 27 - ABA 02 do Dashboard, aplicação do Cenário II



Fonte: Os Autores (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do estudo de caso possibilitou visualizar a aplicação do produto de inteligência de negócios, referente as análises de custos e modelagem tridimensional de um projeto de vedação vertical, para um hospital localizado em Guarulhos (SP), realizado pela TECOMAT Engenharia. As análises foram segmentadas, mostrando o potencial de variedade e velocidade de cruzamento de filtros de acordo com a informação a ser gerada pelo Dashboard. Esse fato pode ser ainda mais potencializado na comparação entre versões do projeto no qual fornece contexto de como as decisões podem impactar nos custos de acordo com toda a vida útil de um projeto.

De início, as análises foram feitas sobre o projeto preliminar, permitindo analisar o contexto geral e específico de tipologias e componentes do projeto e como se relacionam com os custos e a modelagem dentro do produto. Forneceu-se informações sobre totais, percentuais do total e específicas que fizeram diferença na nova versão do anteprojeto, no qual os engenheiros responsáveis conseguiram compensar a substituição parcial de alvenaria por drywall sem um aumento considerável no custo.

Também é válido ressaltar a importância de decisões que são realizadas entre as versões de um projeto, visto que simples mudanças nos componentes da tipologia podem gerar impacto nos valores relativos dos custos para execução do projeto. Analisar, avaliar e entender o tipo de impacto que as modificações das especificações e seus valores trazem ao orçamento é a força motriz desse dashboard, que utiliza a base de dados para gerar conhecimento através das análises, mostrando-se fundamental para tomar uma decisão prudente. Desta forma, pode-se afirmar que o objetivo esperado foi cumprido, visto que a ferramenta criada permitiu realizar uma análise precisa dos custos e quantitativos, incluindo inclusive uma aba que permite que os custos pré-estabelecidos sejam alterados, o que permite maior poder de análise e decisão por parte do usuário.

Em função disto, é pertinente colocar que o modelo pode ser replicado e utilizado nos atuais e futuros projetos de vedação vertical após o término desse TCC, ao impacto local para uma empresa do Recife, Pernambuco. Com uma aplicação contínua, a tendência é também expandir a inteligência de negócios para outras aplicações na engenharia civil, acelerando o processo de expansão tecnológica que é criada exponencialmente todos os dias.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15575-4: Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Sistema de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2013

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.270-1: Componentes cerâmicos. Parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2017.

AGOSTINI, Nathane. **Os benefícios do Business Intelligence em empresas de diferentes setores no Brasil.** Disponível em: <<https://www.bbshop.com.br/2016/09/12/os-beneficios-do-business-intelligence-em-empresas-de-diferentes-setores-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acessado em: 20 de abril de 2022, 18:59:26

AZEVEDO, M. C. R. DE. **Organização do Conhecimento Relativo à Execução das Paredes de Alvenaria.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Departamento de Engenharia Civil, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2019.

BARBIERI, José Carlos. **BI – Business Intelligence: Modelagem & Tecnologia.** 1^a Ed. Axcel Books, Rio de Janeiro, 2001

BARROS, M. M. B. **O processo de produção das alvenarias racionalizadas.** I Seminário tecnologia e gestão na produção de edifícios: Vedações Verticais-São Paulo, 1998. Anais EPEUSP/PCC – 2019

BATOCCHIO, M. C. **Um Sistema Especialista para Tomada de Decisão na Área deMarketing Estratégico.** Tese de Doutorado (Faculdade de Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, 2002

BRAGHITTONI, Ronaldo. **Business Intelligence:** Implementar do Jeito Certo e a custo zero. 1^a Ed. Editora Casa do Código, 2017.

BRAGA, L. B. **Projeto Para Produção de Vedação Vertical (PPVV) com Tijolo Cerâmico.** Dissertação (Engenharia Civil – Centro de Tecnologia), Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - CE, 2010.

BONEL, Claudio. **Afinal, o que é business intelligence?**. 2^a ed. Rio de Janeiro: Clube de Autores, 2015.

BONEL, Claudio. **Power BI Black Belt** - Um treinamento faca na caveira através dos principais pilares de um projeto Prático de Business Intelligence, usando o Microsoft Power BI. 1^a ed. Rio de Janeiro: Clube de Autores, 2019.

CABRAL, E. C. C. **Proposta de Metodologia de Orçamento Operacional para Obras de Edificação.** [s.l.] Dissertação de mestrado (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Produção, Programa de 77 Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 1988.

DUEÑAS PEÑA, M. **Método para elaboração de projetos para produção de vedações verticais em alvenaria.** Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GUIMARÃES, Marcio Martins et al. Comparação das características físicas e financeiras entre os sistemas de vedação drywall e alvenaria convencional-estudo de caso. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 48760-48775, 2021.

HARMATIUK, L.; COELHO, T. R. **Ferramentas de BI para inteligência competitiva: o caso Ebanx.** EBECIN, São Paulo, v. 8, edição especial, p. 1-12, 2021.

KIMBALL, Ralph; ROSS, Margy. **The data warehouse toolkit: the complete guide to dimensional modeling.** John Wiley & Sons, 2011.

LABUTO, Leonardo Vinicius. **Parede seca:** sistema construtivo de fechamento em estrutura de Drywall. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2014

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. **Execução e inspeção da alvenaria racionalizada.** 3.ed São Paulo: O Nome da Rosa, 2004.

MONTARROYOS, Clayton. **Empresas brasileiras incluem Business Intelligence nos processos de Transformação Digital.** Disponível em:
<https://inforchannel.com.br/2021/06/04/empresas-brasileiras-incluem-business-intelligence-nos-processos-de-transformacao-digital/>. Acessado em: 20 de Abril de 2022, 18:50:32.

MARQUES, D. V. P. **Racionalização do processo construtivo de vedação vertical em alvenaria.** Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2013.

MONTEIRO, Ari. **Projeto Para Produção de Vedação Vertical (PPVV) com Tijolo Cerâmico.** Dissertação Mestrado (Departamento de Engenharia de Construção Civil), Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2011.

MOSS, L.T.; ATRE, S; **Business intelligence roadmap: the complete project lifecycle for decision-support applications.** Addison-Wesley Professional, Boston-MA, 2003.

NGI – NÚCLEO DE GESTÃO E INOVAÇÃO (coord.). **Avaliação pós-ocupação e avaliação da satisfação do cliente de sistemas de vedação em drywall:** Edifícios residenciais em Porto Alegre. ABRAGESO/CBCA/CAPA/Engenharia/Goldsztein. São Paulo, 2014.

OLIVEIRA, Roberto. **Conceitos básicos de Business Intelligence,** um grande passo para qualquer empresa. 1^a ed. Rio de Janeiro: Clube dos Autores, 2018.

PARSEKIAN, G. A.; SOARES, M. M. **Alvenaria Estrutural Em Blocos Cerâmicos – Projeto, Execução E Controle.** São Paulo: Nome da Rosa, 2010.

REGINATO, L.; NASCIMENTO, A. M. Um estudo de caso envolvendo Business Intelligence como instrumento de apoio à controladoria. **Revista Contabilidade & Finanças**, v. 18, São Paulo, p. 69-83, 2007.

RODRIGUES, Matheus de Luna. **Ganhos na construção com a adoção da alvenaria com blocos cerâmicos modulares.** 2013. Monografia (Engenheiro Civil, Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SABBATINI, F, H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistema construtivo – formulação e aplicação de uma metodologia.** 1989. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

SAVAS, G. W. **Análise de Sistemas de Vedação Vertical para Edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC, 2021.

SILVA, P. E. V; MOREIRA, R. R. **Projeto de Alvenaria de Vedações** – Diretrizes para elaboração, histórico, dificuldades e vantagens da implementação e relação com a NBR 15575. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2017.

SIMAS, R. E. **Estudo da Racionalização da Alvenaria Para Construção de Habitações**. 2011. Monografia (Engenharia Civil). Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, 2011.

TACLA, Zake. **O livro da arte de construir**. 1^a Ed. São Paulo: Editora Unipress, 1984.

TÉCHNE. Sistema de gestão e coordenação de projetos. Mensal. Edição n. 110. São Paulo: PINI, maio, 2016.

TISAKA, M. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução**. São Paulo: Editora Pini, 2006.