

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Raul Turatti

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS PARAMÉTRICOS PARA USO
EM PROJETOS RESIDENCIAIS COM VISÃO PARA DESEMPENHO:
ALVENARIA ESTRUTURAL**

Porto Alegre
Setembro 2023

RAUL TURATTI

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS PARAMÉTRICOS
PARA USO EM PROJETOS RESIDENCIAIS COM VISÃO
PARA DESEMPENHO: ALVENARIA ESTRUTURAL**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado à Comissão de
Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia
da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Civil

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Luciani Somensi Lorenzi

Porto Alegre
Setembro 2023

RAUL TURATTI

**DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS PARAMÉTRICOS
PARA USO EM PROJETOS RESIDENCIAIS COM VISÃO
PARA DESEMPENHO: ALVENARIA ESTRUTURAL**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para obtenção do Título de ENGENHEIRO CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, setembro de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Luciani Somensi Lorenzi (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Orientadora

Profa. Morgane Bigolin (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Paola Gorkos (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a todos os membros da minha família, colegas e professores que fizeram parte desta jornada. Suas presenças e apoio ao longo do caminho foram fundamentais para meu crescimento pessoal e acadêmico.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, agradeço por seu amor incondicional, paciência e incentivo constante. Vocês foram meu alicerce em todas as fases, me dando confiança para enfrentar desafios e buscar o melhor em mim.

Aos meus colegas, compartilhar experiências, risadas e momentos de estudo com vocês tornou essa jornada memorável. Agradeço por nossa colaboração, troca de ideias e apoio mútuo, que tornaram a trajetória acadêmica mais enriquecedora.

Aos meus professores, que guiaram meus passos e compartilharam seu conhecimento, dedico minha gratidão. Suas orientações, feedbacks e inspiração foram fundamentais para minha formação, me conduzindo em direção ao conhecimento e ao crescimento intelectual.

Cada um de vocês contribuiu de maneira significativa para minha jornada e por isso, sou profundamente grato. Seus gestos e palavras me moldaram e me fortaleceram, e estou honrado por ter tido a oportunidade de contar com o apoio de todos vocês.

"O caminho para o sucesso é feito de mil passos,
mas o primeiro é sempre o mais importante."
Confúcio

RESUMO

Esse trabalho apresenta o desenvolvimento de objetos paramétricos para sistemas construtivos, caracterizando o seu desempenho, a fim de possibilitar a sua utilização no processo *Building Information Modeling* (BIM). Foram selecionados seis sistemas de vedação vertical interna e externa (SVVIE) de alvenaria estrutural, por meio das Fichas de Avaliação de Desempenho (FADs), fornecidas no Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAT). As informações fornecidas pelas FADs, referente aos SVVIE selecionados, foram compiladas e inseridas nos objetos paramétricos desenvolvidos. Na sequência esses objetos foram utilizados em quatro projetos de áreas similares, possibilitando serem criadas tabelas com dados de desempenho e o quantitativo de materiais para cada projeto. Após forma comparadas as informações quanto ao desempenho e custo. Ao final da análise, foi possível obter uma melhor compreensão das implicações práticas de projeto levando em consideração o desempenho das diferentes composições do SVVIE em alvenaria estrutural. Em síntese, a criação dos objetos paramétricos para SVVIE, em alvenaria estrutural, são essenciais para um processo mais eficiente, colaborativo e orientado para projetar edificações por desempenho.

Palavras-chave: Objetos Paramétricos, BIM, Desempenho de Edificações

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do elemento construtivo - FAD 002.....	15
Figura 2 – Esquema do elemento construtivo - FAD 003.....	17
Figura 3 – Esquema do elemento construtivo - FAD 32.....	19
Figura 4 – Esquema do elemento construtivo - FAD 33.....	21
Figura 5 – Esquema do elemento construtivo - FAD 34.....	24
Figura 6 – Esquema do elemento construtivo - FAD 39.....	26
Figura 7 - FAD 02 - 14x19x29	29
Figura 8 - FAD 02 - 14x19x44	29
Figura 9 - FAD 02 - 14x19x14	29
Figura 10 - FAD 03 - 14x19x29	30
Figura 11 - FAD 03 - 14x19x44	30
Figura 12 - FAD 03 - 14x19x19	31
Figura 13 - FAD 32 - 14x19x29	31
Figura 14 - FAD 32 - 14x19x44	32
Figura 15 - FAD 32 - 14x19x14	32
Figura 16 - FAD 33 - 14x19x39	33
Figura 17 - FAD 33 - 14x19x39	33
Figura 18 - FAD 33 - 14x19x54	33
Figura 19 - FAD 33 - 14x19x19	34
Figura 20 - FAD 34 - 14x19x39	34
Figura 21 - FAD 34 - 14x19x34	35
Figura 22 - FAD 34 - 14x19x54	35
Figura 23 - FAD 34 - 14x19x19	35
Figura 24 - FAD 39 - 14x19x39	36
Figura 25 - FAD 39 - 14x19x34	36
Figura 26 - FAD 39 - 14x19x54	37
Figura 27 - FAD 39 - 14x19x19	37
Figura 28 - Construção 1	38
Figura 29 - Construção 2.....	39
Figura 30 - Construção 3.....	40
Figura 31 - Construção 4.....	41
Figura 32 - Propriedades de Tipo de família	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm	16
Tabela 2 – Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)	16
Tabela 3 - Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm	18
Tabela 4 - Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)	18
Tabela 5 - Características da argamassa industrializada de revestimento.....	19
Tabela 6 - Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm	20
Tabela 7 - Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)	20
Tabela 8 – Características da argamassa industrializada de revestimento	21
Tabela 9 – Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm	22
Tabela 10 – Características da argamassa de assentamento.....	22
Tabela 11 - Características da argamassa industrializada de revestimento.....	23
Tabela 12 - Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm	24
Tabela 13 – Características da argamassa de assentamento.....	25
Tabela 14 - Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm	26
Tabela 15 – Características da argamassa de assentamento.....	27
Tabela 16 - Características da argamassa industrializada de revestimento.....	27
Tabela 17 - Quantitativo de Materiais.....	43
Tabela 18 - Comparativo de Desempenho FADs 32 e 33.....	45
Tabela 19 - Estimativa de Custos FAD 32.....	45
Tabela 20 - Estimativa de Custos FAD 33.....	46
Tabela 21 - Comparativo de Desempenho das FADs 002 e 34.....	48
Tabela 22 – Estimativa de Custos FAD 002	48
Tabela 23 - Estimativa de Custos FAD 34.....	49
Tabela 24 - Comparativo de Desempenho das FADs 003 e 39.....	51
Tabela 25 - Estimativa de Custos FAD 003	51
Tabela 26 - Estimativa de Custos FAD 39.....	52

SUMÁRIO

RESUMO	6
1 INTRODUÇÃO	11
2 DESEMPENHO DE EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL.....	14
3 DESCRIÇÃO DAS FICHAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO	15
3.1 FAD n° 002/2018	15
3.1.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	16
3.2 FAD n° 003/2018	17
3.2.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	18
3.3 FAD n° 32/2020	19
3.3.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	20
3.4 FAD n° 33/2020	21
3.4.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	22
3.5 FAD n° 34/2020	23
3.5.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	24
3.6 FAD n° 39/2020	25
3.6.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo	26
4 MODELAGEM DO PROJETO	28
4.1 FAMÍLIAS DE SISTEMAS	28
4.1.1 FAMÍLIA FAD N° 002.....	28
4.1.2 FAMÍLIA FAD N° 003.....	30
4.1.3 FAMÍLIA FAD N° 32.....	31
4.1.4 FAMÍLIA FAD N° 33.....	32
4.1.5 FAMÍLIA FAD N° 34.....	34
4.1.6 FAMÍLIA FAD N° 39.....	36
4.2 CONSTRUÇÕES	37
4.2.1 CONSTRUÇÃO 1	38
4.2.2 CONSTRUÇÃO 2	38
4.2.3 CONSTRUÇÃO 3	39
4.2.4 CONSTRUÇÃO 4	40
4.3 TABELAS	41
4.3.1 DADOS DE DESEMPENHO.....	41
4.3.2 QUANTITATIVO DE MATERIAIS.....	42
4.4 FOLHA DE PROJETO	43

5	DESEMPENHO, CUSTOS E DISCUSSÕES.....	44
5.1	FAD 32 e FAD 33	44
5.2	FAD 002 e FAD 34	47
5.3	FAD 003 e FAD 39	50
6	CONCLUSÃO	53
	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICE A – PROJETO IMPLANTADO	56
	APÊNDICE B – ORÇAMENTO POR CONSTRUÇÃO	58

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a construção civil no Brasil tem passado por uma transformação significativa, impulsionada pela crescente ênfase na avaliação de desempenho. Desde a criação do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SiNAT) em 2007 até a introdução da ABNT NBR 15575 em 2013, a indústria tem se engajado de maneira cada vez mais intensa no conhecimento e avaliação minuciosa do desempenho de seus produtos e processos.

De acordo com Rocha Cleto, Alves de Oliveira e Mitidieri Filho (2021), a importância desse foco renovado na avaliação de desempenho não pode ser subestimada. Para além de apenas certificar a segurança e qualidade das edificações, a prática da avaliação de desempenho também demonstrou seu potencial em agregar valor aos empreendimentos e fortalecer a confiança dos consumidores no mercado. Consequentemente, tanto fabricantes quanto construtoras do setor têm aderido ao esforço coletivo de buscar avaliações técnicas que confirmem a eficácia e eficiência de seus produtos e serviços.

Essas avaliações técnicas resultam na construção das Fichas de Avaliação de Desempenho (FADs), que exercem um papel fundamental na garantia de desempenho das edificações. Essas fichas servem como repositórios de informações técnicas detalhadas sobre as propriedades, capacidades e limitações dos sistemas construtivos. Com isso, elas se tornam uma valiosa ferramenta de comparação entre diversos sistemas e suas possibilidades de aplicação. As FADs, portanto, oferecem um alicerce para que profissionais do setor possam fazer escolhas embasadas, selecionando os sistemas mais adequados a cada contexto e localidade. Ao fazê-lo, contribuem para uma melhoria geral na qualidade das construções, ao mesmo tempo em que otimizam os custos envolvidos.

Entretanto, o progresso na área não se limita apenas à avaliação de desempenho. Uma tendência que tem se destacado é a crescente adoção de softwares com metodologia BIM (*Building Information Modeling*), que proporcionam um ambiente virtual para o planejamento, controle e gerenciamento de dados durante o processo de projeto, construção e operação (AUTODESK, 2023a). O uso dessa metodologia está ganhando cada vez mais terreno na indústria da construção, oferecendo uma alternativa promissora para aprimorar o uso das FADs em projetos e, consequentemente, a eficiência e precisão dos processos.

A integração das FADs no contexto BIM pode gerar uma sinergia altamente vantajosa. Essa união permite que as informações das Fichas de Avaliação de Desempenho sejam facilmente incorporadas a modelos paramétricos, proporcionando uma visão abrangente do desempenho esperado de cada sistema construtivo, pois cada FAD apresenta conjuntos detalhados de informação que descrevem o desempenho de um sistema construtivo específico. E, ao realizar um comparativo entre diferentes fichas, é possível destacar pontos positivos e negativos de cada sistema, o que permite uma tomada de decisão mais acertada durante o projeto.

Essas informações de desempenho dos componentes e sistemas construtivos podem ser replicadas em tabelas e incluídas em um projeto ilustrado. Com isso, quem projeta, tem uma ferramenta que possibilita alternar facilmente entre os sistemas, fazer comparações e escolher aquele que atende às especificações de desempenho requeridas ou, em caso de similaridade, optar por aquele que tenha maior disponibilidade de matéria prima ou custo final mais atrativo.

Tendo como objetivo a criação de objetos paramétricos que sirvam como ferramenta para projetos, o trabalho consiste em modelar sistemas de vedação vertical interna e externa (SVVIE) de alvenaria estrutural, em software BIM, por blocos, divididos em famílias, utilizando os dados de desempenho retirados das FADs e inserir os resultados dos ensaios de desempenho em cada uma dessas famílias, utilizando esses dados para compor tabelas que incluem quantitativo de materiais e que possibilitem comparar os resultados de desempenho e criar orçamentos.

Para isso, foram escolhidas seis Fichas de Avaliação de Desempenho para sistemas de vedação estrutural externa, interna ou ambas. São elas: FAD n° 002, n° 003, n° 32, n° 33, n° 34 e n° 39. A escolha das FADs se deu a partir da sua função, similaridade de desempenho e tipo de uso. O trabalho limita-se a modelagem dos sistemas descritos nas FADS, formados por bloco, argamassa de assentamento, argamassa de revestimento e/ou revestimento de gesso, e aos critérios de desempenho presentes, como desempenho estrutural, segurança contra incêndio, desempenho acústico, desempenho térmico, estanqueidade à água e durabilidade.

No apêndice A, o trabalho inclui um projeto simples de quatro edificações de áreas similares utilizado para comparar as diferentes composições de sistema, quantificadas pelos critérios de desempenho, quantitativo de materiais e custo estimado, com base nas referências

do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI/CEF, 2023). Dessa forma, a planilha de orçamento por construção, presente no apêndice B, leva em consideração as composições não desoneradas necessárias para construção dos sistemas descritos nas Fichas de Avaliação de Desempenho, com base nos preços de referência para a cidade de Porto Alegre, no mês de julho de 2023.

2 DESEMPENHO DE EDIFICAÇÃO EM ALVENARIA ESTRUTURAL

O desempenho do sistema de vedação vertical interno e externo (SVVIE), com função estrutural, foco deste trabalho em alvenaria estrutural, depende de diversos fatores, incluindo os blocos cerâmicos ou de concreto, a argamassa de assentamento e as especificações de projeto e execução. Estas últimas incluem relação altura/espessura da parede, presença de reforços em vãos de portas e janelas, amarração entre as paredes e entre blocos, juntas de controle, entre outras.

Cuidados de execução e controle de qualidade são igualmente importantes, como o preenchimento completo das juntas entre blocos, a redução de furos para passagem de instalações e o posicionamento adequado de caixinhas elétricas para não prejudicar a isolamento sonora da parede. Todas as especificações devem estar em conformidade com a ABNT NBR 16868:2020 – Alvenaria Estrutural.

A avaliação de desempenho desse estudo considerou critérios estabelecidos pela norma NBR 15575-4:2021 - Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE, como desempenho estrutural, resistência ao fogo (ensaio com carga de 10ton/m), desempenho térmico, desempenho acústico (laboratório) e durabilidade. A avaliação não considerou o uso desse tipo de parede em saunas, platibandas, piscinas, reservatórios, fornos ou muros de contenção.

Para a caracterização das argamassas (assentamento e revestimento) foram considerados os requisitos das normas ABNT NBR 13281:2005 – Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos, e para os blocos cerâmicos e de concreto estrutural, as normas ABNT NBR 15270-1:2017 – Componentes cerâmicos – Blocos e tijolos para alvenaria, parte 1: Requisitos e ABNT NBR 6136:2016 – Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos, respectivamente.

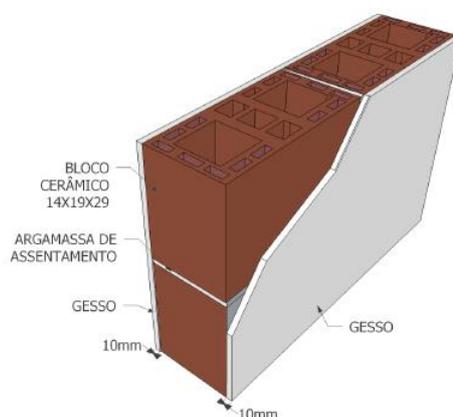
3 DESCRIÇÃO DAS FICHAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Neste capítulo, as Fichas de Avaliação de Desempenho (FADs) são apresentadas individualmente, fornecendo informações detalhadas sobre o sistema de vedação estrutural a que se referem. Isso inclui características dos componentes, considerações de projeto e execução e resultados de ensaio baseados nos critérios de desempenho estabelecidos pelas normas técnicas. Essa abordagem permite uma análise abrangente das diferentes especificações técnicas presentes em cada uma e ajuda na compreensão das opções disponíveis para sistemas de vedação estrutural na construção civil.

3.1 FAD n° 002/2018

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2018a), esta FAD é válida para paredes internas em alvenaria de blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29cm, assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume) e revestimento de gesso de 1,0cm em ambas as faces. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanente, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir. No entanto, elas são restritas a uso interno em unidades habitacionais e não devem ser empregadas em fachadas. A Figura 1 apresenta um esquema do elemento construtivo.

Figura 1 – Esquema do elemento construtivo - FAD 002



Fonte: FAD n° 002 (2018)

3.1.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 1 e 2 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos e argamassa de assentamento. A Tabela 1 inclui informações sobre geometria, espessura média das paredes e septos dos blocos, massa seca, absorção de água e resistência à compressão, entre outros. A Tabela 2 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido

Tabela 1 – Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm

Características	Critérios da NBR 15.270-2	Método de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco cerâmico ensaiado
Características geométricas (valores médios)	-	NBR 15.270-2	139mm x 190mm x 293mm	
Espessura média das paredes dos blocos	EST 60 a 140 Int. 6 mm; Ext. 7mm		12,1 mm	
Espessura média dos septos	-		12,7 mm	
Massa seca (valor médio)	-		6639 g	
Índice de absorção de água (valor médio)	8 a 21%		16,1%	
Resistência à compressão (valor médio)	EST 60 a 140 Min 6MPa a 14MPa		Valor médio: 11,8 Mpa (fbk = 8,5 MPa)	
Resistência do prisma (valor médio)	-		4,1 MPa	

Fonte: FAD n° 002 (2018)

Tabela 2 – Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)

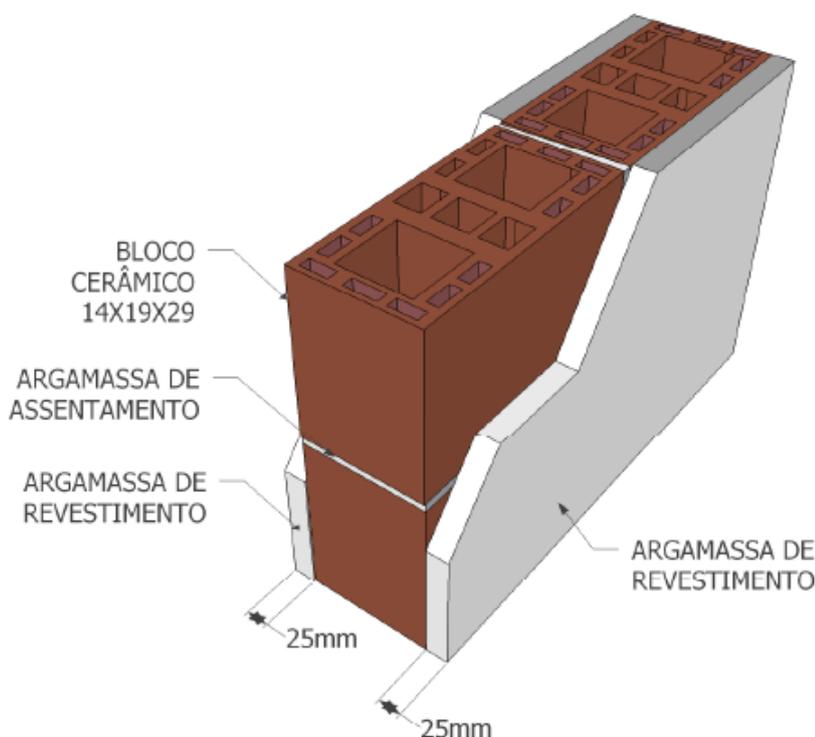
Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	1,0 MPa	R2
Resistência à Compressão	NBR 13279	2,8 MPa	P3
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1788 kg/m³	M5

Fonte: FAD n° 002 (2018)

3.2 FAD nº 003/2018

Conforme o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2018b), esta FAD é válida para paredes estruturais, externas ou internas, em alvenaria de blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29cm, assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume) e revestimento de argamassa de 2,5cm de espessura em ambas as faces. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanentes, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir tanto nas fachadas como internamente nas unidades habitacionais. No entanto, entre unidades autônomas, somente pode ser utilizada como parede de geminação entre sala e cozinha, e áreas de trânsito eventual, como corredores e escadarias, devido ao seu resultado de isolamento sonora. A Figura 2 apresenta um esquema do elemento construtivo.

Figura 2 – Esquema do elemento construtivo - FAD 003



Fonte: FAD nº 003 (2018)

3.2.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e argamassa de revestimento. A Tabela 3 inclui informações sobre geometria, espessura média das paredes e septos dos blocos, massa seca, absorção de água e resistência à compressão, entre outros. A Tabela 4 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido. E, por fim, a Tabela 5 detalha as características da argamassa industrializada de revestimento.

Tabela 3 - Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm

Características	Critérios da NBR 15.270-2	Método de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco cerâmico ensaiado
Características geométricas (valores médios)	-	NBR 15.270-2	139mm x 190mm x 293mm	
Espessura média das paredes dos blocos	EST 60 a 140 Int. 6 mm; Ext. 7mm		12,1 mm	
Espessura média dos septos	-		12,7 mm	
Massa seca (valor médio)	-		6639 g	
Índice de absorção de água (valor médio)	8 a 21%		16,1%	
Resistência à compressão (valor médio)	EST 60 a 140 Min 6MPa a 14MPa		Valor médio: 11,8 Mpa (fbk = 8,5 MPa)	
Resistência do prisma (valor médio)	-		4,1 MPa	

Fonte: FAD nº 003 (2018)

Tabela 4 - Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	1,0 MPa	R2
Resistência à Compressão	NBR 13279	2,8 MPa	P3
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1788 kg/m ³	M5

Fonte: FAD nº 003 (2018)

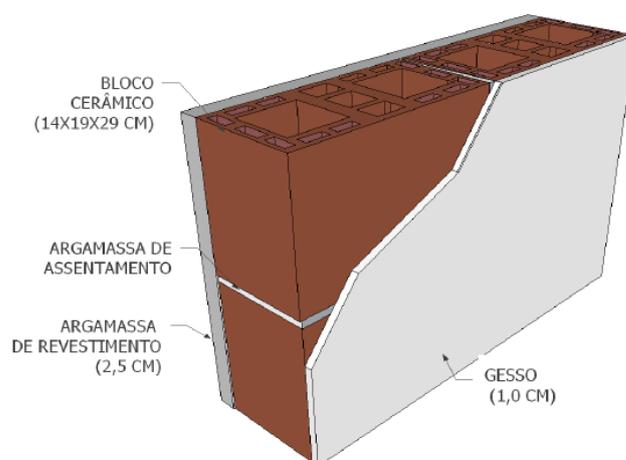
Tabela 5 - Características da argamassa industrializada de revestimento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Densidade de massa no estado fresco	NBR 13278	1883 kg/m ³	D5
Retenção de Água	NBR 13277	76%	U2
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,3 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	5,6 MPa	P5
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1629 kg/m ³	M5
Coefficiente de Capilaridade	NBR 15259	11,4 g/dm ² .min	C6

Fonte: FAD n° 003 (2018)

3.3 FAD n° 32/2020

Segundo o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2020a), esta FAD é válida para paredes externas em alvenaria de blocos cerâmicos de dimensões 14x19x29cm, assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume) e revestimento de argamassa de 2,5cm de espessura na face externa e revestimento de gesso de 1,0cm de espessura na face interna. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanentes, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir. Geralmente é empregada nas fachadas das unidades habitacionais. A Figura 3 apresenta um esquema do elemento construtivo.

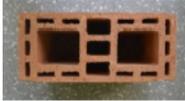
Figura 3 – Esquema do elemento construtivo - FAD 32

Fonte: FAD n° 32 (2020)

3.3.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 6, 7 e 8 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e argamassa de revestimento. A Tabela 6 inclui informações sobre geometria, espessura média das paredes e septos dos blocos, massa seca, absorção de água e resistência à compressão, entre outros. A Tabela 7 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido. E, por fim, a Tabela 8 detalha as características da argamassa industrializada de revestimento.

Tabela 6 - Características dos blocos cerâmicos estruturais, com furo vertical e dimensões de 14cmx19cmx29cm

Características	Crítérios da NBR 15.270-2	Método de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco cerâmico ensaiado
Características geométricas (valores médios)	-	NBR 15.270-2	139mm x 190mm x 293mm	
Espessura média das paredes dos blocos	EST 60 a 140 Int. 6 mm; Ext. 7mm		12,1 mm	
Espessura média dos septos	-		12,7 mm	
Massa seca (valor médio)	-		6639 g	
Índice de absorção de água (valor médio)	8 a 21%		16,1%	
Resistência à compressão (valor médio)	EST 60 a 140 Min 6MPa a 14MPa		Valor médio: 11,8 Mpa (fbk = 8,5 MPa)	
Resistência do prisma (valor médio)	-		4,1 MPa	

Fonte: FAD nº 32 (2020)

Tabela 7 - Características da argamassa de assentamento, traço 1:1:6 (em volume)

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	1,0 MPa	R2
Resistência à Compressão	NBR 13279	2,8 MPa	P3
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1788 kg/m ³	M5

Fonte: FAD nº 32 (2020)

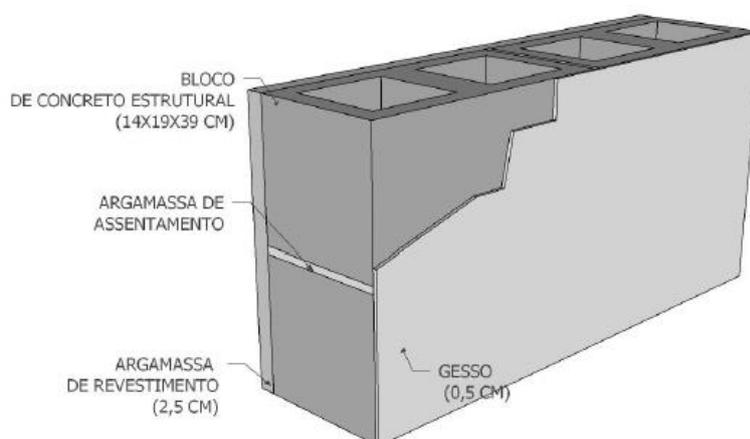
Tabela 8 – Características da argamassa industrializada de revestimento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Densidade de massa no estado fresco	NBR 13278	1883 kg/m ³	D5
Retenção de Água	NBR 13277	76%	U2
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,3 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	5,6 MPa	P5
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1629 kg/m ³	M5
Coefficiente de Capilaridade	NBR 15259	11,4 g/dm ² .min	C6

Fonte: FAD n° 32 (2020)

3.4 FAD n° 33/2020

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2020b), esta FAD é válida para paredes externas em alvenaria de blocos de concreto estrutural de dimensões 14x19x39cm (Classe B), assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com argamassa de assentamento e revestimento de argamassa de 2,5cm de espessura na face externa e revestimento de gesso de 0,5cm de espessura na face interna. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanentes, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir. Geralmente é empregada nas fachadas das unidades habitacionais. A figura 4 apresenta um esquema do elemento construtivo.

Figura 4 – Esquema do elemento construtivo - FAD 33

Fonte: FAD n° 33 (2020)

3.4.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 9, 10 e 11 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e de revestimento. A Tabela 9 inclui informações sobre geometria, espessura mínima das paredes internas dos blocos, espessura equivalente, índice de absorção de água, entre outros. A Tabela 10 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido. E, por fim, a Tabela 11 detalha as características da argamassa industrializada de revestimento.

Tabela 9 – Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm

Características	Critérios da NBR 6136 (Classe B)	Metodo de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco de concreto ensaiado
Características geométricas (valores médios)	Tolerância: $\pm 2,0$ mm para largura e $\pm 3,0$ mm para altura e comprimento	NBR 12118	140,5mm x 193mm x 390mm	
Espessura mínima da parede interna do bloco (mm)	25 mm		26 mm	
Espessura equivalente mínima (mm/m)	188 mm/m		202,5 mm/m	
Índice de absorção de água (valor médio)	$\leq 9,0$ %		7,6 %	
Resistência característica (fbk)	$4 \text{ MPa} \leq \text{fbk} < 8 \text{ MPa}$		5,1 MPa	
Resistência à compressão média	-		6,3 MPa	

Fonte: FAD nº 33 (2020)

Tabela 10 – Características da argamassa de assentamento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,1 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	4,9 MPa	P4
Massa específica seca	NBR 9778	1960 kg/m ³	-
Absorção de água	NBR 9778	16,1 %	-
Índice de vazios	NBR 9778	31,5 %	-

Fonte: FAD nº 33 (2020)

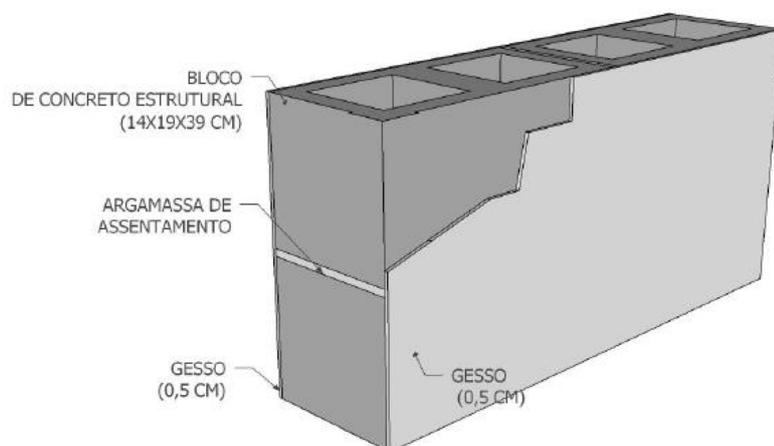
Tabela 11 - Características da argamassa industrializada de revestimento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Densidade de massa no estado fresco	NBR 13278	1883 kg/m ³	D5
Retenção de Água	NBR 13277	76%	U2
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,3 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	5,6 MPa	P5
Densidade de massa no estado endurecido	NBR 13280	1629 kg/m ³	M5
Coeficiente de Capilaridade	NBR 15259	11,4 g/dm ² .min	C6

Fonte: FAD n° 33 (2020)

3.5 FAD n° 34/2020

Conforme a publicação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2020c), esta FAD é válida para paredes internas em alvenaria de blocos de concreto estrutural de dimensões 14x19x39cm (Classe B), assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com revestimento de gesso de 0,5cm de espessura em ambas as faces. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanentes, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir. Essa parede pode ser utilizada somente como parede interna cega de salas e cozinhas entre unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria dos pavimentos, devido ao resultado da avaliação de desempenho acústico. A figura 5 apresenta um esquema do elemento construtivo.

Figura 5 – Esquema do elemento construtivo - FAD 34

Fonte: FAD n° 34 (2020)

3.5.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 12 e 13 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos e argamassa de assentamento. A Tabela 12 inclui informações sobre geometria, espessura mínima das paredes internas dos blocos, espessura equivalente, índice de absorção de água, entre outros. A Tabela 13 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido.

Tabela 12 - Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm

Características	Critérios da NBR 6136 (Classe B)	Metodo de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco de concreto ensaiado
Características geométricas (valores médios)	Tolerância: $\pm 2,0$ mm para largura e $\pm 3,0$ mm para altura e comprimento	NBR 12118	140,5mm x 193mm x 390mm	
Espessura mínima da parede interna do bloco (mm)	25 mm		26 mm	
Espessura equivalente mínima (mm/m)	188 mm/m		202,5 mm/m	
Índice de absorção de água (valor médio)	$\leq 9,0$ %		7,6 %	
Resistência característica (fbk)	4 MPa \leq fbk < 8 MPa		5,1 MPa	
Resistência à compressão média	-		6,3 MPa	

Fonte: FAD n° 34 (2020)

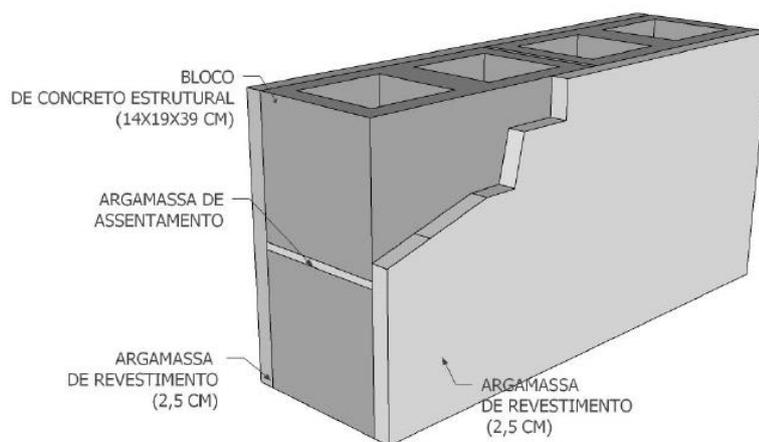
Tabela 13 – Características da argamassa de assentamento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,1 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	4,9 MPa	P4
Massa específica seca	NBR 9778	1960 kg/m ³	-
Absorção de água	NBR 9778	16,1 %	-
Índice de vazios	NBR 9778	31,5 %	-

Fonte: FAD n° 34 (2020)

3.6 FAD n° 39/2020

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT(2020d), esta FAD é válida para paredes estruturais, externas ou internas, em alvenaria de blocos de concreto estrutural de dimensões 14x19x39cm (Classe B), assentados em amarração, com juntas verticais e horizontais preenchidas com argamassa de assentamento e revestimento de argamassa de 2,5cm de espessura em ambas as faces. Essas paredes têm a função de suportar cargas permanente, acidentais e de ocupação de edifícios, como armários, prateleiras e redes de dormir tanto nas fachadas como internamente nas unidades habitacionais. Geralmente é empregada nas fachadas das unidades habitacionais. A Figura 6 apresenta um esquema do elemento construtivo.

Figura 6 – Esquema do elemento construtivo - FAD 39

Fonte: FAD nº 39 (2020)

3.6.1 Caracterização dos Componentes e do Elemento Construtivo

As Tabelas 14, 15 e 16 apresentam características dos principais componentes: blocos cerâmicos, argamassa de assentamento e argamassa de revestimento. A Tabela 14 inclui informações sobre geometria, espessura média das paredes e septos dos blocos, massa seca, absorção de água e resistência à compressão, entre outros. A Tabela 15 detalha características da argamassa de assentamento, como resistência à tração na flexão, resistência à compressão e densidade de massa no estado endurecido. E, por fim, a Tabela 16 detalha as características da argamassa de revestimento.

Tabela 14 - Características dos blocos de concreto (Classe B), com dimensões de 14x19x39cm

Características	Critérios da NBR 6136 (Classe B)	Metodo de ensaio	Resultados dos ensaios	Foto do bloco de concreto ensaiado
Características geométricas (valores médios)	Tolerância: $\pm 2,0$ mm para largura e $\pm 3,0$ mm para altura e comprimento	NBR 12118	140,5mm x 193mm x 390mm	
Espessura mínima da parede interna do bloco (mm)	25 mm		26 mm	
Espessura equivalente mínima (mm/m)	188 mm/m		202,5 mm/m	
Índice de absorção de água (valor médio)	$\leq 9,0$ %		7,6 %	
Resistência característica (fbk)	$4 \text{ MPa} \leq \text{fbk} < 8 \text{ MPa}$		5,1 MPa	
Resistência à compressão média	-		6,3 MPa	

Fonte: FAD nº 39 (2020)

Tabela 15 – Características da argamassa de assentamento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	2,1 MPa	R4
Resistência à Compressão	NBR 13279	4,9 MPa	P4
Massa específica seca	NBR 9778	1960 kg/m ³	-
Absorção de água	NBR 9778	16,1 %	-
Índice de vazios	NBR 9778	31,5 %	-

Fonte: FAD n° 39 (2020)

Tabela 16 - Características da argamassa industrializada de revestimento

Características	Métodos de ensaio	Resultados de ensaio (valores médios)	Classificação, segundo NBR 13281
Resistência à Tração na Flexão	NBR 13279	1,9 MPa	R3
Resistência à Compressão	NBR 13279	5,4 MPa	P4
Massa específica seca	NBR 9778	1830 kg/m ³	-
Absorção de água	NBR 9778	18,8 %	-
Índice de vazios	NBR 9778	34,5 %	-

Fonte: FAD n° 39 (2020)

4 MODELAGEM DO PROJETO

É crucial entender que cada sistema e suas variações de dimensão representaram uma Ficha de Avaliação de Desempenho específica através de famílias distintas. Cada família é composta pela modelagem do bloco (respeitando as características geométricas, espessura média das paredes e septos, e utilizando como base a foto do bloco ensaiado disponível em cada uma das FADs), da argamassa de assentamento (comum a todos) e do tipo e espessura de revestimento. Ainda, foram aplicados parâmetros de visibilidade com o intuito de simular as configurações possíveis de posição dentro de um projeto.

Posteriormente, foram inseridos os dados de desempenho respectivos nas propriedades de tipo de parâmetro de cada família e geradas quatro construções de áreas similares utilizando cada um dos sistemas de construção possíveis levando em consideração as 6 Fichas de Avaliação de Desempenho desse estudo. Por fim, foi possível criar tabelas para cada uma das construções com informações de desempenho e quantitativo de tijolos, consumo de argamassa de revestimento e/ou gesso por bloco e também, consumo de argamassa de assentamento por bloco.

4.1 FAMÍLIAS DE SISTEMAS

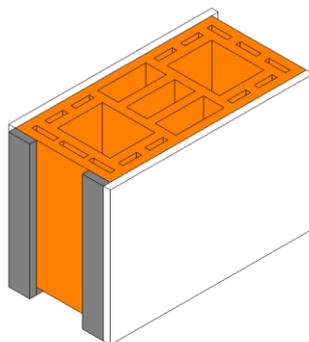
De acordo com Autodesk (2023b), as famílias do sistema contêm tipos de família que são utilizados para criar elementos básicos de construção, como paredes, pisos, tetos e escadas em seus modelos de construção. E, conforme é descrito nas FADs, os critérios de desempenho são válidos para o conjunto completo: bloco, argamassa de assentamento e argamassa de revestimento e/ou gesso. Portanto, cada família foi criada como um sistema único e não como a composição de vários subsistemas.

4.1.1 FAMÍLIA FAD N° 002

Composta pelas famílias “FAD 02 – 14x19x29” (Figura 7), “FAD 02 – 14x19x44” (Figura 8) e “FAD 02 – 14x19x14” (Figura 9) e formadas pelo modelo de bloco cerâmico, duas extrusões de 1,0cm de espessura em faces opostas ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Gesso” representando o revestimento interno, duas

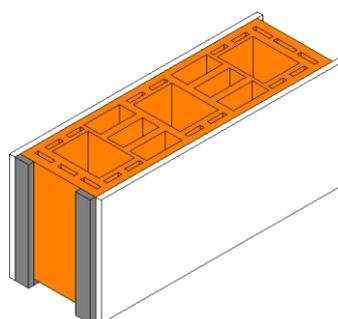
extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 7 - FAD 02 - 14x19x29



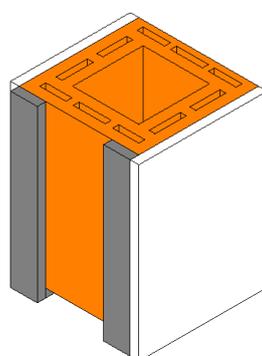
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 - FAD 02 - 14x19x44



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 9 - FAD 02 - 14x19x14

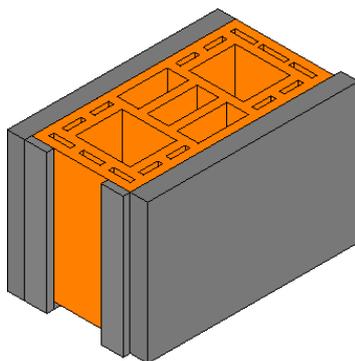


Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2 FAMÍLIA FAD N° 003

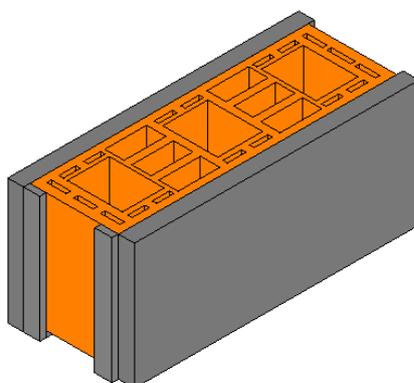
Composta pelas famílias “FAD 03 – 14x19x29” (Figura 9), “FAD 03 – 14x19x44” (Figura 10) e “FAD 03 – 14x19x14” (Figura 11), e formadas pelo modelo de bloco cerâmico, duas extrusões de 2,5cm de espessura em faces opostas ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Revestimento” representando o revestimento interno/externo, duas extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 10 - FAD 03 - 14x19x29

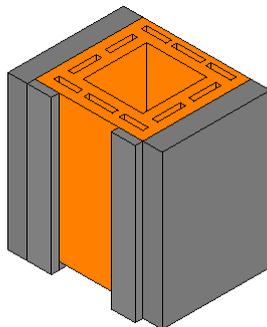


Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - FAD 03 - 14x19x44



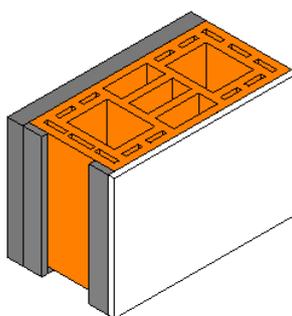
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12 - FAD 03 - 14x19x19

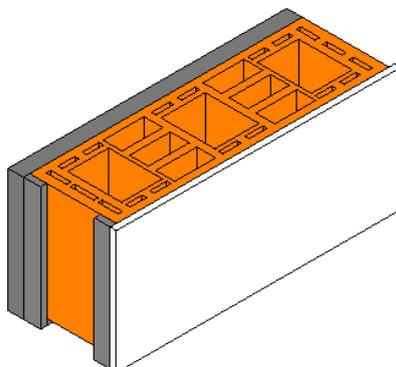
Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.3 FAMÍLIA FAD N° 32

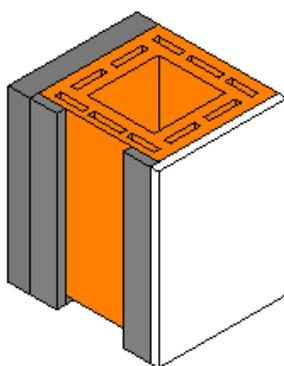
Composta pelas famílias “FAD 32 – 14x19x29” (Figura 13), “FAD 32 – 14x19x44” (Figura 14) e “FAD 32 – 14x19x14” (Figura 15), e formadas pelo modelo de bloco cerâmico, uma extrusão de 2,5cm de espessura ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Revestimento” representando o revestimento externo, uma extrusão de 1,0cm de espessura ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Gesso” representando o revestimento interno, duas extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 13 - FAD 32 - 14x19x29

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 14 - FAD 32 - 14x19x44

Fonte: Elaborado pelo autor

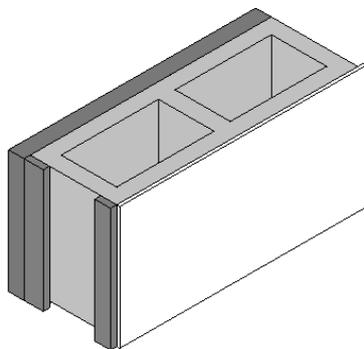
Figura 15 - FAD 32 - 14x19x14

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.4 FAMÍLIA FAD N° 33

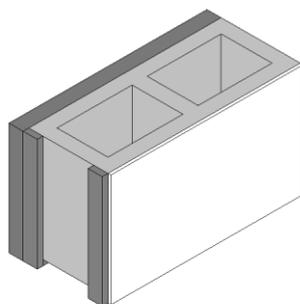
Composta pelas famílias “FAD 33 – 14x19x39” (Figura 16), “FAD 33 – 14x19x34” (Figura 17), “FAD 33 – 14x19x54” (Figura 18) e “FAD 33 – 14x19x19 (Figura 19)”, e formadas pelo modelo de bloco de concreto estrutural, uma extrusões de 2,5cm de espessura ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Revestimento” representando o revestimento externo, uma extrusão de 0,5cm de espessura ao logo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Gesso” representando o revestimento interno, duas extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 16 - FAD 33 - 14x19x39



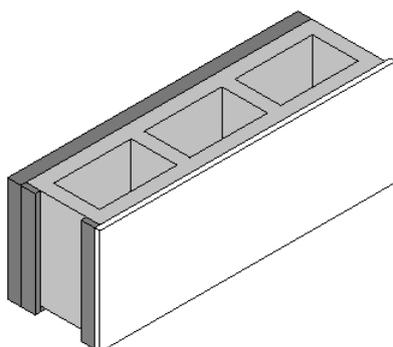
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - FAD 33 - 14x19x39

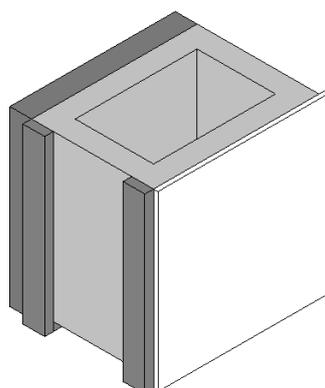


Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 18 - FAD 33 - 14x19x54



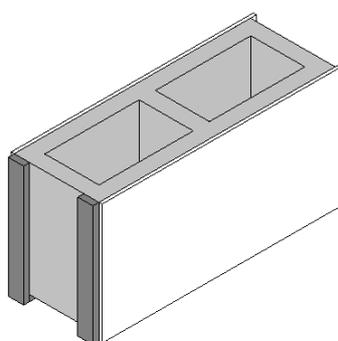
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19 - FAD 33 - 14x19x19

Fonte: Elaborado pelo autor

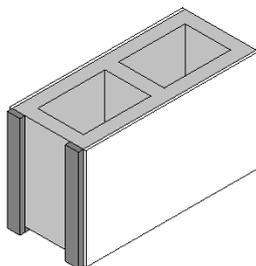
4.1.5 FAMÍLIA FAD N° 34

Composta pelas famílias “FAD 34 – 14x19x39” (Figura 20), “FAD 34 – 14x19x34” (Figura 21), “FAD 34 – 14x19x54” (Figura 22) e “FAD 34 – 14x19x19 (Figura 23)”, e formadas pelo modelo de bloco de concreto estrutural, duas extrusões de 1,0cm de espessura em faces opostas ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Gesso” representando o revestimento interno, duas extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 20 - FAD 34 - 14x19x39

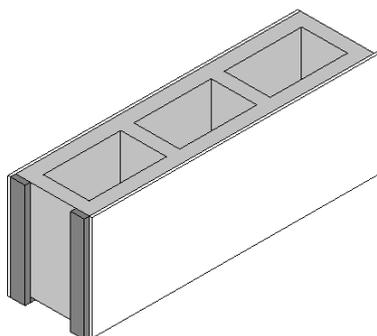
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 21 - FAD 34 - 14x19x34



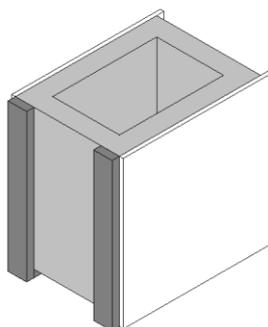
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 22 - FAD 34 - 14x19x54



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 23 - FAD 34 - 14x19x19

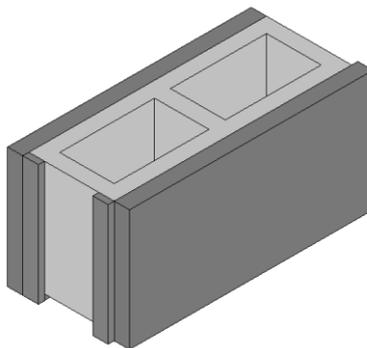


Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.6 FAMÍLIA FAD N° 39

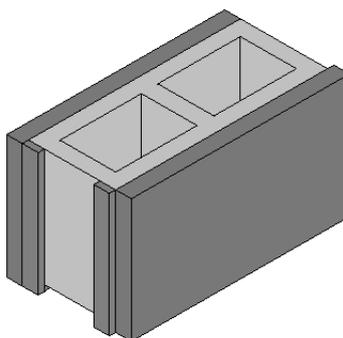
Composta pelas famílias “FAD 39 – 14x19x39” (Figura 24), “FAD 39 – 14x19x39” (Figura 25), “FAD 39 – 14x19x54” (Figura 26) e “FAD 39 – 14x19x19 (Figura 27)”, e formadas pelo modelo de bloco de concreto estrutural, duas extrusões de 2,5cm de espessura em faces opostas ao longo do comprimento e altura do bloco com parâmetro de material “Revestimento” representando o revestimento interno/externo, duas extrusões de 3,0x15,0x1,0cm em uma das faces laterais do bloco e duas extrusões de 3,0x1,0cm ao longo do comprimento do bloco na face inferior representando a argamassa de assentamento.

Figura 24 - FAD 39 - 14x19x39



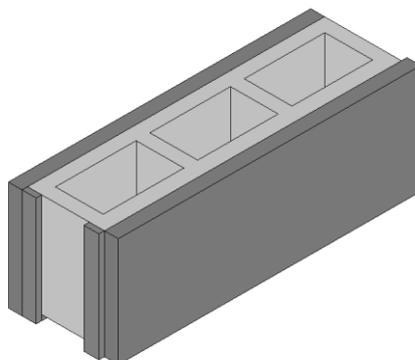
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 25 - FAD 39 - 14x19x34



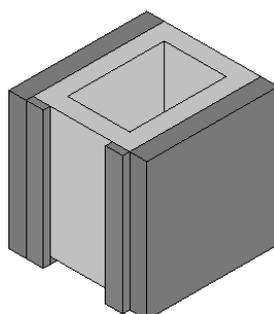
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 26 - FAD 39 - 14x19x54



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 27 - FAD 39 - 14x19x19



Fonte: Elaborado pelo autor

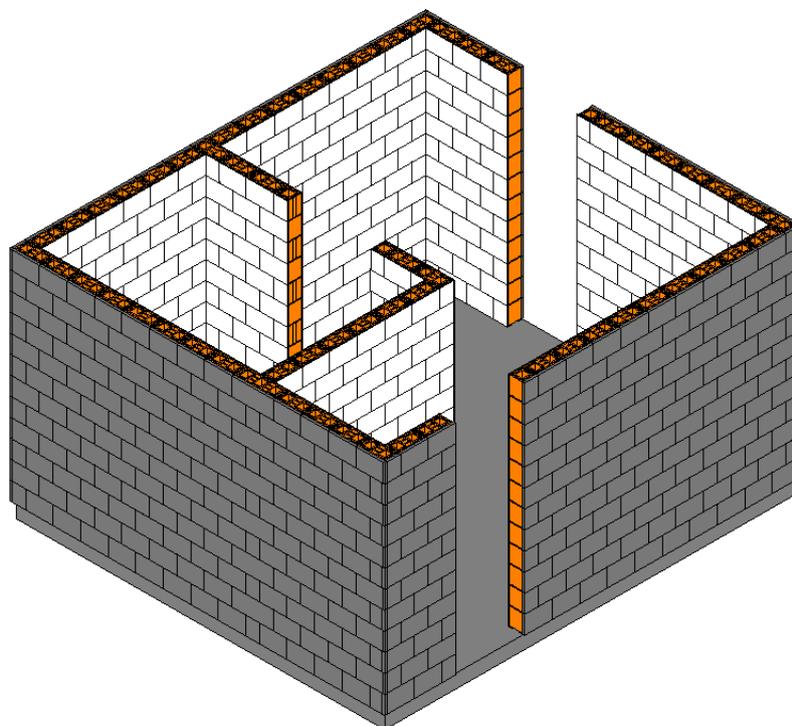
4.2 CONSTRUÇÕES

Com o intuito de aplicar os modelos na prática, foram criadas quatro construções, todas com áreas similares e mesma quantidade de fiadas, utilizando composições das seis Fichas de Avaliação de Desempenho que são objetos desse trabalho.

4.2.1 CONSTRUÇÃO 1

Para a primeira construção, de 4,5m de comprimento por 4,05m de largura, totalizando 18,225m² de área, foram utilizados os modelos de família “FAD 32” externamente e os modelos de família “FAD 02” internamente, conforme figura 28.

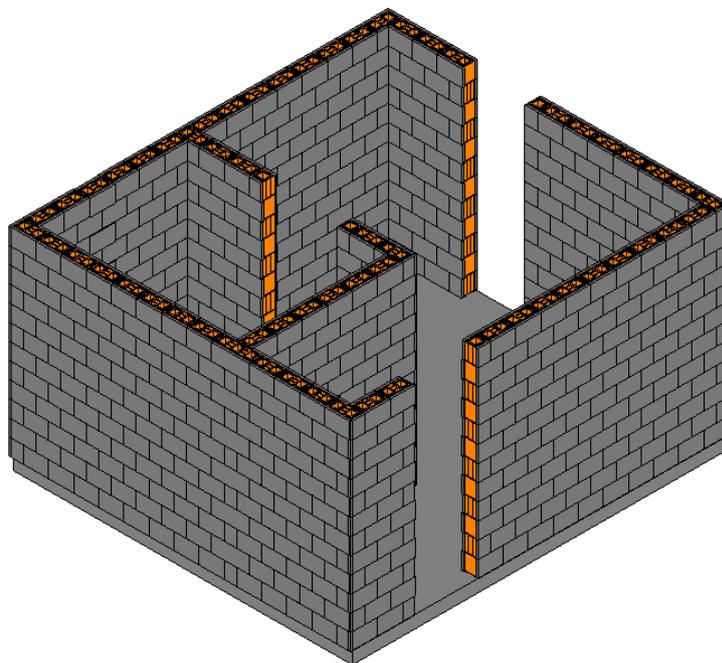
Figura 28 - Construção 1



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.2 CONSTRUÇÃO 2

A segunda construção foi modelada com as mesmas dimensões, utilizando os modelos de família “FAD 03” externamente e internamente, conforme figura 29.

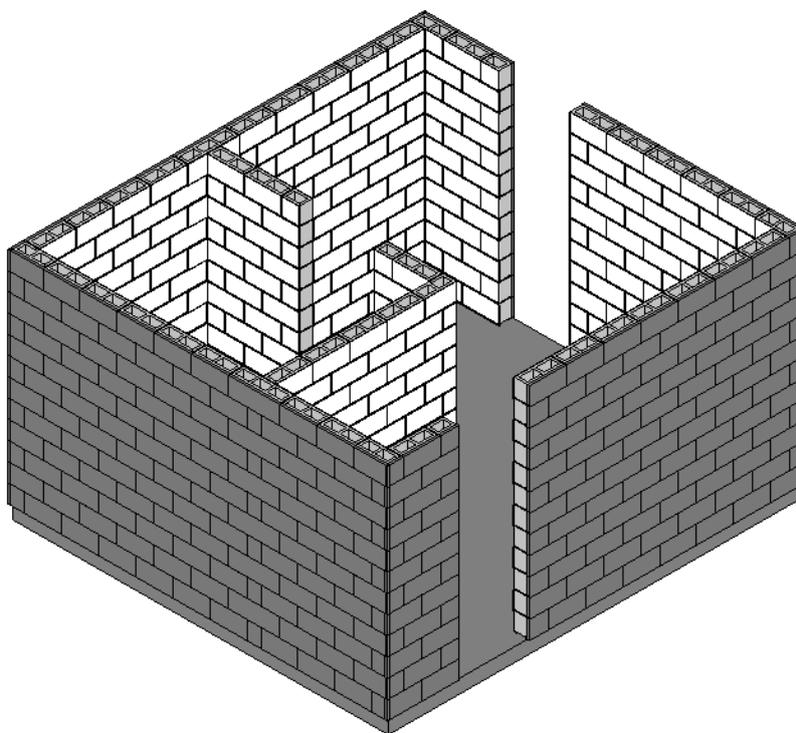
Figura 29 - Construção 2

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.3 CONSTRUÇÃO 3

A terceira construção, por questões de amarração entre os blocos, possui 4,45m de comprimento por 4,05m de largura, totalizando 18,023m² de área. Ela é constituída pelos modelos de família “FAD 33” externamente e modelos de família “FAD 34” internamente, conforme figura 30.

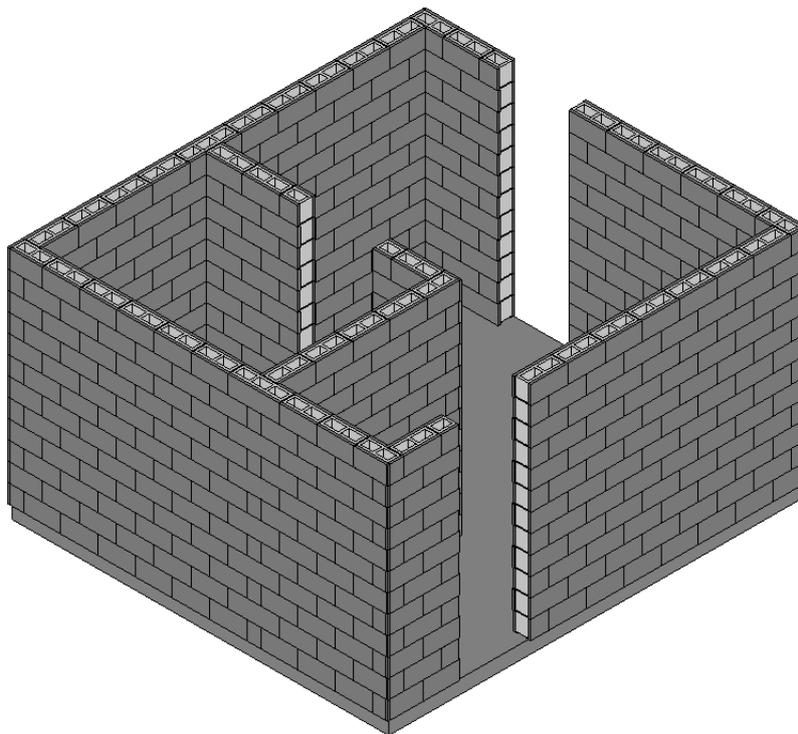
Figura 30 - Construção 3



Fonte: Elaborado pelo autor

4.2.4 CONSTRUÇÃO 4

A quarta e última construção possui as mesmas dimensões e área da construção 3, porém é formada interna e externamente pelos modelos de família “FAD 39”

Figura 31 - Construção 4

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 TABELAS

A metodologia empregada neste trabalho incluiu a criação de tabelas, uma para cada composição, a partir dos projetos de construção, com o intuito de resumir as informações de desempenho e fornecer alguns dados de quantitativo de materiais utilizados pelo sistema de cada FAD em cada edificação. Ao traçar essas informações, é possível visualizar com mais clareza as diferenças e semelhanças de cada método de construção.

Através de filtros, é possível exibir somente os modelos de família que fazem parte de determinada construção e a tabela é atualizada automaticamente conforme o andamento do projeto.

4.3.1 DADOS DE DESEMPENHO

Os dados referentes aos critérios de desempenho presentes na tabela são organizados nas colunas na ordem em que são apresentadas nas fichas de avaliação desempenho, sendo

elas: resistência aos impactos de corpo duro, resistência aos impactos de corpo mole, resistência à solicitação de peças suspensas, resistência à solicitação transmitida por porta, resistência ao fogo, desempenho acústico, desempenho térmico, estanqueidade à água e vida útil de projeto (VUP). Os valores são inseridos diretamente nas propriedades de tipo de cada família, conforme Figura 32. Com isso, dados passam a fazer parte da composição e possibilitam de forma mais fácil a inserção em tabelas e exportação dos dados para os projetos.

Figura 32 - Propriedades de Tipo de família

Parâmetro	Valor
Parâmetros IFC	
Tipo IFC predefinido [Tipo]	
Exportar tipo para IFC como	
Exportar tipo para IFC	Padrão
Tipo IfcGUID	2TQcfRhC15o9LNmX9H4Mcg
Dados	
Arg_assent/bloco (cm ³)	474,000000
Arg_revest/bloco (cm ³)	3800,000000
Desempenho Acústico (Rw)	50 dB
Desempenho Térmico	U= 2,6 W/(m ² .K) e CT = 245 kJ/m ² .K
Durabilidade (VUP)	50 anos
Estanqueidade à água	Atende aos critérios
Gesso/bloco (cm ³)	0,000000
Res. Impacto de corpo duro (NBR 15575)	Atende aos critérios
Res. Impacto de corpo mole (NBR 15575)	Atende aos critérios
Res. Sol. de peças suspensas (NBR 15575)	Atende aos critérios
Res. Sol. transmitidas por portas (NBR 15575)	Atende aos critérios
Resistência ao fogo (min)	90

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3.2 QUANTITATIVO DE MATERIAIS

Também presentes na tabela, os dados relativos ao quantitativo de materiais foram calculados utilizando como base o volume das extrusões de modelagem descritas no item 5 deste trabalho e a Tabela 27, com unidades em centímetros, respeitando a largura mínima de 3,0mm do filete de argamassa de assentamento nas juntas verticais, conforme o que é descrito na ABNT NBR 16868-2:2020. Eles estão dispostos na seguinte ordem: quantidade, argamassa de assentamento por bloco (cm³), argamassa de revestimento por bloco (cm³), gesso por bloco (cm³), argamassa de assentamento total (m³), argamassa de revestimento total (m³) e gesso total (m³).

Tabela 17 - Quantitativo de Materiais

FAD	Bloco			Larg. Argamassa (cm)	Arg assent/bloco (cm³)	Arg. rev./bloco (cm³)	Gesso/bloco (cm³)
	Comprimento (cm)	Largura (cm)	Altura (cm)				
32(14x19x29)	30	14	19	3	414	1425	570
32(14x19x44)	45	14	19	3	504	2137,5	855
32(14x19x14)	15	14	19	3	324	712,5	285
02(14x19x29)	30	14	19	3	414	0	1140
02(14x19x44)	45	14	19	3	504	0	1710
02(14x19x14)	15	14	19	3	324	0	570
03(14x19x29)	30	14	19	3	414	2850	0
03(14x19x44)	45	14	19	3	504	4275	0
03(14x19x14)	15	14	19	3	324	1425	0
39(14x19x39)	40	14	19	3	474	3800	0
39(14x19x54)	55	14	19	3	564	5225	0
39(14x19x34)	35	14	19	3	444	3325	0
39(14x19x19)	20	14	19	3	354	1900	0
33(14x19x39)	40	14	19	3	474	1900	760
33(14x19x54)	55	14	19	3	564	2612,5	1045
33(14x19x34)	35	14	19	3	444	1662,5	665
33(14x19x19)	20	14	19	3	354	950	380
34(14x19x39)	40	14	19	3	474	0	1520
34(14x19x54)	55	14	19	3	564	0	2090
34(14x19x34)	35	14	19	3	444	0	1330
34(14x19x19)	20	14	19	3	354	0	760

Fonte: Elaborado pelo autor

4.4 - FOLHA DE PROJETO

Por fim, no software de modelagem, foi elaborado o esquema de uma prancha de projeto com o objetivo de ilustrar as aplicações práticas da proposta de trabalho. Nela, é possível identificar as quatro construções e as quatro tabelas no que seria o uso prático da ferramenta de modelagem de FADs. Ela é apresentada no Apêndice A.

5 DESEMPENHO, CUSTOS E DISCUSSÕES

De posse dos quantitativos de materiais retirados da tabela gerada na modelagem, também foi possível criar uma estimativa de custos de cada um dos modelos de construção com o intuito de ilustrar a tomada de decisão. Para isso, foi utilizada a tabela de composições analítica não desonerada do SINAPI/CEF, 2023 (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil) referente ao mês de julho de 2023 sem considerar os preços unitários dos blocos de concreto estrutural de 14x19x54cm e do bloco estrutural cerâmico de 14x19x44cm, pois eles não estão presentes na lista de insumos disponíveis. Abaixo, iremos comparar as FADs em pares, conforme os tipos de ambiente que atendem, sendo ele externo, interno ou ambos. A Tabela B-1, com o orçamento separado por construção, está disponível no Apêndice B.

5.1 FAD 32 e FAD 33

Ambos os sistemas são compostos por revestimento de argamassa na face externa e revestimento de gesso na face interna, diferenciando-se pelo tipo de bloco, composição da argamassa de assentamento e espessura do revestimento interno. Percebe-se, pela tabela acima, que ambos atendem aos critérios de desempenho estrutural, estanqueidade à água, desempenho acústico e durabilidade de forma similar.

Porém, quando se analisa a resistência ao fogo e desempenho térmico, o sistema de bloco cerâmico tem um desempenho melhor, principalmente se for utilizado em projetos construídos na Zonas Bioclimáticas 1 e 2 já que dispensa o uso de pinturas com absorvência menor do que 0,6.

Comparando-se os custos estimados de assentamento, revestimento externo e interno dos dois sistemas, nota-se que, apesar da FAD 32 utilizar mais blocos no total, o preço unitário é menor e o metro cúbico de sua argamassa de assentamento é mais em conta, compensando a maior espessura de revestimento. No final, chegamos a uma diferença de R\$ 57,08 (Cinquenta e sete Reais e oito centavos) a favor do sistema de blocos de concreto.

Tabela 18 - Comparativo de Desempenho FADs 32 e 33

FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmittância Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)
FAD 33 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 33 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 33 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 33 - 14x19x54	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 32 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos
FAD 32 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos
FAD 32 - 14x19x44	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 19 - Estimativa de Custos FAD 32

CONSTRUÇÃO 1										
ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023										
código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
89306		m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	34,56	15,2900000	2,21	576	R\$ 1.272,96
89306		m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	0,72	1,5300000	1,46	24	R\$ 35,04
89306		m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA	m³	-	0,0192000	553,18	0,252288	R\$ 139,56
89306		m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	1,2000000	25,81	42,34	R\$ 1.092,69
89306		m²	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,6000000	21,30	21,17	R\$ 751,46
										R\$ 3.291,72
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022										
código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87795		m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA.	m³	35,28	0,0293000	1.591,76	0,86355	R\$ 1.374,56
87795		m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,3720000	25,81	13,12416	R\$ 338,73
87795		m²	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,3720000	21,30	13,12416	R\$ 279,54
										R\$ 1.992,84
APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,0CM. AF 03/2023										
código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87421		m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	33,12	17,0737900	0,93	15,8786247	R\$ 525,90
87421		m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,4509700	25,61	11,5493417	R\$ 382,51
87421		m²	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,1428100	21,30	3,041853	R\$ 100,75
										R\$ 1.009,16
										R\$ 6.293,72

Fonte: Elaborado pelo autor, base RS (SINAPI/CEF, 2023)

Tabela 20 - Estimativa de Custos FAD 33

CONSTRUÇÃO 3										
ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022										
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	29,76	10,2040000	4,99	372	R\$	1.856,28
89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,96	1,4600000	2,85	24	R\$	69,40
89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	4,2	1,4600000	4,57	60	R\$	274,20
89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,6200000	25,81	16,00	R\$	559,80
89470	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,6200000	21,30	13,21	R\$	461,15
87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE B	m³	-	-	1.742,36	0,22	R\$	380,24
R\$ 3.599,07										
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANDOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022										
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA.	m³	34,92	0,0293000	1.591,76	0,86355	R\$	1.374,56
87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,3720000	25,81	12,99024	R\$	335,28
87795	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,3720000	21,30	12,99024	R\$	276,69
R\$ 1.986,53										
APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 0,5CM. AF 03/2023										
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
87418	m²	3315	CESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	33,12	9,6632100	0,93	8,9867853	R\$	297,64
87418	m²	88269	CESSOIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,3297900	25,61	8,4459219	R\$	279,73
87148	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,1044300	21,30	2,224359	R\$	73,67
R\$ 651,04										
R\$ 6.236,65										

Fonte: Elaborado pelo autor, base RS (SINAPI/CEF, 2023)

5.2 FAD 002 e FAD 34

Ambos os sistemas são compostos por revestimento de gesso em ambas as faces, diferenciando-se pelo tipo de bloco, composição da argamassa de assentamento e espessura do revestimento interno.

Analisando-se os dados de desempenho dos dois sistemas, percebe-se que os dois têm resultados idênticos em todos os critérios analisados, sendo então relevante analisar os custos para auxiliar na tomada de decisão.

Nesse caso, chegamos a uma diferença de valor de R\$ 299,01 (Duzentos e noventa e nove Reais e um centavo), o que representa um pouco mais de 23% de economia, sem comprometer o desempenho, caso opte-se pelo uso do sistema composto por bloco cerâmico.

Tabela 21 - Comparativo de Desempenho das FADs 002 e 34

FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmissão Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)
FAD 02 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos
FAD 02 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos
FAD 34 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos
FAD 34 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos
FAD 34 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 22 – Estimativa de Custos FAD 002

FAD 02	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023										
	código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	89306		m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	7,56	15,2900000	2,21	126	R\$ 278,46
	89306		m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	0,36	1,5300000	1,46	12	R\$ 17,52
	89306		m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA	m³	-	0,0192000	553,18	0,056052	R\$ 31,01
	89306		m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	1,2000000	25,81	9,50	R\$ 245,30
	89306		m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,6000000	21,30	4,75	R\$ 168,70
											R\$ 740,98
	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,0CM. AF 03/2023										
	código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	87421		m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	7,92	17,0737900	0,93	15,8786247	R\$ 125,76
	87421		m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,4509700	25,61	11,5493417	R\$ 91,47
	87421		m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,1428100	21,30	3,041853	R\$ 24,09
											R\$ 241,32
											R\$ 982,30

Fonte: Elaborado pelo autor, base RS (SINAPI/CEF, 2023)

Tabela 23 - Estimativa de Custos FAD 34

ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	6,72	10,2040000	4,99	84	R\$ 419,16
89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,48	1,4600000	2,85	12	R\$ 34,20
89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,84	1,4600000	4,57	12	R\$ 54,84
89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,6200000	25,81	16,00	R\$ 128,66
89470	m²	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,6200000	21,30	13,21	R\$ 106,18
87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE B	m³	-	-	1.742,36	0,22	R\$ 380,24
									R\$ 1.123,27
APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 0,5CM. AF 03/2023									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87418	m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	8,04	9,6632100	0,99	8,9867853	R\$ 72,25
87418	m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,3297900	25,61	8,4459219	R\$ 67,91
87148	m²	88316	SERVEnte COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,1044300	21,30	2,224359	R\$ 17,88
									R\$ 158,04
									R\$ 1.281,32

Fonte: Elaborado pelo autor, base RS (SINAPI/CEF, 2023)

5.3 FAD 003 e FAD 39

Compostas por sistemas de blocos estruturais com revestimento de argamassa em ambas as faces, podendo ser utilizadas interna e externamente, diferenciando-se também pelo tipo de bloco e composição da argamassa de assentamento.

Por fim, temos dois sistemas que diferem bastante quanto aos requisitos referentes à resistência ao fogo e ao desempenho térmico e acústico. Nesse caso, seria necessário avaliar os critérios de uso do ambiente e do processo construtivo para escolher a melhor opção. O sistema de bloco cerâmico, por exemplo, é uma opção melhor em construções que ocupem as zonas bioclimáticas 1 e 2, mas em contrapartida só pode ser utilizado como parede cega de salas e cozinhas entre unidades habitacionais e áreas de trânsito eventual; e como parede externa, desde que as janelas tenham isolamento sonora compatível para garantir o valor mínimo de R_w em cada classe de ruído.

Do ponto de vista financeiro, os dois sistemas são bastante parecidos, sendo a melhor opção aquela que atenda da melhor forma os critérios de desempenho e leve em conta a disponibilidade de insumos e mão de obra qualificada, além dos critérios de execução.

Tabela 24 - Comparativo de Desempenho das FADs 003 e 39

FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmitância Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (C.T, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)
FAD 03 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 03 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 03 - 14x19x44	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos
FAD 39 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos
FAD 39 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos
FAD 39 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos
FAD 39 - 14x19x64	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos

Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 25 - Estimativa de Custos FAD 003

FAD 03	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023										
	código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	89306	m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	42,12	16,2900000	2,21	702	R\$	1.551,42
	89306	m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	1,08	1,5300000	1,46	36	R\$	52,56
	89306	m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA	m³	-	0,0192000	553,18	0,30834	R\$	170,57
	89306	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,2	1,2000000	25,81	51,84	R\$	1.337,99
	89306	m²	88316	SERVENIE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,2	0,6000000	21,30	25,92	R\$	920,16
										R\$	4.032,70
	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022										
	código	composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA	m³	76,32	0,0293000	1.591,76	2,1033	R\$	3.347,95
	87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,32	0,3720000	25,81	28,39104	R\$	732,77
	87795	m²	88316	SERVENIE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,32	0,3720000	21,30	28,39104	R\$	604,73
										R\$	4.685,45
										R\$	8.718,15

Fonte: Elaborado pelo autor, base RS (SINAPI/CEF, 2023)

Tabela 26 - Estimativa de Custos FAD 39

FAD 39	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022									
	código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	36,48	10,2040000	4,99	456	R\$ 2.275,44
	89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	1,44	1,4600000	2,85	36	R\$ 102,60
	89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	5,04	1,4600000	4,57	72	R\$ 329,04
	89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	42,96	0,6200000	25,81	16,00	R\$ 687,45
	89470	m²	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	42,96	0,6200000	21,30	13,21	R\$ 567,33
	87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE B	m³	-	-	1.742,36	0,267624	R\$ 466,30
										R\$ 4.428,16
	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022									
	código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
	87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA. J	m³	76,08	0,0293000	1.591,76	2.1033	R\$ 3.347,95
	87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,08	0,3720000	25,81	9,60132	R\$ 730,47
	87795	m²	88316	SERVEANTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,08	0,3720000	21,30	7,9236	R\$ 168,77
										R\$ 4.247,19
										R\$ 8.675,35

Fonte: Elaborado pelo autor, com base em SINAPI, 2023, RS

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo criar objetos paramétricos em software BIM, no qual o Revit® foi o escolhido, que sirvam como ferramenta para profissionais da construção, arquitetos e engenheiros, ajudando-os a tomar decisões de forma mais simples e acertadas sobre a escolha dos sistemas de vedação verticais internas e externas de alvenaria estrutural com base nos requisitos específicos de seus projetos e nas Fichas de Avaliação de Desempenho já estabelecidas para sistemas de vedação vertical de alvenaria estrutural.

Ao final da análise comparativa, também foi possível obter uma melhor compreensão das implicações práticas de projeto levando em consideração o desempenho e os custos das diferentes composições de paredes estruturais em alvenaria de blocos cerâmicos e de concreto. A pretensão foi fornecer uma visão mais clara e abrangente dos aspectos relevantes de cada FAD, a fim de otimizar o desempenho das construções em termos de resistência, isolamento acústico, resistência ao fogo e outras características essenciais.

Também é importante ressaltar que atualmente existem Fichas de Avaliação de Desempenho homologadas para diversos outros tipos de sistemas convencionais, como sistemas de cobertura, sistemas de piso e esquadrias, além do estado-da-arte das pesquisas e avaliações de desempenho do mercado brasileiro.

Em síntese, a criação de famílias de sistemas construtivos e a formação de um ecossistema integrado para projetos e tomada de decisão, são aspectos essenciais para um processo mais eficiente, colaborativo e orientado ao desempenho. Ao incorporar FADs e suas informações de desempenho no ambiente BIM, os profissionais da construção tem uma poderosa ferramenta para criar projetos que atendam às normas e proporcionem qualidade de vida para seus ocupantes, além de considerações econômicas e de processos construtivos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. Rio de Janeiro: 2016.

_____. **NBR 13281**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Requisitos. Rio de Janeiro: 2005.

_____. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria - Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro: 2017.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.

_____. **NBR 16868-2**: Componentes cerâmicos - Parte 2: Blocos cerâmicos e elementos vazados de vedação vertical - Terminologia, requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020.

AUTODESK. (2023a). Benefícios do BIM. <https://www.autodesk.com.br/solutions/bim/benefits-of-bim#:~:text=A%20BIM%20%C3%A9%20usada%20para,para%20colabora%C3%A7%C3%A3o%20em%20tempo%20real>. Acesso em 13 de setembro de 2023.

AUTODESK. Famílias do sistema. (2023b). Disponível em: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/PTB/?guid=GUID-A6600994-DFBE-4079-87F9-D6AC8681A915>. Acesso em: 03 de Julho de 2023.

Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção da Caixa Econômica Federal. **SINAPI/CEF** (2023). Sumário de Publicações e Documentação do. https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-composicoes-aferidas-sumario-composicoes-aferidas/SUMARIO_DE_PUBLICACOES_E_DOCUMENTACAO_DO_SINAPI.pdf. Acesso em 30 de agosto de 2023.

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). **FAD n° 002**: Parede estrutural em alvenaria de blocos cerâmicos de 14x19x29cm, com revestimento de gesso em ambas as faces. São Paulo, Dezembro (2018a).

_____. **IPT FAD n° 003**: Parede estrutural em alvenaria de blocos cerâmicos de 14x19x29cm, com revestimento de argamassa em ambas as faces. São Paulo, Dezembro (2018b).

_____. **IPT FAD n° 032**: Parede estrutural em alvenaria de blocos cerâmicos de 14x19x29cm, com revestimento de argamassa na face externa e revestimento de gesso na face interna. São Paulo, Outubro (2020a).

_____. **IPT FAD nº 33:** Parede estrutural em alvenaria de blocos de concreto com revestimento de argamassa na face externa e revestimento de gesso na face interna. São Paulo, Outubro (2020b).

_____. **IPT FAD nº 34:** Parede estrutural em alvenaria de blocos de concreto com revestimento de gesso em ambas as faces. São Paulo, Outubro (2020c).

_____. **IPT FAD nº 39:** Parede estrutural em alvenaria de blocos de concreto com revestimento de argamassa em ambas as faces. São Paulo, Dezembro (2020d).

ROCHA CLETO; ALVES DE OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO. AECweb. (2021). O que são FADs e quais os impactos na construção civil? Disponível em <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/o-que-sao-fads-e-quais-os-impactos-na-construcao-civil/20780>. Acesso em 26 de Julho de 2023.

APÊNDICE A – PROJETO IMPLANTADO

CONSTRUÇÃO 1 - Critérios de Desempenho e Quantitativo de Materiais

FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmissão Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)	Quantidade	Arg_assent/bloco (cm³)	Arg_revest/bloco (cm³)	Gesso/bloco (cm³)	Arg_assen_tot (m³)	Arg_revest_tot (m³)	Gesso_tot (m³)
FAD 02 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos	12	324	0	570	0,003888	0	0,00684
FAD 02 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos	126	414	0	1140	0,052164	0	0,14364
FAD 32 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos	24	324	712,5	285	0,007776	0,0171	0,00684
FAD 32 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos	576	414	1425	570	0,238464	0,8208	0,32832
FAD 32 - 14x19x44	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	1,98	155	Atende aos critérios	50 anos	12	504	2137,5	855	0,006048	0,02565	0,01026
Total geral											750				0,30834	0,86355	0,4959

CONSTRUÇÃO 2 - Critérios de Desempenho e Quantitativo de Materiais

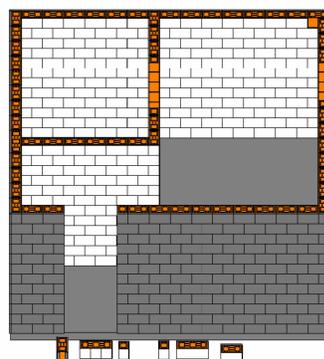
FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmissão Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)	Quantidade	Arg_assent/bloco (cm³)	Arg_revest/bloco (cm³)	Gesso/bloco (cm³)	Arg_assen_tot (m³)	Arg_revest_tot (m³)	Gesso_tot (m³)
FAD 03 - 14x19x14	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos	36	324	1425	0	0,011664	0,0513	0
FAD 03 - 14x19x29	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos	702	414	2850	0	0,290628	2,0007	0
FAD 03 - 14x19x44	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	2,01	194	Atende aos critérios	50 anos	12	504	4275	0	0,006048	0,0513	0
Total geral											750				0,30834	2,1033	0

CONSTRUÇÃO 3 - Critérios de Desempenho e Quantitativo de Materiais

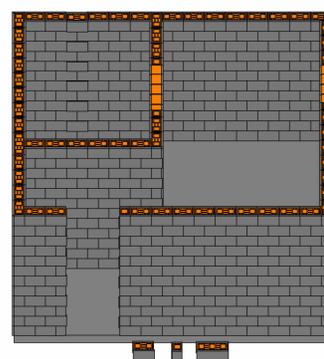
FAD - Bloco	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmissão Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)	Quantidade	Arg_assent/bloco (cm³)	Arg_revest/bloco (cm³)	Gesso/bloco (cm³)	Arg_assen_tot (m³)	Arg_revest_tot (m³)	Gesso_tot (m³)
FAD 33 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos	24	354	950	380	0,008496	0,0228	0,00912
FAD 33 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos	60	444	1662,5	665	0,02664	0,09975	0,0399
FAD 33 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos	372	474	1900	760	0,176328	0,7068	0,28272
FAD 33 - 14x19x54	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	38 dB	2,7	194	Atende aos critérios	50 anos	12	564	2612,5	1045	0,006768	0,03135	0,01254
FAD 34 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	50 anos	12	354	0	760	0,004248	0	0,00912
FAD 34 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	N/A	12	444	0	1330	0,005328	0	0,01596
FAD 34 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	120	38 dB	N/A	N/A	N/A	N/A	84	474	0	1520	0,039816	0	0,12768
Total geral											576				0,267624	0,8607	0,49704

CONSTRUÇÃO 4 - Critérios de Desempenho e Quantitativo de Materiais

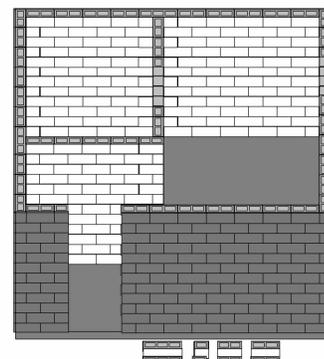
Marca de tipo	Res. Impacto de corpo duro	Res. Impacto de corpo mole	Res. Sol. de peças suspensas	Res. Sol. transmitidas por portas	Resistência ao fogo (min)	Desempenho Acústico (Rw)	Desempenho Térmico - Transmissão Térmica (U, em W/(m².K))	Desempenho Térmico - Capacidade Térmica (CT, em kJ/m².K)	Estanqueidade à água	Durabilidade (VUP)	Quantidade	Arg_assent/bloco (cm³)	Arg_revest/bloco (cm³)	Gesso/bloco (cm³)	Arg_assen_tot (m³)	Arg_revest_tot (m³)	Gesso_tot (m³)
FAD 39 - 14x19x19	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos	36	354	1900	0	0,012744	0,0684	0
FAD 39 - 14x19x34	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos	72	444	3325	0	0,031968	0,2394	0
FAD 39 - 14x19x39	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos	456	474	3800	0	0,216144	1,7328	0
FAD 39 - 14x19x54	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	Atende aos critérios	90	50 dB	2,6	245	Atende aos critérios	50 anos	12	564	5225	0	0,006768	0,0627	0
Total geral											576				0,267624	2,1033	0



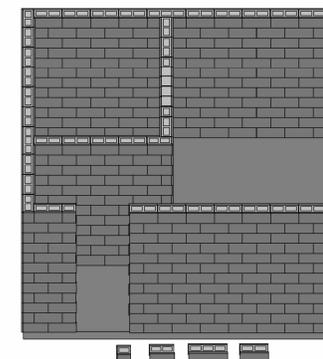
Construção 1



Construção 2



Construção 3



Construção 4

Criação de Famílias Paramétricas com foco em desempenho

TCC Eng. Civil

Número do projeto 0001

Data Setembro de 2023

Desenhadas por Raul Turatti

Verificado por

A101

Escala

APÊNDICE B – ORÇAMENTO POR CONSTRUÇÃO

CONSTRUÇÃO 1

	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023										
	código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
FAD 32	89306	m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	34,56	15,2900000	2,21	576	R\$ 1.272,96	
	89306	m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	0,72	1,5300000	1,46	24	R\$ 35,04	
	89306	m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSEN	m³	-	0,0192000	553,18	0,252288	R\$ 139,56	
	89306	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	1,2000000	25,81	42,34	R\$ 1.092,69	
	89306	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,6000000	21,30	21,17	R\$ 751,46	
	R\$ 3.291,72										
	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022										
		código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
		87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA. AF 08/20	m³	35,28	0,0293000	1.591,76	0,86355	R\$ 1.374,56
		87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,3720000	25,81	13,12416	R\$ 338,73
		87795	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	35,28	0,3720000	21,30	13,12416	R\$ 279,54
	R\$ 1.992,84										
	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,0CM. AF 03/2023										
		código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
		87421	m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	33,12	17,0737900	0,93	15,8786247	R\$ 525,90
	87421	m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,4509700	25,61	11,5493417	R\$ 382,51	
	87421	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,1428100	21,30	3,041853	R\$ 100,75	
R\$ 1.009,16											
R\$ 6.293,72											
ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023											
FAD 02	código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
	89306	m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	7,56	15,2900000	2,21	126	R\$ 278,46	
	89306	m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	0,36	1,5300000	1,46	12	R\$ 17,52	
	89306	m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSEN	m³	-	0,0192000	553,18	0,056052	R\$ 31,01	
	89306	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	1,2000000	25,81	9,50	R\$ 245,30	
	89306	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,6000000	21,30	4,75	R\$ 168,70	
	R\$ 740,98										
	APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 1,0CM. AF 03/2023										
		código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
		87421	m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	7,92	17,0737900	0,93	15,8786247	R\$ 125,76
		87421	m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,4509700	25,61	11,5493417	R\$ 91,47
		87421	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	7,92	0,1428100	21,30	3,041853	R\$ 24,09
	R\$ 241,32										
	R\$ 982,30										
	VALOR TOTAL R\$ 7.276,02										

CONSTRUÇÃO 2

	ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS CERÂMICOS 14X19X29, (ESPESSURA DE 14 CM), UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF 03/2023										
	código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total	
FAD 03	89306	m²	34586	BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 29 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	42,12	15,2900000	2,21	702	R\$ 1.551,42	
	89306	m²	34788	MEIO BLOCO ESTRUTURAL CERAMICO 14 X 19 X 14 CM, 6,0 MPA (NBR 15270)	UN	1,08	1,5300000	1,46	36	R\$ 52,56	
	89306	m²	87286	ARGAMASSA TRAÇO 1:1:6 (EM VOLUME DE CIMENTO, CAL E AREIA MÉDIA ÚMIDA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSEN	m³	-	0,0192000	553,18	0,30834	R\$ 170,57	
	89306	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,2	1,2000000	25,81	51,84	R\$ 1.337,99	
	89306	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	43,2	0,6000000	21,30	25,92	R\$ 920,16	
	R\$ 4.032,70										
	EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022										
		código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
		87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA. AF 08/20	m³	76,32	0,0293000	1.591,76	2,1033	R\$ 3.347,95
		87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,32	0,3720000	25,81	28,39104	R\$ 732,77
		87795	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,32	0,3720000	21,30	28,39104	R\$ 604,73
	R\$ 4.685,45										
	R\$ 8.718,15										
	VALOR TOTAL R\$ 8.718,15										

CONSTRUÇÃO 3

ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	29,76	10,2040000	4,99	372	R\$ 1.856,28
89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,96	1,4600000	2,85	24	R\$ 68,40
89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	4,2	1,4600000	4,57	60	R\$ 274,20
89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,6200000	25,81	16,00	R\$ 558,80
89470	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,6200000	21,30	13,21	R\$ 461,15
87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE BLOCOS DI	m³	-	-	1.742,36	0,22	R\$ 380,24
									R\$ 3.599,07
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA. AF 08/20	m³	34,92	0,0293000	1.591,76	0,86355	R\$ 1.374,56
87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,3200000	25,81	12,99024	R\$ 335,28
87795	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	34,92	0,3200000	21,30	12,99024	R\$ 276,69
									R\$ 1.986,53
APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 0,5CM. AF 03/2023									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87418	m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	33,12	9,6632100	0,93	8,9867853	R\$ 297,64
87418	m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,3297900	25,61	8,4459219	R\$ 279,73
87148	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	33,12	0,1044300	21,30	2,224359	R\$ 73,67
									R\$ 651,04
									R\$ 6.236,65
ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	6,72	10,2040000	4,99	84	R\$ 419,16
89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,48	1,4600000	2,85	12	R\$ 34,20
89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	0,84	1,4600000	4,57	12	R\$ 54,84
89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,6200000	25,81	16,00	R\$ 128,66
89470	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,6200000	21,30	13,21	R\$ 106,18
87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE BLOCOS DI	m³	-	-	1.742,36	0,22	R\$ 380,24
									R\$ 1.123,27
APLICAÇÃO MANUAL DE GESSO DESEMPENADO (SEM TALISCAS) EM PAREDES, ESPESSURA DE 0,5CM. AF 03/2023									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87418	m²	3315	GESSO EM PO PARA REVESTIMENTOS/MOLDURAS/SANCAS E USO GERAL	KG	8,04	9,6632100	0,93	8,9867853	R\$ 72,25
87418	m²	88269	GESSEIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,3297900	25,61	8,4459219	R\$ 67,91
87148	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	8,04	0,1044300	21,30	2,224359	R\$ 17,88
									R\$ 158,04
									R\$ 1.281,32
VALOR TOTAL									R\$ 7.517,96

CONSTRUÇÃO 4

ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM (ESPESSURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, UTILIZANDO COLHER DE PEDREIRO. AF 10/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
89470	m²	25070	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 39 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	36,48	10,2040000	4,99	456	R\$ 2.275,44
89470	m²	38589	MEIO BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 19 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	1,44	1,4600000	2,85	36	R\$ 102,60
89470	m²	38591	BLOCO DE CONCRETO ESTRUTURAL 14 X 19 X 34 CM, FBK 4,5 MPA (NBR 6136)	UN	5,04	1,4600000	4,57	72	R\$ 329,04
89470	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	42,96	0,6200000	25,81	16,00	R\$ 687,45
89470	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	42,96	0,6200000	21,30	13,21	R\$ 567,33
87398	m²	371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E ASSENTAMENTO DE BLOCOS DI	m³	-	-	1.742,36	0,267624	R\$ 466,30
									R\$ 4.428,16
EMBOÇO OU MASSA ÚNICA EM ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA, PREP. MECÂNICO E APLICAÇÃO COM EQUIP. DE MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M3/H DE ARGAMASSA EM PANOS CEGOS DE FACHADA, ESPESSURA DE 25 MM. AF 08/2022									
código composição	unidade	código	descrição	unidade	área (m²)	coeficiente	preço unitário	quantidade	Custo total
87795	m²	87407	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA PARA REVESTIMENTOS, MISTURA E PROJEÇÃO DE 1,5 M³/H DE ARGAMASSA. AF 08/20	m³	76,08	0,0293000	1.591,76	2,1033	R\$ 3.347,95
87795	m²	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,08	0,3200000	25,81	9,60132	R\$ 730,47
87795	m²	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	76,08	0,3200000	21,30	7,9236	R\$ 168,77
									R\$ 4.247,19
									R\$ 8.675,35
VALOR TOTAL									R\$ 8.675,35