

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MICHELLY SEEBER ZANOLLA**

**CONTRIBUIÇÃO PARA COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE OS SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E MOLDES ISOLANTES PARA  
CONCRETO (ICF): Estudo de caso**

**FLORIANÓPOLIS, 2022.**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

**MICHELLY SEEBER ZANOLLA**

**CONTRIBUIÇÃO PARA COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE OS SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E MOLDES ISOLANTES PARA  
CONCRETO (ICF): Estudo de caso**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheira Civil.

Orientadora:

Profa. Dra. Andrea Murillo Betioli

Coorientadora:

Profa. Ma. Juliana Bonacorso Dorneles

**FLORIANÓPOLIS, 2022.**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Zanolla, Michelly Seeber  
CONTRIBUIÇÃO PARA COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE OS SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E MOLDES ISOLANTES  
PARA CONCRETO (ICF): estudo de caso / Michelly  
Seeber Zanolla; orientação de Andrea Murillo Betioli;  
coorientação de Juliana Bonacorso Dorneles. -  
Florianópolis, SC, 2023.  
Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal  
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado  
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico  
de Construção Civil.  
Inclui Referências.

1. Moldes Isolantes para Concreto. 2. Alvenaria estrutural.  
3. Comparativo de custos. 4. Projeto modular.  
5. Moldes de EPS. I. Murillo Betioli, Andrea. II. Bonacorso  
Dorneles, Juliana. III. Instituto Federal  
de Santa Catarina. IV. CONTRIBUIÇÃO PARA COMPARATIVO DE  
CUSTO ENTRE OS SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL


**CONTRIBUIÇÃO PARA COMPARATIVO DE CUSTO ENTRE OS SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS EM ALVENARIA ESTRUTURAL E MOLDES ISOLANTES PARA  
CONCRETO (ICF): Estudo de caso**

**MICHELLY SEEBER ZANOLLA**

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Florianópolis, 20 de dezembro de 2022.

Banca examinadora:


 Documento assinado digitalmente  
ANDREA MURILLO BETIOLI  
Data: 17/02/2023 14:50:52-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Andrea Murillo Betioli, Dra.

Orientadora

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC


 Documento assinado digitalmente  
JULIANA BONACORSO DORNELES  
Data: 17/02/2023 13:55:39-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Juliana Bonacorso Dorneles, Ma.

Coorientadora


Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

 Documento assinado digitalmente  
JULIANA GUARDA DE ALBUQUERQUE  
Data: 17/02/2023 14:24:01-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Juliana Guarda de Albuquerque, Ma.

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

 Documento assinado digitalmente  
ALEXANDRE LIMA DE OLIVEIRA  
Data: 17/02/2023 08:35:55-0300  
Verifique em <https://verificador.iti.br>

---

Alexandre Lima de Oliveira, Dr.

Instituto Federal de Santa Catarina - IFSC

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pela minha vida, saúde e força para chegar até aqui.

Agradeço à minha mãe, Angelita, pelo apoio, força e incentivo. Por mesmo com todas as dificuldades e barreiras da vida, ter se mantido firme, com coragem e bom coração. Pelo amor incondicional, dedicação, cuidado, e por sempre acreditar em mim.

À minha orientadora, Andrea Murillo Betioli, e à minha coorientadora, Juliana Bonacorso Dorneles, meus mais sinceros agradecimentos por todo auxílio, incentivo e ensinamentos, não só no período desse trabalho, mas durante toda a graduação.

Aos demais professores agradeço os conhecimentos transmitidos, não somente profissionais, mas também pessoais.

Por fim, agradeço aos demais familiares e amigos que, direta ou indiretamente, colaboraram durante todo o período da minha graduação para a realização desse sonho.

## RESUMO

A indústria da construção civil ainda é bastante conservadora e, apesar de atualmente existirem diversos métodos construtivos, a alvenaria tradicional ainda é a mais utilizada no Brasil. Porém, por questões econômicas, ambientais e sociais, esse sistema precisa ser repensado, pois os custos dos insumos estão cada vez mais altos e a matéria-prima cada vez mais escassa, além do alto desperdício e geração de resíduos. Estudos comparativos já desenvolvidos apontam que a alvenaria estrutural possui custo menor, maior produtividade e menor desperdício, se comparado às construções em concreto armado com fechamento em alvenaria. Nesse sentido, como uma tecnologia relativamente nova no país, surge o *Insulating Concrete Forms* (ICF), ou moldes isolantes para concreto. Trata-se de blocos de Poliestireno Expandido (EPS), que são empilhados e preenchidos com concreto armado, o qual possui função de vedação e estrutural. Esse sistema garante isolamento térmico e acústico, segurança, resistência, além de uma obra mais limpa, rápida e com pouca geração de resíduos. Assim, este trabalho apresenta um comparativo de custos de material e mão de obra entre obras de alvenaria estrutural e ICF, na cidade de Florianópolis/SC, a fim de verificar a viabilidade econômica destes sistemas, tendo como base um projeto de uma residência unifamiliar de dois pavimentos. Ademais, por conta da falta de materiais encontrados referentes a projetos modulados em ICF, a modulação foi realizada pela autora utilizando-se o software Revit®. Ao final, com os dados obtidos, verificou-se que o sistema ICF possui um custo aproximadamente 40% mais elevado que a alvenaria estrutural, porém, as etapas de vedação e estrutura correspondem entre 19% à 27,5% do custo total de uma obra, o que torna essa diferença menor quando comparado ao montante final. Além disso, ressalta-se que para esse resultado não foram consideradas outras variáveis importantes, como produtividade, desperdício, prazo de entrega da obra e desempenho térmico e acústico, as quais tornam o sistema ICF mais atrativo.

**Palavras-chave:** Moldes Isolantes para Concreto. Alvenaria estrutural. Comparativo de custos. Projeto modular. Moldes de EPS.

## ABSTRACT

The construction industry is still quite conservative and, although there are currently several construction methods, traditional masonry is still the most used in Brazil. However, for economic, environmental and social conditions, this system needs to be rethought, because input costs are increasingly high and raw materials are increasingly scarce, besides the high waste and residue production that this method causes. Comparative studies already developed indicate that structural masonry has a lower cost, greater productivity and less waste when compared to conventional masonry. In this sense, as a relatively new technology in the country, the Isolation of Concrete Formwork (ICF) or insulating molds for concrete appears. These are Expanded Polystyrene (EPS) blocks, which are stacked and filled with reinforced concrete, which has a sealing and structural function. This system ensures thermal and acoustic insulation, safety, resistance, along with a cleaner, faster construction and little waste generation. Therefore, this work presents a cost comparison between structural masonry construction and ICF, in the city of Florianópolis/SC, in order to verify the economic viability of these systems, based on a project of a single-family two-storey residence used for quantification and input costs. Furthermore, due to the lack of materials found referring to projects modulated in ICF, the modulation was carried out by the author using Revit® software. In the end, with the obtained data, it was found that the ICF system has a cost 40% higher than the structural masonry. However, the sealing and structural stages correspond to between 19% and 27.5% of the total cost of a work, which makes the difference smaller when compared to the final amount. Moreover, it should be noted, however, that other important regulations were not considered for this result, such as productivity, waste, construction delivery dates, thermal and acoustic performance, which makes the ICF system even more attractive.

**Keywords:** Insulating Concrete Forms. Structural masonry. Cost comparison. Modular design. EPS molds.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Exemplo de construção em alvenaria estrutural.....	20
Figura 02 – Exemplo de bloco estrutural de concreto 14x19x39 cm.....	21
Figura 03 – Conferência de esquadro.....	23
Figura 04a – Aplicação de argamassa nos blocos de concreto para alvenaria estrutural.....	24
Figura 4b – Aplicação de argamassa nos blocos de concreto para alvenaria estrutural.....	25
Figura 05 – Exemplo de instalações elétricas em obras de alvenaria estrutural.....	27
Figura 06 – Constituintes de um bloco de ICF.....	29
Figura 07 – Exemplo de fundação do tipo Radier.....	30
Figura 08 – Exemplo de fundação do tipo sapata corrida.....	31
Figura 09 – Assentamento da primeira fiada de blocos ICF.....	32
Figura 10 – Procedimento de chapisco rolado em alvenaria de ICF.....	33
Figura 11 – Modelagem 3D do projeto base.....	40
Figura 12 – Interferências entre paredes para o quantitativo de blocos de ICF.....	41
Figura 13 – Calculadora virtual de quantidade de materiais para obras de ICF.....	42
Figura 14 – Modelagem 3D projeto em Alvenaria Estrutural.....	45
Figura 15 – Detalhe dos recortes realizados nos blocos de ICF para modelagem 3D.....	46
Figura 16 – Modelagem 3D projeto em ICF.....	47
Figura 17 – Dados quantitativos paredes de 12 cm em ICF por calculadora virtual..	49
Figura 18 – Dados quantitativos paredes 18 cm em ICF por calculadora virtual.....	49

Figura 19 – Composição de custo unitário parede ICF de 18 cm.....	54
Figura 20 – Composição de custo unitário parede ICF de 12 cm.....	54
Figura 21 – Gráfico comparativo dos custos entre alvenaria estrutural e ICF.....	57

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Dimensões dos blocos ICF de acordo com as empresas fabricantes....	40
Tabela 02 – Modelo de tabela de quantitativos e custos.....	43
Tabela 03 – Quantitativo de material realizado por empresa privada.....	48
Tabela 04 – Quantitativo de blocos ICF 18 cm do primeiro pavimento a partir da modelagem.....	50
Tabela 05 – Quantitativo de blocos ICF 18 cm do segundo pavimento a partir da modelagem.....	50
Tabela 06 – Quantitativo de blocos ICF 18 cm da caixa d'água a partir da modelagem.....	51
Tabela 07 – Quantitativo de blocos ICF 12 cm a partir da modelagem.....	51
Tabela 08 – Custos diretos de ICF.....	53
Tabela 09 – Comparativo de quantitativos e custos de blocos ICF.....	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Computação gráfica tridimensional
ABCP	Associação Brasileira de Cimento Portland
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
EPS	Poliestireno Expandido
ICF	Insulating Concrete Forms
ISO	International Organization for Standardization
MG	Minas Gerais
NBR	Norma Brasileira
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
SC	Santa Catarina
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil
SiNAT	Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>14</b>
1.1 Justificativa	16
1.2 Definição do Problema	17
1.3 Objetivo Geral	17
1.4 Objetivos Específicos	17
1.5 Estrutura do Trabalho	18
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
2.1 Alvenaria Estrutural	19
2.1.1 Conceito	19
2.1.2 Etapas Construtivas	22
2.1.2.1 Modulação	22
2.1.2.2 Elevação das paredes	22
2.1.2.3 Argamassa	23
2.1.2.4 Grauteamento	25
2.1.2.5 Armadura	25
2.1.3 Histórico	26
2.1.4 Vantagens e Desvantagens	26
2.2 Moldes isolantes para concreto - Insulating Concrete Forms - ICF	29
2.2.1 Conceito	29
2.2.2 Etapas Construtivas	30
2.2.2.1 Fundação	30
2.2.2.2 Paredes	31
2.2.2.3 Esquadrias	32
2.2.2.4 Lajes e Coberturas	32
2.2.2.5 Instalações hidráulicas e elétricas	33
2.2.2.6 Revestimento	33
2.2.3 Histórico	34
2.2.4 Normas	35
2.2.5 Vantagens e Desvantagens	35
2.3 Trabalhos comparativos desenvolvidos sobre o sistema ICF	36
2.4 Orçamento na construção civil	37
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>39</b>
3.1 Modelagem do projeto de estudo em ICF	39
3.2 Levantamento dos quantitativos e custos do sistema em ICF	41
3.3 Composição de custo unitário de ICF	44
3.4 Comparação orçamentária entre Alvenaria Estrutural e ICF	44
<b>4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>45</b>
4.1 Modelagem do projeto	45

4.1.1 Projeto em Alvenaria Estrutural	45
4.1.2 Projeto em ICF	45
4.1.2.1 Blocos de ICF	46
4.1.2.2 Modelagem 3D	47
4.2 Quantitativo	47
4.2.1 Empresa	47
4.2.2 Calculadora Virtual	48
4.2.3 Modelagem 3D em ICF	50
4.3 Custos	51
4.3.1 Custos da Alvenaria Estrutural	52
4.3.2 Custos do ICF	52
4.3.3 Composição de custo unitário de ICF	54
4.4 Comparativos	55
4.4.1 Quantitativo com base em projeto convencional e projeto modelado em ICF	55
4.4.2 Custos entre Alvenaria Estrutural e ICF	56
<b>5 CONCLUSÃO</b>	<b>58</b>
5.1 Sugestões para trabalhos futuros	59
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>60</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>65</b>
APÊNDICE A - Projeto em ICF	65
APÊNDICE B - Planilha de Custos de Alvenaria Estrutural	69
<b>ANEXOS</b>	<b>71</b>
ANEXO A - Projeto Arquitetônico	71

## 1 INTRODUÇÃO

A construção civil ainda é uma indústria bastante conversadora e, assim como diversas outras áreas, necessita de mudanças. Cavalheiro (2009) aponta que desde a pré-história já existiam construções, desenvolvidas pelos seres humanos nas mais diversas formas, inicialmente com pedras e tijolos cerâmicos fabricados de forma manual, aproveitando-se do sol para secagem. Essas obras eram desenvolvidas por necessidade, para proteção contra intempéries e outras ameaças. E que, ao longo dos anos, foram se modificando, seja nos materiais utilizados ou na forma como eram e são construídas.

Algumas mudanças ainda são necessárias nos dias atuais e, provavelmente, muitas outras alterações serão necessárias no futuro, a fim de acompanhar a evolução natural da humanidade e do mundo. Por questões sociais, econômicas e ambientais, o modelo tradicional de construção em concreto armado com fechamento em alvenaria precisa ser repensado com urgência.

Segundo Agopyan (2013), só o setor da construção civil consome entre 40 a 75% de toda matéria-prima produzida no mundo. Sendo o consumo de cimento maior até mesmo que o consumo de alimentos. O que acarreta em mais de 3,5 milhões de toneladas de entulho por ano, tornando a construção civil a indústria que mais polui no mundo.

Não somente isso, a construção em concreto armado com fechamento em alvenaria enfrenta outros problemas, como a baixa produtividade, que muitas vezes acarreta no atraso das edificações, grande desperdício de material, gerando maior custo de produção. Além de carecer de mão de obra qualificada, como a de carpinteiros e armadores, as quais podem ser reduzidas com o uso de novas tecnologias e métodos construtivos (VASQUES e PIZZO, 2014). Assim, faz-se necessário repensar a atual indústria da construção civil.

Nesse sentido, o sistema construtivo *Insulating Concrete Forms* (ICF), que em português traduz-se para Moldes Isolantes para Concreto, apresenta-se como uma boa alternativa. Trata-se de um sistema de construção modular que utiliza fôrmas de Poliestireno Expandido (EPS) empilhadas e que, em seu interior, são preenchidas com concreto e barras de aço verticais. Esse sistema garante que as paredes tenham função de vedação e estrutural simultaneamente (ISOCRET, 2022).

Ainda, segundo IsoCret (2022), o método ICF garante conforto térmico e acústico, segurança, resistência, economia e redução de desperdício de material. Além desse sistema de componentes industrializados promoverem uma obra mais limpa, sustentável, eficiente e rápida. Dados disponibilizados pela empresa indicam que para a execução de uma parede de blocos de ICF de 10 m<sup>2</sup> são necessários apenas 20 minutos, considerando uma equipe com um pedreiro e dois ajudantes, enquanto que para a alvenaria em bloco estrutural necessita de 5 horas de serviço com a mesma.

Contudo, para um sistema ser adotado, além das suas vantagens físicas, é necessário que seja economicamente viável. Nesse sentido, com o intuito de comparar sistemas mais conhecidos e utilizados no Brasil, Martins (2022) comparou os custos de uma obra em concreto armado com fechamento em alvenaria com alvenaria estrutural, na cidade de Florianópolis/SC, e chegou a conclusão que, para a obra estudada, a alvenaria estrutural apresenta-se 35% mais econômica que a construção em concreto armado com fechamento em alvenaria. Além deste, outros estudos comparativos também foram realizados em outras regiões do país.

Gomes et al. (2018), em Minas Gerais, concluiu que a economia da alvenaria estrutural foi de aproximadamente 14% quando comparada à construção em concreto armado com fechamento em alvenaria. A base de dados utilizada foi o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil), e foram consideradas a fundação, do tipo radier, a estrutura, vedação e laje. Enquanto Berti e Rafael (2019), na cidade de Tubarão/SC, encontraram uma economia de aproximadamente 10% para a alvenaria estrutural, porém não consideraram a fundação e a laje, e as bases de dados foram cotações de empresas da região.

Os resultados obtidos divergem entre os estudos comparativos de custos da alvenaria estrutural e construção em concreto armado com fechamento em alvenaria, seja pelo método de pesquisa adotado, ou pelas etapas consideradas. Independente da justificativa, tais dados instigam o comparativo com outros métodos construtivos não convencionais, a fim de buscar soluções mais econômicas e diversificar o cenário da construção civil, sobretudo com tecnologias mais sustentáveis.

Mediante o exposto, o presente trabalho desenvolveu um estudo comparativo de custos entre os sistemas de alvenaria estrutural e ICF, com o intuito de verificar a viabilidade econômica desse sistema para a região de

Florianópolis/SC. Para esse estudo foi desenvolvido um projeto 3D em blocos de ICF de uma residência unifamiliar de dois pavimentos, e foi realizado o quantitativo e custos dos materiais e mão de obra necessários para a execução em ICF. Enquanto que os custos em alvenaria estrutural foram apenas atualizados para o mês de setembro de 2022, a partir dos dados quantitativos obtidos por Martins (2022).

## 1.1 Justificativa

Nos dias atuais há uma preocupação notável com o meio ambiente em diversos aspectos, e na construção civil não seria diferente. Com isso, diversas tecnologias e novos sistemas construtivos foram e estão sendo empregados, desenvolvidos e aperfeiçoados, para que possam eliminar, ou ao menos minimizar, os grandes impactos causados pelos métodos tradicionais de execução de obras.

Segundo Cardoso (2017), a construção civil é responsável por cerca de 50% da geração de resíduos sólidos no Brasil. Dentre eles destacam-se fôrmas de madeira, quebras de blocos cerâmicos para passagem das instalações, e outros desperdícios comuns na construção em concreto armado com fechamento em alvenaria, tornando-se necessário buscar novas formas de construção que possam reduzir os impactos ambientais, mas que garantam segurança, qualidade e bom desempenho.

Tratando-se de novas tecnologias, pode-se citar o ICF, ou Moldes Isolantes para Concreto, um sistema construtivo industrializado que pode reduzir em até 50% o tempo de execução de uma obra (ISOCRET, 2022). O sistema modular em ICF também pode reduzir o consumo de aço e mão de obra. Já em relação ao meio ambiente, possuem menor produção de resíduo, que ainda podem ser reciclados, e uma redução considerável da emissão de CO<sub>2</sub> (ARXX, 2022).

Em relação aos comparativos disponíveis sobre o ICF há algumas divergências. Jesus e Barreto (2018) concluíram que o ICF é em torno de 13% mais econômico em relação ao primeiro, porém 20% mais elevado que o custo da alvenaria estrutural. Antunes e Junior (2021) concluíram que o ICF possui um custo 34% maior que a construção em concreto armado com fechamento em alvenaria. Por outro lado, Santos (2020) mostrou que o ICF possui praticamente o mesmo custo, sendo aproximadamente 3% mais econômico se comparado com o mesmo sistema de construção em concreto armado com fechamento em alvenaria.

Ademais, também foram apresentados alguns dados de produtividade, onde Oliveira (2021) apresenta para o ICF um índice de 220% em relação ao método tradicional.

Diante disso, esse trabalho tem o intuito de comparar o custo de dois métodos construtivos que possuem baixo impacto ambiental, a alvenaria estrutural e o ICF, para uma residência unifamiliar de dois pavimentos na região de Florianópolis/SC.

## **1.2 Definição do Problema**

Apesar de existirem diversas formas de execução, a construção tradicional de estrutura de concreto armado e fechamento em alvenaria predomina na sociedade. Todavia, as inovações não param, e cada vez mais busca-se por novas formas de construir, que sejam mais rápidas, econômicas, sustentáveis, com menos desperdício e que requeiram menos material e mão de obra. Assim, seria o sistema ICF uma alternativa viável economicamente para execução de obras unifamiliares atualmente realizadas em alvenaria estrutural?

## **1.3 Objetivo Geral**

O presente trabalho teve como objetivo geral realizar um estudo comparativo de custos entre os sistemas construtivos *Insulating Concrete Forms* (ICF) e Alvenaria Estrutural. O qual foi realizado com base nos custos de materiais e mão de obra a partir de um projeto de residência unifamiliar de dois pavimentos na cidade de Florianópolis/SC.

## **1.4 Objetivos Específicos**

- a) modelar o projeto de alvenaria estrutural em blocos de EPS utilizando o *software* Revit®;
- b) levantar dados de quantitativo e custos de materiais e mão de obra para o projeto em ICF;
- c) desenvolver uma sugestão de composição de custo unitário de paredes de ICF;
- d) comparar os custos das paredes executadas em ICF e alvenaria estrutural.

## 1.5 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é composto por cinco capítulos. Inicialmente tem-se a introdução ao assunto a ser abordado, seguido da justificativa para a escolha do tema, bem como a problemática e os objetivos gerais e específicos.

No capítulo dois apresenta-se a revisão bibliográfica sobre a Alvenaria Estrutural, o sistema ICF, os estudos comparativos já realizados com o ICF, e alguns termos de orçamento. Onde serão apresentados os conceitos, um pouco da história, as vantagens e desvantagens, além de estudos e pesquisas acerca do sistema ICF.

Em seguida será detalhada a metodologia utilizada para realizar o estudo comparativo. Enquanto que no quarto capítulo serão apresentados os resultados obtidos e as discussões acerca deles. Ao final, no quinto e último capítulo, será apresentada a conclusão final, sugestões de trabalhos futuros, seguido das referências bibliográficas, apêndices e anexos citados no corpo do trabalho.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Neste capítulo apresentam-se os conceitos, breve histórico, normas vigentes, bem como as vantagens e desvantagens, e os estudos já realizados acerca dos sistemas construtivos estudados. Iniciando-se com a alvenaria estrutural com blocos de concreto, o sistema ICF, os estudos comparativos já realizados em relação ao sistema ICF e, por fim, alguns conceitos sobre custos.

### **2.1 Alvenaria Estrutural**

Inicialmente serão abordados o conceito, histórico, normas e as características positivas e negativas do sistema de Alvenaria Estrutural.

#### **2.1.1 Conceito**

A alvenaria tem a função de vedação, bem como de proteção contra intempéries, além de promover segurança, resistir à impactos e ao fogo, e promover um isolamento térmico e acústico (TAUIL e NESE, 2010).

De acordo com Bigolin (2013),

Alvenaria estrutural é um processo construtivo em que as paredes são elementos utilizados simultaneamente como elementos de vedação e resistentes e dimensionadas através de cálculo racional e não através de métodos empíricos.

Acrescenta-se ainda que, segundo Neto, Peluso, Carvalho (2015), a alvenaria estrutural, apresentada na Figura 01, é um processo construtivo que utiliza as paredes de alvenaria como elementos de resistência às cargas. Dessa forma é possível substituir os pilares e vigas utilizados na construção em concreto armado com fechamento em alvenaria, como as de blocos cerâmicos, de aço ou madeira.

**Figura 01 - Exemplo de construção em alvenaria estrutural**



Fonte: SILVA (2020).

O conceito básico de alvenaria estrutural pode assim ser resumido a um sistema construtivo em que as cargas atuantes na edificação são distribuídas ao longo da parede, de forma que a própria parede tem função de vedação e estrutural. Essa distribuição de cargas acontece em um plano contínuo, e é entregue à fundação de igual forma, a qual transmite ao solo (MARTINO, 2021).

A alvenaria estrutural é composta por diversos componentes e elementos. A norma NBR 16868-1:2020 conceitua elemento como “parte da estrutura suficientemente elaborada, constituída da reunião de dois ou mais componentes”, enquanto que componente é descrito como “menor parte constituinte dos elementos da estrutura” (ABNT, 2020, p. 2-3).

Entende-se então que os componentes constituem o elemento. Sendo exemplos de componentes os próprios blocos de alvenaria estrutural, como o de concreto apresentado na Figura 02, e demais materiais, como argamassa, graute e armadura. Ao passo que elemento é o todo, as paredes, vigas e pilares.

**Figura 02 - Exemplo de bloco estrutural de concreto de 14x19x39 cm**



Fonte: Leroy Merlin (2022).

Ramalho e Corrêa (2008) conceituam de forma detalhada os principais componentes da alvenaria estrutural. Iniciando-se pela unidade, ou seja, o bloco de alvenaria estrutural. Os quais podem ser de concreto, os mais utilizados, seguido de blocos cerâmicos e sílico calcáreos. Além do material, as unidades se diferenciam pelo seu formato, sendo dividida em tijolo, de formato maciço, e blocos, unidades vazadas. Segundo a norma NBR 6136:2016 (ABNT, 2016) a resistência à compressão deve ser acima de 3,0 MPa.

A argamassa é composta por areia, cimento, cal e água, a qual deve apresentar fácil trabalhabilidade, boa resistência, durabilidade e plasticidade. Em relação a esse componente, Ramalho e Corrêa (2008) definem sua função principal como vedação, impedindo a entrada de água e vento por exemplo, e união das unidades. A argamassa também é o componente responsável por equalizar as tensões e absorver algumas deformações em pequena escala.

O graute nada mais é do que concreto, porém, apresenta agregados miúdos com dimensões menores, e maior fluidez. A sua função é preencher vazios. Ressalta-se que esse componente deve cobrir por completo as armaduras, e garantir a sua ligação com o bloco (RAMALHO e CORRÊA, 2008). Roman, Mutti, Araújo (2015) complementa ainda que o abatimento deve ser entre 20 e 28 cm, e a relação água/cimento entre 0,8 e 1,1, a depender da granulometria do agregado miúdo, a areia. Por fim, o componente armadura, que são as barras de aço, as quais devem ser envoltas pelo graute para garantir o bom desempenho do elemento.

## 2.1.2 Etapas Construtivas

A seguir serão descritos, de forma breve, os procedimentos necessários para a execução de uma obra em alvenaria estrutural. Considerando desde o seu projeto, a modulação, a elevação da alvenaria, até os materiais de argamassa, graute e a armadura.

### 2.1.2.1 *Modulação*

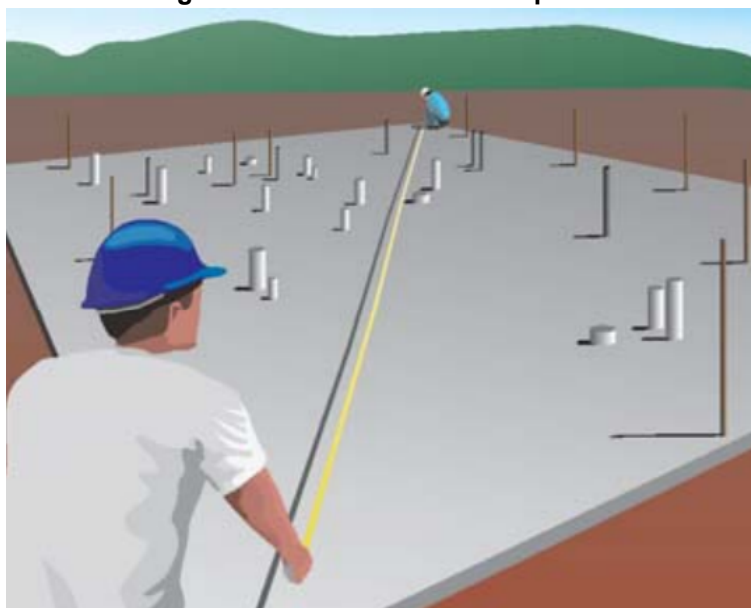
Segundo Roman, Mutti, Araújo (2015), a base para uma correta execução e dimensionamento de uma obra em alvenaria estrutural é a modulação. É nesse momento que o projetista deve já começar a trabalhar com medidas modulares de acordo com as dimensões dos componentes a serem utilizados. Essa modulação deve ser pensada tanto na horizontal, vãos livres dos ambientes, quanto na vertical, altura do pé direito.

As medidas das paredes, vãos e esquadrias, bem como a altura dos pavimentos, devem ser múltiplas do componente base utilizado, porém nem sempre é possível. Nesse caso pode-se utilizar blocos de ajustes ou até mesmo misturar famílias de blocos. Quanto às dimensões dos componentes, tem-se como ideal que a medida do módulo seja igual a espessura da parede, de forma a evitar ajustes e amarrações nos cantos (ROMAN, MUTTI, ARAÚJO, 2015).

Uma correta modulação pode resultar em um acréscimo de produtividade de aproximadamente 10% no canteiro de obras, pois evita cortes e demais ajustes na hora da execução, o que além de poupar tempo, economiza material e mão de obra. Para que uma modulação seja de fato efetiva deve contemplar, além do projeto arquitetônico e estrutural, os projetos de instalações hidráulicas e elétricas. Os quais devem estar devidamente compatibilizados, e a execução deve seguir fielmente o projeto, garantindo um adequado controle de qualidade (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 2015).

### 2.1.2.2 *Elevação das paredes*

Após o desenvolvimento do projeto, e a sua leitura em obra, inicia-se a marcação da alvenaria e conferência do esquadro da edificação. Essa conferência é realizada medindo a diferença entre as diagonais de um retângulo, conforme Figura 03, a qual não deve ser maior que 5 mm a cada 10 m (ABCP, 2016).

**Figura 03 - Conferência de esquadro**

Fonte: ABCP PR 4 (2016).

A próxima etapa é o assentamento da primeira fiada, a qual possui algumas diferenças das demais. A começar pela superfície que deve ser molhada antes da aplicação da argamassa. Em seguida, aplica-se esse material com o auxílio de uma colher de pedreiro na largura aproximada do bloco, normalmente 14 cm. Nesse momento deve-se atentar para as amarrações dos blocos de acordo com o projeto (ABCP, 2016).

Na primeira fiada deve-se verificar o posicionamento dos blocos com aberturas para limpeza dos pontos que serão grauteados, bem como os vãos das portas e outras aberturas. Para permitir o prosseguimento das demais fiadas, deve-se conferir as dimensões internas dos ambientes, bem como os esquadros, e posicionamento das instalações elétricas e hidráulicas (ABCP, 2016).

A partir da segunda fiada a execução é mais simples e rápida, principalmente quando utilizados blocos da mesma família. Porém, deve-se observar o posicionamento dos blocos nas paredes que possuem tomadas e interruptores, quadros elétricos, ar condicionados, vergas e contra-vergas, esquadrias e demais instalações que requeiram maiores cuidados (ABCP, 2016).

### 2.1.2.3 Argamassa

A argamassa é uma mistura homogênea, normalmente constituída de cimento, areia e cal, que tem função de unir as unidades de alvenaria em uma

estrutura única. Para união desses materiais é utilizado água, em quantidade suficiente para permitir um bom assentamento sem causar a segregação dos demais constituintes. As características mais importantes de uma argamassa são a trabalhabilidade, durabilidade, liga, tempo de endurecimento, retentividade de água, e resistência à compressão (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 2015).

Quanto à aplicação da argamassa nos blocos, existem duas maneiras, nas paredes longitudinais, transversais e septos, representado na Figura 04a, ou somente nas longitudinais conforme Figura 04b. A Associação Brasileira de Cimento Portland (2016) informa que, utilizando-se argamassa apenas nas paredes longitudinais, há uma queda na resistência à compressão de aproximadamente 20%, em relação à outra forma de aplicação. Portanto, é importante informar em projeto qual método deve ser utilizado para o assentamento dos blocos de concreto. Ainda, no decorrer da elevação das paredes, é necessário a conferência de prumo e nível, de forma constante.

**Figura 04a - Aplicação de argamassa nos blocos de concreto para alvenaria estrutural**



Fonte: ABCP PR 4 (2016).

**Figura 04b - Aplicação de argamassa nos blocos de concreto para alvenaria estrutural**



Fonte: ABCP PR 4 (2016).

Ademais, a ABCP (2016) comenta que os blocos de canaleta, ou tipo “U”, utilizados para vergas e contra-vergas, deve ser feito da mesma forma que os demais. E o grauteamento deve ser realizado conforme descrito no projeto estrutural.

#### **2.1.2.4 Grauteamento**

O graute é composto basicamente dos mesmos materiais que o concreto. O que difere é o tamanho do agregado graúdo, o qual é mais fino no graute, sendo que 100% deve passar pela peneira 12,5 mm, e também a relação água/cimento, que deve estar entre 0,8 e 1,1, a depender do módulo de finura da areia. Ele é utilizado para preencher os vazios dos blocos, com a finalidade de aumentar a resistência à compressão da alvenaria, sem precisar aumentar a resistência dos blocos (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 2015).

Para o início do serviço de grauteamento é necessário a limpeza dos furos dos blocos, a fim de retirar qualquer material indesejado, como excessos de argamassa. Para isso é necessário realizar algumas aberturas, geralmente a cada seis fiadas, posteriormente fechadas com madeira. Após a limpeza, com o auxílio de um funil, os blocos são preenchidos com graute (ABCP, 2016).

#### **2.1.2.5 Armadura**

Segundo Ramalho e Corrêa (2008) a armadura utilizada na alvenaria estrutural é igual à utilizada em construção em concreto armado com fechamento

em alvenaria. O que difere ambas é que, na alvenaria estrutural, as barras de aço sempre são envolvidas com graute, a fim de garantir o trabalho conjunto de todos os componentes. Já nas juntas de assentamento deve-se colocar armadura com no mínimo 3,8 mm de diâmetro e no máximo a metade da espessura da junta.

### 2.1.3 Histórico

A alvenaria estrutural teve origem nas civilizações antigas, na pré-história. Naquela época as edificações eram feitas de pedras ou tijolos secos ao sol, e muitas resistem até os dias atuais. Pelo pouco, ou nenhum, conhecimento das características dos materiais e métodos construtivos nesse período, as obras tinham paredes mais robustas (CAVALHEIRO, 2009).

Os autores Ramalho e Corrêa (2008) relatam que, apesar de não existir uma informação exata, acredita-se que as primeiras obras de alvenaria estrutural armada no Brasil foram em 1966, em São Paulo. Inicialmente eram edifícios de poucos andares, e somente a partir de 1972 foram se desenvolvendo obras maiores, com mais de dez pavimentos. Já em 1977 tem-se relatos dos primeiros edifícios de alvenaria estrutural não-armada, construídos em blocos de sílico-calcário com 24 centímetros de espessura.

Roman, Mutti, Araújo (2015) menciona que por conta dos mais diversos estudos e pesquisas acerca desse material e, conseqüentemente, a melhoria de sua qualidade e desempenho, a alvenaria estrutural está em constante avanço desde meados dos anos 80. Sendo o método construtivo mais utilizado em diversos países da Europa.

### 2.1.4 Vantagens e Desvantagens

As vantagens das construções em alvenaria estrutural se comparado às construções em concreto armado com fechamento em alvenaria, são muitas. Em diversas literaturas é possível encontrar uma série de benefícios, de econômicos à estéticos, de facilidade em obra à benefícios estruturais. Em contrapartida, também são encontradas algumas desvantagens que, a depender da finalidade e arquitetura da obra, torna esse modelo construtivo inviável.

O fato de as construções em alvenaria estrutural não dependerem de fôrmas para as paredes, salvo exceções, faz com que o custo seja reduzido logo no

início da obra. De acordo com Cavalheiro (2009) o custo das fôrmas de madeiras em uma obra de concreto armado com fechamento em alvenaria é de 50% do custo do concreto, aproximadamente 12% do custo total da obra.

Seguindo a ordem cronológica de construção, a redução de valores também está associada ao menor desperdício de material, visto que não são necessários muitos rasgos ou quebras para instalações hidráulicas e elétricas, conforme Figura 05. E também devido à redução da mão de obra especializada, como de armadores e carpinteiros, por não serem necessários tais serviços em uma obra de alvenaria estrutural (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

**Figura 05 - Exemplo de instalações elétricas em obras de alvenaria estrutural**



Fonte: PEREIRA (2019).

Ainda sobre custos, a redução também está no revestimento. Por ter um controle rigoroso de qualidade tanto na fabricação da unidade quanto dentro da obra na execução da alvenaria, o acabamento pode ser feito apenas com gesso e, em caso de revestimento cerâmico Bigolin (2013) afirma que podem ser assentados diretamente sobre o bloco.

Se tratando da economia de tempo, a alvenaria estrutural também está em vantagem quando comparada à construção em concreto armado com fechamento em alvenaria. Inicialmente pelo projeto que é de fácil detalhamento e, conseqüentemente, de fácil supervisão no canteiro de obras. No artigo escrito por Cavalheiro (2009) também é possível encontrar a informação de que a redução de tempo pode chegar a 50%, considerando a execução das paredes e instalações necessárias. Isso porque não é necessário esperar o tempo de cura do concreto de vigas e pilares.

Assim como todo método construtivo, e não somente no âmbito da construção civil, não existem apenas vantagens. Alguns pontos devem ser considerados no momento da escolha do método construtivo, de acordo com as exigências do pré-projeto, que podem ou não viabilizar o uso de alvenaria estrutural.

Pelo ponto de vista do cliente, as desvantagens do uso de alvenaria estrutural iniciam-se pela impossibilidade de remoção de paredes, a menos que a mesma esteja identificada em projeto com função apenas de vedação e que não irão causar danos à estrutura. Além da restrição quanto às arquiteturas mais elaboradas, com muitos recortes e detalhes que, quando possível de executar, podem encarecer o empreendimento (ROMAN; MUTTI; ARAÚJO, 2015).

Nesse sentido, Bigolin (2013) comenta sobre a necessidade de, ainda em projeto, planejar adequadamente a estrutura para um determinado fim, comercial ou residencial. Sendo esse primeiro mais complexo, visto que em muitos casos são necessárias mudanças no *layout* de salas comerciais de acordo com o seu uso. Mudanças as quais não são possíveis de adaptar em obras de alvenaria estrutural, a menos que sejam previstas e calculadas pelo projetista.

Ademais, a quantidade de pavimentos também influencia. Quanto mais alto for a edificação, maior serão os esforços de tração causados pela ação do vento. Dessa forma será necessário adicionar mais barras de aço e graute, que ao final irão encarecer a obra, reduzindo sua vantagem econômica (RAMALHO e CORRÊA, 2008).

Por fim, apesar de não ser necessariamente uma desvantagem, mas sim uma ressalva, Ramalho e Corrêa (2008) salientam a necessidade de um cuidado maior na compatibilização de projetos. Dado que não é permitido perfurar ou quebrar as paredes de blocos estruturais, salvo exceções, as instalações elétricas e hidráulicas devem ser muito bem pensadas e posicionadas. Bem como devem ser rigorosamente conferidas no momento de sua instalação.

## 2.2 Moldes isolantes para concreto - *Insulating Concrete Forms* - ICF

A seguir serão apresentados o conceito, processo de construção, breve histórico, vantagens e desvantagens, bem como as normas vigentes do sistema ICF.

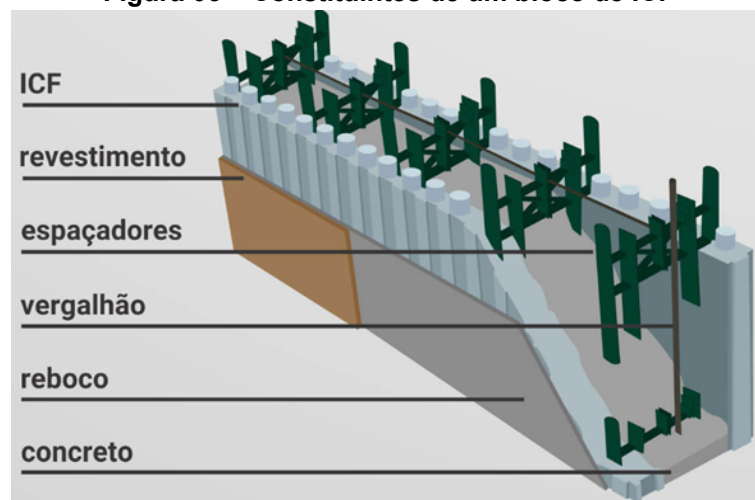
### 2.2.1 Conceito

Fôrmas de EPS, ou apenas ICF, são, de acordo com a Diretriz SINAT nº 011 (PBQP-H, 2014) “placas de poliestireno expandido que servem de fôrma para moldar o concreto armado conforme projeto, ficando incorporadas à parede, sobre as quais é aplicado revestimento ou acabamento”.

Orçati (2016) ainda descreve, em uma publicação para a Revista *Téchne*, que o *Insulating Concrete Forms* é “um sistema construtivo de paredes autoportantes de concreto armado”. E, para a sua execução, utilizam-se fôrmas de poliestireno expandido, o EPS, de alta densidade. Vale ressaltar que essas fôrmas, diferentemente das conhecidas em construções convencionais, permanecem na edificação por toda sua vida útil.

De acordo com a empresa Fase (2019) a montagem das estruturas em EPS funciona de forma prática. Primeiramente as placas são posicionadas paralelamente, de forma que possam ser unidas com espaçadores plásticos e, quando necessário, são alocadas as barras de aço, conforme Figura 06. Em seguida as paredes são completamente preenchidas de concreto, de forma manual ou bombeado.

Figura 06 – Constituintes de um bloco de ICF



Fonte: FASE (2019).

A fabricação do EPS, matéria prima base para esse sistema construtivo, segue à risca as normas da ISO 9001:2015 e ISO 9002:2016. As mesmas também recebem tratamento com retardante de classe F, o qual é antichama. Assim, garante-se um material sem impurezas, e com garantia de cerca de 50 anos (FASE, 2019).

## 2.2.2 Etapas Construtivas

Assim como todo método construtivo já conhecido, o sistema ICF possui alguns passos necessários para a sua correta execução. Os itens a seguir resumem as etapas construtivas desse sistema.

### 2.2.2.1 *Fundação*

Segundo Orçati (2016) o sistema construtivo ICF aceita qualquer tipo de fundação. Mesmo assim, por conta da facilidade de locação da obra, recomenda-se utilizar fundação radier ou sapata corrida, representadas nas Figuras 07 e 08, respectivamente.

**Figura 07 – Exemplo de fundação do tipo Radier**



Fonte: APL Engenharia (2019).

**Figura 08 – Exemplo de fundação do tipo sapata corrida**



Fonte: Chalé de Madeira (2020).

Vale ressaltar que, independente do tipo de fundação a ser utilizada, deve-se posicionar esperas de aço CA-50 de 60 centímetros de comprimento à mostra. Essas barras possuem a finalidade de direcionar a primeira fiada das fôrmas de EPS, que servem de base para as demais peças, formando assim as paredes de estrutura/vedação da construção (ISOCRET, 2016).

#### 2.2.2.2 Paredes

Em relação à etapa da elevação das paredes, as fiadas devem iniciar pelos cantos externos. Os blocos de EPS possuem superfícies idênticas e impermeáveis, dessa forma, não há diferença entre os lados externo e interno, ou superior e inferior. Orçati (2016) também comenta que, na primeira fiada, a qual fica em contato direto com a fundação, é utilizada uma camada adesiva de espuma. Em alguns casos pode-se assentar essa fiada diretamente no concreto ainda úmido da fundação, conforme Figura 09.

**Figura 09 – Assentamento da primeira fiada de blocos ICF**



Fonte: ISOCRET (2022).

No interior dos blocos de ICF tem-se 6,0 centímetros de espaçamento entre uma chapa e outra, o qual é preenchido de concreto com resistência mínima de 15 MPa, armado com aço CA-50 e bitola de acordo com o especificado em projeto estrutural. As barras devem ser posicionadas a cada 30 cm no sentido vertical e 40 cm no sentido horizontal (ISOCRET, 2022).

#### **2.2.2.3 Esquadrias**

Quanto às esquadrias, Orçati (2016) explica que são utilizados modelos pré-moldados, ou ainda cavaletes. Esse último pode ser de mesmo material, EPS, ou de madeira, com medidas exatas do vão onde, futuramente, serão instaladas as esquadrias permanentes. Sousa (2021) ainda explica que a fixação das esquadrias é feita com espuma expansiva de poliuretano.

#### **2.2.2.4 Lajes e Coberturas**

O sistema construtivo ICF permite diversos tipos de lajes e coberturas. Segundo Santos (2020), podem ser feitos em painel, lajes treliçadas com lajota cerâmica (pré-moldadas), ou ainda em blocos de EPS. No caso das pré-moldadas, é necessário deixar arranques ao final da concretagem das paredes, os quais terão função de armadura negativa para a laje. Orçati (2016) explica que, em seguida, é feito o cobrimento da armadura com concreto, normalmente com 4 cm de espessura. Esse cobrimento conta ainda com uma tela de aço soldada.

Ainda segundo Santos (2020), no caso das coberturas, podem ser utilizadas estruturas metálicas ou de madeira. Quando de madeira deve ser calculada e executada conforme o projeto, que deve garantir boa resistência à compressão. A cobertura pode ser feita ainda com telhas cerâmicas, fibrocimento ou outros materiais já conhecidos.

#### 2.2.2.5 Instalações hidráulicas e elétricas

As instalações elétricas e hidráulicas de até 65 mm de diâmetro podem ser colocadas embutidas na superfície das fôrmas de ICF, visto que esse material pode ser facilmente recortado. Enquanto que aquelas tubulações maiores devem ser instaladas externamente às paredes, formando *shaft's* que devem ser previstos em projeto (ORÇATI, 2016).

#### 2.2.2.6 Revestimento

Acerca do preparo para o revestimento, é necessário inicialmente chapiscar a superfície, conforme Figura 10. Esse procedimento é realizado com uma argamassa composta por cimento e resina polimérica, sendo necessários 20 kg de cimento para 1,6 litros de resina (JESUS e BARRETOS, 2018).

**Figura 10 – Procedimento de chapisco rolado em alvenaria de ICF**



Fonte: ISOCRET (2022).

As paredes internas da edificação podem ser revestidas de gesso, aplicados diretamente sobre o chapisco. Já as paredes externas podem ser revestidas apenas com emboço, sobre o chapisco, para serem pintadas. A

argamassa para revestimento interno e externo deve ser composta de cimento, areia e resina polimérica, no traço 1:3:0,5 (em volume). Nas paredes externas e áreas molhadas podem ainda ser aplicadas cerâmicas, com o auxílio de argamassa colante do tipo piso sobre piso com adição de resina polimérica, porém não foram citados dados referentes ao traço (ISOCRET, 2016).

### 2.2.3 Histórico

Segundo Pierson (2011), o pioneiro na utilização do EPS na construção civil foi Werner Gregori, natural da Alemanha. E apenas em 1966 tem-se o registro da primeira patente onde Werner denominou o bloco de EPS de “Froth Form”. Inicialmente o bloco de espuma media 16 polegadas de altura e 48 de comprimento, aproximadamente 40,60 cm e 121,90 cm, respectivamente. Mas somente a partir de 1969 que se tem registro das primeiras obras realizadas com EPS.

Em uma entrevista, realizada em 2010 por Sandro Norte na própria casa de Werner Gregori, o mesmo conta que, em suas próprias palavras

“O maior desafio que enfrentamos foi apenas fazer com que o produto fosse aceito como uma alternativa legítima. Foi principalmente a resistência dos empreiteiros. Eles simplesmente não queriam mudar a maneira como estavam acostumados a construir. O que finalmente os conquistou foi a facilidade de instalação. Também tivemos problemas para fazer com que o produto fosse aceito.... pelas seguradoras e devido aos códigos e leis de incêndio existentes.” (NORTE, 2021)

As décadas de 80 e 90 foram as que tiveram maiores avanços na produção e divulgação do EPS. Diversas indústrias começaram a produzir e melhorar tal material, que foram sendo comercializados de diversas formas e tamanhos. E em 1990 surge a *Insulating Concrete Forms Association* (ICFA), uma associação que visava tornar o EPS o preferido da América (PIERSON, 2011).

Nos últimos anos, a indústria da construção civil vem buscando soluções e inovações para substituir o uso da construção em concreto armado com fechamento em alvenaria, que possam minimizar a perda e desperdício de material, mais limpas, com maior controle de qualidade, e que garantam bom desempenho da edificação. Assim, o sistema ICF surge como uma alternativa que, apesar de pouco explorada, tem grande potencial pois possui alta resistência estrutural e durabilidade, proteção acústica, resistência à água e estanqueidade do ar, dentre outras (AGAEWAL e GUPTA, 2011, apud JESUS e BARRETO, 2018).

#### 2.2.4 Normas

Por se tratar de um sistema construtivo relativamente novo no Brasil, ainda não há normas brasileiras específicas para o *Insulating Concrete Forms* (ICF). Porém, de acordo com a Diretriz SINAT nº 011 (PBQP-H, 2014), os critérios e requisitos a serem seguidos devem ser os mesmos especificados nas partes 1 à 5 da ABNT NBR 15575:2021, sendo elas:

- a) ABNT NBR 15575-1 (2021): Edificações habitacionais - Desempenho.  
Parte 1: Requisitos gerais;
- b) ABNT NBR 15575-2 (2013): Edificações habitacionais - Desempenho.  
Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais;
- c) ABNT NBR 15575-3 (2021): Edificações habitacionais - Desempenho.  
Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos;
- d) ABNT NBR 15575-4 (2021): Edificações habitacionais - Desempenho.  
Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE;
- e) ABNT NBR 15575-5 (2021): Edificações habitacionais - Desempenho.  
Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

#### 2.2.5 Vantagens e Desvantagens

O sistema ICF possui diversas vantagens, a começar pelos fatores financeiros. A utilização desse sistema promove uma maior produtividade, racionalização de materiais e eliminação de desperdícios (SANTOS, 2020). As obras de ICF não necessitam de vigas e pilares, o que também reduz o uso de fôrmas e seu posterior descarte, e conseqüentemente os custos de mão-de-obra especializada (IFORMS, 2022)

Quanto à sustentabilidade, a Fase (2019) informa que a produção dos blocos de EPS não utilizam nenhum tipo de material tóxico. Não bastante, o EPS é um material reciclável e, por receber tratamento anti-combustão, ao ser queimado não libera gases prejudiciais ao meio ambiente, apenas CO<sub>2</sub> e vapor de água. E, ainda por consequência desse tratamento, os blocos não propagam chamas.

A empresa IsoCret (2022) aponta dados relevantes sobre o desempenho térmico e acústico do sistema ICF. O uso de blocos de isopor reduz em até 20°C a temperatura interna em relação à externa, ou seja, aproximadamente 2,4°C/w/m<sup>2</sup>.

Não bastando, esse material possui um índice de redução de ruídos de 35 dB, sendo também um excelente isolante acústico.

Em contrapartida, assim como todos os outros métodos construtivos, o ICF também possui algumas desvantagens. A começar com a dificuldade de remodelação. Blair (2022) comenta sobre a necessidade de pensar antecipadamente nas alterações de espaços, visto que, qualquer deslocamento de janelas, portas, ou da própria divisória, exigirá o recorte de uma parede sólida de concreto. Ademais, Jesus e Barretos (2018) citam o conservadorismo da construção civil, que dificulta a implementação de novas tecnologias.

### **2.3 Trabalhos comparativos desenvolvidos sobre o sistema ICF**

Existem alguns estudos realizados comparando ICF com demais métodos construtivos em todo o país. Esses trabalhos possuem resultados que divergem entre eles, possivelmente causada pela metodologia adotada ou pela localização em que foram realizados os orçamentos. De toda forma, possuem grande relevância para o presente trabalho, visto que trazem informações de outras regiões do Brasil, além de mais visibilidade para esse sistema consideravelmente novo no país.

No Mato Grosso, Jesus e Barreto (2018) compararam os custos, dentre outras características, de uma residência unifamiliar de um pavimento, entre o sistema de concreto armado com fechamento em alvenaria, alvenaria estrutural, e moldes isolantes para concreto (ICF). Os mesmos concluíram que o ICF teve um custo 20,1% maior que a alvenaria estrutural, e 12,84% menor em relação à construção em concreto armado com fechamento em alvenaria. Contudo, o sistema ICF demonstrou significativa redução dos processos de execução, bem como melhor desempenho térmico e acústico.

Enquanto Antunes e Junior (2021), no município de Palhoça/SC, realizaram um estudo comparativo entre sistemas construtivos em concreto armado com fechamento em alvenaria e *Insulating Concrete Forms* (ICF). Os dados obtidos por eles divergem do anterior, concluindo que a obra em concreto armado com fechamento em alvenaria possui custo 34% mais baixo, porém ressaltam que não foram contabilizadas as instalações elétricas e hidráulicas, bem como a limpeza pós obra. Além disso, neste trabalho não foi considerado o tempo de execução da obra pelos dois métodos.

Santos (2020) realizou o trabalho de análise de viabilidade técnica, econômica e sustentável do ICF na construção civil, na cidade de Juiz de Fora/MG. Ao final do estudo constatou-se que o sistema ICF, quando comparado à construção em concreto armado com fechamento em alvenaria, possui 83% menos transmitância térmica, e 55% melhor desempenho acústico. Já em relação aos custos, o ICF mostrou-se aproximadamente 3% mais econômico.

Outro estudo, na cidade de Tubarão/SC, realizou uma análise comparativa entre o uso de ICF e blocos cerâmicos baseando-se em suas propriedades térmicas e acústicas. Nele, Oliveira (2021) conclui que o coeficiente de produtividade do sistema ICF pode ser até 220% maior em relação ao método tradicional utilizado. Ademais, o autor conclui que o estado de Santa Catarina, por possuir estações climáticas bem definidas, possui grande potencial para uso do ICF.

Mediante o exposto, nota-se que apesar de existirem artigos e trabalhos acadêmicos, esse é um tema que carece de pesquisas, tanto no âmbito financeiro quanto executivo e com relação às propriedades e características desse método. Visto que esses estudos auxiliam a difundir e, conseqüentemente, incentivar a adoção de novas tecnologias na construção civil.

## **2.4 Orçamento na construção civil**

Quando se trata de orçamento de obras, alguns termos são comumente utilizados, como custos diretos, custos indiretos e composição de custos unitários. Sendo de suma importância o conhecimento das definições de cada um deles.

De acordo com Silva et al. (2015) os custos diretos são aqueles que, como o próprio nome diz, estão diretamente ligados ao produto final. São os gastos específicos, ou seja, os materiais e mão de obra envolvidos na fabricação de determinado produto.

Os custos diretos podem ser definidos como

“todos os custos diretamente envolvidos na produção da obra, que são os insumos constituídos por materiais, mão-de-obra e equipamentos auxiliares, mais toda a infra-estrutura de apoio necessária para a sua execução no ambiente da obra” (TISAKA, 2006).

Enquanto que os custos indiretos são aqueles que não estão diretamente ligados ao produto ou serviço. São os gastos necessários para o processo de

produção, ou seja, os custos que as empresas possuem para executar um determinado serviço, aqueles custos que não podem ser calculados individualmente para cada produto (SILVA et al., 2015). Tisaka (2006) ainda define custos indiretos como aqueles específicos da administração, como gerentes, engenheiros, gastos com alimentação, impostos, taxas, seguros, entre outros.

Por fim, os custos unitários, que são aqueles que correspondem a uma unidade de serviço. De acordo com Tisaka (2006), a composição de custo unitário é a soma dos custos de material, mão de obra e equipamentos necessários para se fazer cada unidade de um produto ou serviço, acompanhado da medida correspondente e de seu índice de consumo.

### **3 METODOLOGIA**

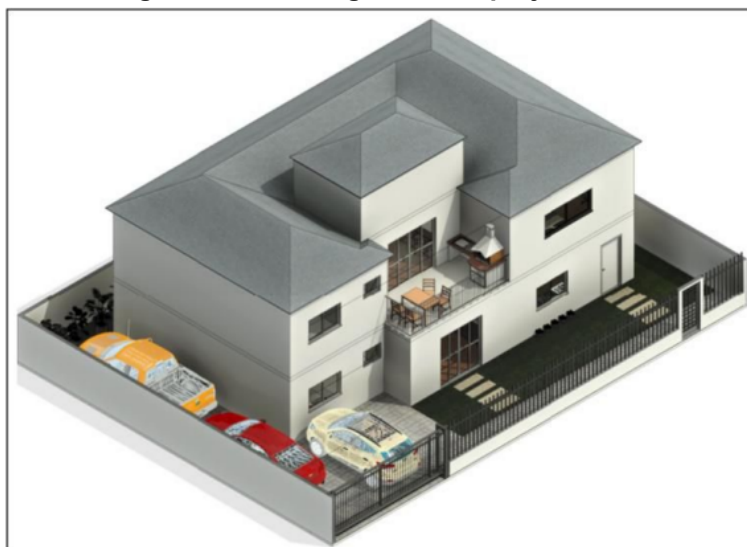
Neste capítulo apresenta-se a metodologia utilizada para o desenvolvimento do presente trabalho, desde a forma de obtenção de dados, até o seu tratamento e análise final.

#### **3.1 Modelagem do projeto de estudo em ICF**

O projeto utilizado para este trabalho foi desenvolvido pelo Engenheiro Otávio Campos Ribeiro Martins em seu Trabalho de Conclusão de Curso, o qual foi apresentado em abril de 2022 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, em Florianópolis/SC. Tendo como objetivo geral comparar os custos de dois sistemas, alvenaria tradicional em estrutura de concreto armado com alvenaria estrutural (MARTINS, 2022).

O objeto de estudo trata-se de uma residência unifamiliar com dois pavimentos e área total construída de 297,38 m<sup>2</sup>. O pavimento térreo conta com cozinha, área de serviço, lavabo, sala de estar e jantar, e duas suítes, além de espaço externo coberto na entrada, e escada. Já no pavimento superior encontram-se três suítes, sendo uma master, depósito, sala de estar e jantar, e varanda.

A residência foi projetada por Martins (2022) em alvenaria estrutural utilizando-se o software Revit®, em blocos estruturais da família 39, ou seja, a maioria dos blocos possuem dimensões 14x19x39 cm. Os ambientes foram dimensionados de maneira a permitir e facilitar a modelagem em alvenaria estrutural, o que, conseqüentemente, facilita a modelagem em ICF visto que ambos os sistemas são modulados em blocos. A modelagem em 3D deste projeto apresenta-se na Figura 11, e as plantas baixas, cortes, fachadas e demais pranchas encontram-se no Anexo A.

**Figura 11 - Modelagem 3D do projeto base**

Fonte: MARTINS (2022).

Ao buscar dados sobre projetos modelados em ICF nas empresas especializadas nesse sistema, verificou-se que apenas uma empresa realiza esse tipo de projeto no Brasil, enquanto as demais utilizam o projeto tradicional de alvenaria, para execução e orçamentação. Assim, surgiu a necessidade de desenvolver um projeto 3D em blocos ICF, utilizando-se o software Revit®

Em relação aos moldes de EPS, há diferenças entre as dimensões comercializadas nas quatro empresas pesquisadas para este trabalho, conforme mostra a Tabela 01.

**Tabela 01 - Dimensões dos blocos ICF de acordo com as empresas fabricantes**

Empresas	Comprimento (cm)	Altura (cm)	Largura (cm)
Empresa 01	119	30	14
Empresa 02	120	60	23
	60	40	14
Empresa 03	119	30	14
	119	30	18
	119	30	12
Empresa 04	125	40	12
	125	40	18

Fonte: Elaboração própria (2022).

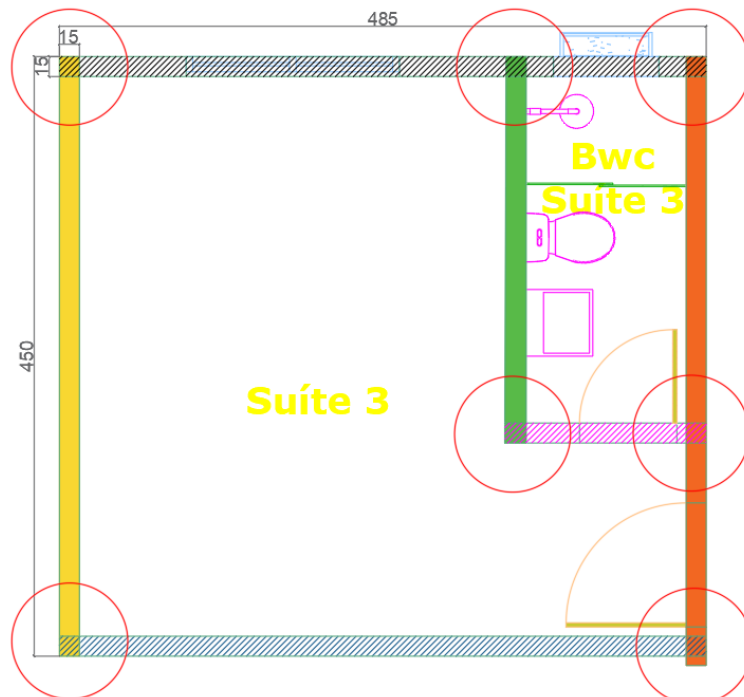
A fim de padronizar o projeto, utilizou-se blocos de ICF de 18 cm de espessura para todo o primeiro pavimento e paredes externas do segundo pavimento, e de 12 cm de espessura para paredes internas no segundo pavimento. As demais dimensões do bloco são de 125 cm para comprimento, e 40 cm de altura, conforme comercializado pela Empresa 04, apresentada no Tabela 01.

### 3.2 Levantamento dos quantitativos e custos do sistema em ICF

Ao contatar algumas empresas verificou-se que os quantitativos de fôrmas são realizados com projetos em concreto armado com fechamento em alvenaria, não necessariamente a partir de projetos modelados com blocos de EPS. Método esse que pode acarretar em uma divergência no quantitativo, visto que, utilizando-se projetos de outros sistemas, os encontros das paredes são somados em duplicidade.

Para melhor entendimento, a Figura 12 representa uma das suítes do projeto de estudo. As paredes foram destacadas com hachuras sólidas e linhas diagonais a fim de mostrar as interferências, que estão circuladas.

**Figura 12 - Interferências entre paredes para o quantitativo de blocos de ICF**



Fonte: Adaptado de MARTINS (2022).

As áreas das paredes são contabilizadas inteiras em todos os sentidos do projeto, horizontal e vertical, independente de já terem sido somados seus cantos e encontros. Exemplificando, a parede desenhada na vertical na extremidade esquerda possui 4,50 m, enquanto a hachurada horizontal superior, 4,85 m, porém, o espaço de interferência de 15 cm é contabilizado em ambas as paredes. E, para encontrar a quantidade de blocos, as áreas totais das paredes são divididas pela área do bloco utilizado.

Tal método de obtenção de quantitativo pode acarretar em uma superestimativa, e agregar custo desnecessário à obra. Assim, fez-se necessário comparar os quantitativos obtidos desta forma, com os obtidos diretamente do projeto modelado exclusivamente para o sistema ICF, a fim de verificar o percentual de erro, e se o mesmo é de fato relevante para o custo final da construção.

Quanto aos métodos de cálculo, uma das empresas possui, em sua página na *internet*, uma calculadora virtual de materiais necessários de acordo com a espessura da parede e suas dimensões. O modelo dessa calculadora pode ser visualizado na Figura 13. Essa ferramenta também foi utilizada a fim de comparar a veracidade e fidelidade das informações de quantidades de materiais necessários para a obra quando não há um projeto pensado e modelado em ICF.

**Figura 13 - Calculadora virtual de quantidade de materiais para obras de ICF**

Fonte: ICF (2021).

Nos *sites* das demais construtoras não foi encontrada a mesma ferramenta. Assim, o quantitativo de formas de ICF foi realizado de três formas

diferentes: dados fornecidos pelas empresas; com base no projeto desenvolvido em ICF e através da calculadora virtual disponibilizada no *site* de uma das empresas.

Para obter o quantitativo de empresa, o projeto arquitetônico foi encaminhado via *e-mail*, e foram solicitadas as quantidades dos materiais necessários, como os próprios blocos de EPS, concreto, aço, entre outros. Esse mesmo projeto foi utilizado para a calculadora virtual, ou seja, os dados solicitados foram preenchidos de acordo com o projeto base, medidos a partir do *software* AutoCAD®. Ademais, as quantidades de blocos de EPS também foram calculadas por meio do projeto modelado em ICF pela autora.

Os quantitativos de blocos de EPS, informados pelas construtoras e pela calculadora virtual, foram comparados com os dados obtidos diretamente do projeto em ICF. Através deste comparativo foi possível mensurar o percentual de erro, e sua relevância.

Com relação ao custo do projeto em ICF, os demais materiais necessários, além dos blocos, tiveram seus custos obtidos a partir da tabela disponibilizada pelo Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) não desonerado do mês de setembro de 2022.

Os resultados obtidos foram organizados em tabelas para melhor visualização e posterior comparação. O modelo utilizado para a apresentação dos dados está representado na Tabela 02, onde define-se o item, uma breve descrição, unidade, quantidade e dados de custos.

**Tabela 02 - Modelo de tabela de quantitativos e custos**

ORÇAMENTO ANALÍTICO								
Item	Cód.	Discriminação	Unid.	Qntd.	Preço unit.	Preço mão de obra	Preço Material	Preço Total
<b>1</b>								
<b>1.1</b>								
1.1.1								
1.1.2								
1.1.3								

Fonte: Elaboração própria (2022).

Ademais, salienta-se que, para fins de cálculo, não foram contabilizados os serviços de limpeza e nivelamento do terreno. Bem como não foram consideradas as fundações, instalações elétricas, hidráulicas, esquadrias, acabamentos, e cobertura. Esses itens possuem diversas especificações, materiais

e, conseqüentemente, diferentes faixas de preço e, considerando que ambos os sistemas construtivos permitem a maioria dos modelos disponíveis no mercado, optou-se por não integrá-los ao orçamento.

### **3.3 Composição de custo unitário de ICF**

Para obtenção de uma composição de custo unitário para o sistema ICF, os custos utilizados para as fôrmas foram os fornecidos pela Empresa 04, a mesma que forneceu os quantitativos, enquanto que, para os demais insumos, foram utilizados os dados da tabela SINAPI, não desonerado, do mês de setembro de 2022.

Os insumos utilizados contemplam material, mão de obra e equipamento, quando necessário, e utilizou-se a mesma base de dados para padronizar as informações, tanto de ICF quanto de alvenaria estrutural, citadas durante esse trabalho.

### **3.4 Comparação orçamentária entre Alvenaria Estrutural e ICF**

A metodologia utilizada para o levantamento e elaboração da planilha de quantitativos e custos pelo sistema ICF foi apresentada anteriormente. O quantitativo utilizado foi fornecido pela Empresa 04, com os valores dos blocos de ICF cotados pela mesma, e os demais materiais a partir da tabela não desonerada do SINAPI 09/2022.

O orçamento da obra em alvenaria estrutural foi desenvolvido por Martins (2022) para o seu Trabalho de Conclusão de Curso apresentado em abril de 2022. O projeto foi desenvolvido considerando bloco de concreto de 4,5 Mpa de resistência, com 10mm de cobrimento. Os dados quantitativos foram utilizados de maneira fiel ao que foi elaborado pelo mesmo, enquanto que os dados de custos foram apenas atualizados com base nos valores da tabela SINAPI 09/2022, em razão dos valores dos insumos mudarem continuamente.

Dessa forma, com os orçamentos de ambos métodos construtivos, alvenaria estrutural e ICF, foi possível comparar seus custos diretos. Ressalta-se que os custos referentes à lajes e revestimentos foram levantados para fins informativos, mas foram desconsiderados no comparativo, visto que não foi elaborado um projeto estrutural adequado para os sistemas construtivos.

## 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

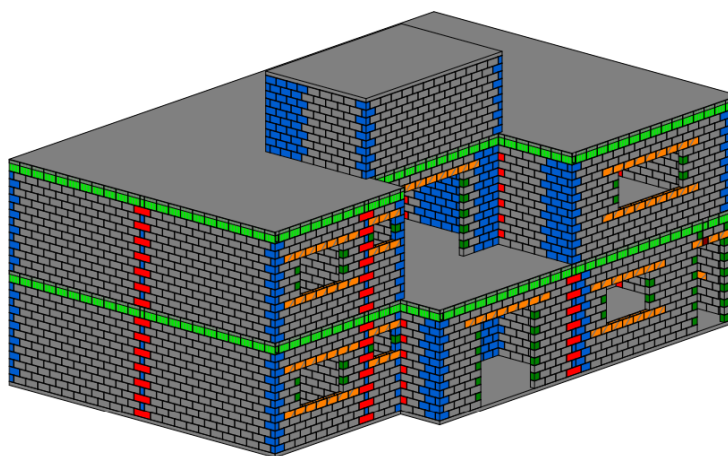
Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos partindo do levantamento dos quantitativos e custos do projeto de estudo em alvenaria estrutural e ICF.

### 4.1 Modelagem do projeto

#### 4.1.1 Projeto em Alvenaria Estrutural

Conforme mencionado no capítulo anterior, o projeto em alvenaria estrutural foi desenvolvido pelo Engenheiro Otávio Campos Ribeiro Martins (2022), utilizando-se o *software* Revit® para obtenção de modelo 3D, com blocos estruturais da família 39, ou seja, a maioria dos blocos possuem dimensões 14x19x39 cm. O modelo em alvenaria estrutural encontra-se na Figura 14, e as demais plantas, como a planta baixa, cortes e fachadas, estão no Anexo A.

Figura 14 - Modelagem 3D projeto em Alvenaria Estrutural



Fonte: MARTINS (2022).

O projeto apresentado não foi modificado, preservando todas as suas características e escolhas de padrão, portanto as legendas das pranchas apresentadas no Anexo B também permanecem inalteradas.

#### 4.1.2 Projeto em ICF

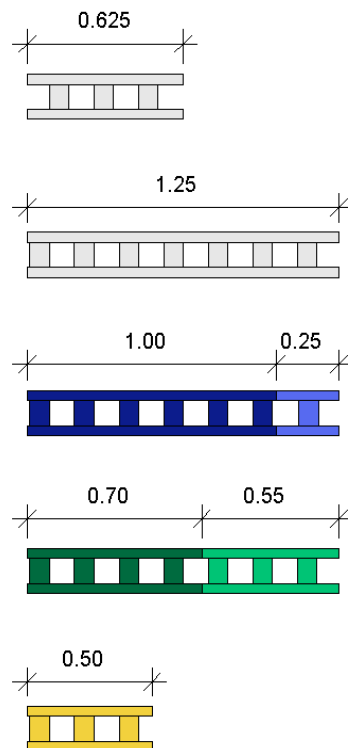
Neste item será apresentado a forma como foi desenvolvida a modelagem do projeto 3D em ICF utilizando-se o *software* Revit®. Iniciando pela criação dos blocos recortados, seguido da elevação das paredes. As lajes utilizadas foram as mesmas do projeto de alvenaria estrutural, do tipo maciça de 15 cm de espessura.

#### 4.1.2.1 Blocos de ICF

Para o desenvolvimento do projeto em ICF, foram utilizados blocos de 18x40x125 cm para todas as paredes do primeiro pavimento e paredes externas do segundo pavimento, já para as paredes internas do segundo pavimento as dimensões adotadas foram 12x40x125 cm. No momento da modelagem foram necessários alguns recortes nos blocos a fim de padronizar os cortes em obra, com o intuito de facilitar o trabalho e reduzir o desperdício.

Os blocos, tanto de 18 cm quanto de 12 cm de espessura, foram recortados nas seguintes dimensões: 62,5 cm (meio bloco), 125 cm (bloco inteiro), 100 cm, 70 cm, 55 cm e 25 cm. Os recortes se complementam, para evitar desperdícios, de forma que a sobra do recorte de 100 cm, ou seja, 25 cm, pode ser utilizada em enchimentos menores, como no caso de vãos de portas e janelas, por exemplo. Para facilitar o entendimento, a Figura 15 apresenta os cortes, com as devidas cotas.

**Figura 15 - Detalhe dos recortes realizados nos blocos de ICF para modelagem 3D**

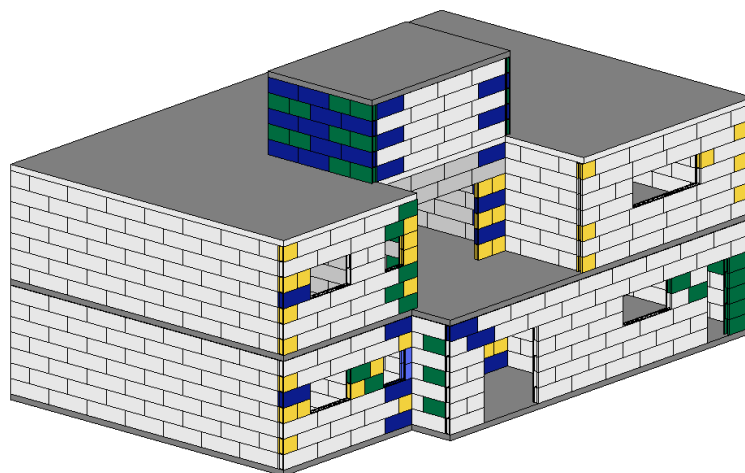


Fonte: Elaboração própria (2022).

#### 4.1.2.2 Modelagem 3D

O projeto completo em ICF está apresentado no Apêndice A, e possui aparência final conforme ilustrado na Figura 16.

**Figura 16 - Modelagem 3D projeto em ICF**



Fonte: Elaboração própria (2022).

Para a sua elaboração os blocos foram dispostos de maneira que as emendas da primeira fiada fiquem posicionadas na metade do bloco da segunda fiada, e assim por diante, a fim de garantir a correta amarração. Nos encontros entre paredes, assim como nas aberturas das esquadrias, foram necessários recortes e, conseqüentemente, a alteração no padrão das peças, porém sempre priorizando a disposição alternada por conta da passagem das barras de aço verticais.

## 4.2 Quantitativo

A seguir serão apresentados os dados quantitativos para o levantamento das paredes em ICF, os quais foram obtidos de três formas distintas, conforme comentado anteriormente: fornecidos por empresa, por meio de calculadora virtual disponível no *site* de uma empresa especializada em ICF, e por meio do projeto modelado pela autora.

### 4.2.1 Empresa

O projeto base utilizado para este estudo foi encaminhado para uma empresa privada especializada em construção em ICF para que fosse calculada a

quantidade de material necessário para sua construção. Os dados disponibilizados foram organizados e estão apresentados na Tabela 03, a seguir.

**Tabela 03 - Quantitativo de material realizado por empresa privada**

<b>Descrição</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Unidade</b>
<b>Paredes</b>		
Formas 18x40x125	844	formas
Formas 12x40x125	330	formas
Cimento	222	sacos (50kg)
Areia lavada grossa	24	m <sup>3</sup>
Aço CA-50 8,0mm (vertical)	140	barras (12 m)
Aço CA-50 6,30mm (horizontal)	129	barras (12 m)
<b>Revestimento</b>		
Cimento	173	sacos (50kg)
Areia lavada média	4	m <sup>3</sup>
Areia lavada fina	24	m <sup>3</sup>

Fonte: Elaboração própria (2022).

Esses dados foram utilizados para a obtenção dos custos de material e mão de obra, e também para fins comparativos, os quais serão apresentados nos próximos itens.

#### 4.2.2 Calculadora Virtual

Para a obtenção dos dados quantitativos de material para levantamento das paredes por meio da calculadora virtual, foi necessário preencher os dados do projeto, como o comprimento da parede, sua altura e área dos vãos de portas e janelas.

Na calculadora virtual é selecionada a espessura do bloco a ser utilizado e, por ter-se optado utilizar os blocos de 12 cm e 18 cm, foi necessário o preenchimento em duas etapas. Os resultados obtidos, encontram-se nas Figuras 17 e 18.

**Figura 17 - Dados quantitativos paredes de 12 cm em ICF por calculadora virtual**



Quantidade Total De Insumos Para 128.226m<sup>2</sup> De Parede.

245 Formas (122.5 M<sup>2</sup>)

4.7285 M<sup>3</sup> De Concreto (20MPa)

61 Barra(S) De Aço (Aço 8mm Para IForms 18 E Aço 6,3mm Para IForms 12) Horizontal E Vertical

2 Aditivo Chapisco Iforms (25L)

A Quantidade Em Litros De Concreto Por M<sup>2</sup> É De: IForms 18: 72L (0,072m<sup>3</sup>) E IForms 12: 38L (0,038m<sup>3</sup>)

O Consumo De Aço Por M<sup>2</sup> É: IForms 18: 2,0Kg E IForms 12: 1,5Kg

Este Quantitativo É Uma Aproximação, Para Uma Quantificação Mais Precisa Solicite Um Orçamento Com O Projeto Arquitetônico Em Mãos.

Imprimir resultado

Fechar

Fonte: ICF Construtora (2022).

**Figura 18 - Dados quantitativos paredes de 18 cm em ICF por calculadora virtual**



Quantidade Total De Insumos Para 389.5119999999994m<sup>2</sup> De Parede.

874 Formas (437 M<sup>2</sup>)

31.464 M<sup>3</sup> De Concreto (20MPa)

237 Barra(S) De Aço (Aço 8mm Para IForms 18 E Aço 6,3mm Para IForms 12) Horizontal E Vertical

7 Aditivo Chapisco Iforms (25L)

A Quantidade Em Litros De Concreto Por M<sup>2</sup> É De: IForms 18: 72L (0,072m<sup>3</sup>) E IForms 12: 38L (0,038m<sup>3</sup>)

O Consumo De Aço Por M<sup>2</sup> É: IForms 18: 2,0Kg E IForms 12: 1,5Kg

Este Quantitativo É Uma Aproximação, Para Uma Quantificação Mais Precisa Solicite Um Orçamento Com O Projeto Arquitetônico Em Mãos.

Imprimir resultado

Fechar

Fonte: ICF Construtora (2022).

Esses dados serão utilizados para comparar os quantitativos de materiais obtidos de diferentes formas. É importante essa comparação para verificar a veracidade das informações disponíveis por essa ferramenta *online* e gratuita.

#### 4.2.3 Modelagem 3D em ICF

Com o projeto modelado em blocos de EPS, foi possível visualizar a paginação das paredes e prever os possíveis recortes. Isso permite o corte correto das peças e, conseqüentemente, seu melhor aproveitamento, reduzindo as quantidades, o desperdício e os custos.

Conforme os recortes apresentados anteriormente no item 4.1.2.1, e as fiadas dos blocos apresentadas no Apêndice A deste trabalho, foi possível obter os dados apresentados nas Tabelas 04, 05, 06 e 07.

**Tabela 04 - Quantitativo de blocos de ICF 18 cm do primeiro pavimento a partir da modelagem**

COMPRIMENTO BLOCO ICF	PRIMEIRO PAVIMENTO 18 cm						
	FIADA 1	FIADA 2	FIADA 3	FIADA 4	FIADA 5	FIADA 6	FIADA 7
125	56	46	56	32	39	57	64
100	7	2	7	4	9	6	10
70	9	9	9	15	15	5	5
62,5		20		21	7	16	2
55							
50	1	11	1	12	2	9	1
25				3	2	3	3

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Tabela 05 - Quantitativo de blocos de ICF 18 cm do segundo pavimento a partir da modelagem**

COMPRIMENTO BLOCO ICF	SEGUNDO PAVIMENTO 18 cm						
	FIADA 1	FIADA 2	FIADA 3	FIADA 4	FIADA 5	FIADA 6	FIADA 7
125	32	35	32	17	13	35	32
100	1	2	1	6	4	2	1
70	1	1	1	4	4	1	1
62,5	7	1	7	5	10	1	7
55							
50	4	2	4	3	10	2	4
25				3	2		

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Tabela 06 - Quantitativo de blocos de ICF 18 cm da caixa d'água a partir da modelagem**

COMPRIMENTO BLOCO ICF	CAIXA D'ÁGUA 18 cm			
	FIADA 1	FIADA 2	FIADA 3	FIADA 4
125	6	6	6	6
100	6	6	6	6
70	4	4	4	4
62,5				
55				
50				
25				

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Tabela 07 - Quantitativo de blocos de ICF 12 cm a partir da modelagem**

COMPRIMENTO BLOCO ICF	SEGUNDO PAVIMENTO 12 cm						
	FIADA 1	FIADA 2	FIADA 3	FIADA 4	FIADA 5	FIADA 6	FIADA 7
125	19	21	19	21	19	27	25
100	2	4	2	4	2	5	5
70	7	7	7	7	7	3	3
62,5	4		4		4		4
55	1	1	1	1	1	6	6
50	8	4	8	4	8	5	5
25	2	2	2	2	2		

Fonte: Elaboração própria (2022).

A partir desses dados somaram-se todos os blocos de 18 cm de espessura com 125 cm de comprimento, ou seja, os blocos inteiros. Da mesma forma fez-se com os blocos de 100 cm. Já os de 62,5 cm, 55 cm e 50 cm, o valor total foi dividido por dois, visto que com um único bloco é possível obter dois blocos desses comprimentos, com folga, com exceção do meio bloco. Enquanto que os de 70 cm foram contabilizados junto com os de 25 cm.

O mesmo processo foi realizado com os blocos de 12 cm de espessura, com o intuito de aproveitar melhor os blocos e estimar a quantidade necessária. Após os cálculos, atingiu-se o resultado de 837 blocos inteiros de 18 cm de espessura, e 245 blocos inteiros de 12 cm.

### 4.3 Custos

Serão apresentados os dados de custos da obra, considerando paredes e lajes do projeto em alvenaria estrutural e em ICF. Ressalta-se que, para fins comparativos, serão considerados apenas os custos das paredes.

#### 4.3.1 Custos da Alvenaria Estrutural

Os custos da construção em alvenaria estrutural foram baseados no quantitativo elaborado pelo Engenheiro Otávio Campos Ribeiro Martins (2022). Os dados foram atualizados com base na tabela de composição analítica não-desonerada do SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, do estado de Santa Catarina, referente ao mês de setembro de 2022. Os custos estão detalhados no Apêndice B.

Conforme explicado anteriormente, foram considerados apenas as lajes, paredes e revestimento. Não sendo considerados os itens de fundação, acabamentos, hidráulica, elétrica, e demais etapas necessárias para uma obra. O custo total obtido para a edificação em alvenaria estrutural foi de R\$167.315,73 (cento e sessenta e sete mil trezentos e quinze reais e setenta e três centavos), isto é, R\$562,63/m<sup>2</sup>.

#### 4.3.2 Custos do ICF

Os custos de ICF foram obtidos de duas maneiras, visto que ainda não constam esses blocos na tabela SINAPI. Assim, os custos dos blocos de ICF foram obtidos através de cotação de uma empresa especializada nesse modelo de construção. Os custos dos demais insumos foram retirados da tabela de composição analítica não-desonerada do SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, do estado de Santa Catarina, referente ao mês de setembro de 2022, e os dados estão apresentados na Tabela 08.

Tabela 08 - Custos diretos de ICF

Item	Cód.	Discriminação	Unid.	Qntd.	Preço unit.	Preço mão de obra	Preço Material	Preço Total
<b>1 Lajes</b>								
1.1	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m²	278,00	R\$ 81,78	R\$ 5.696,22	R\$ 15.876,58	R\$ 21.572,80
1.2	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	436,91	R\$ 15,46	R\$ 1.839,39	R\$ 4.915,24	R\$ 6.754,63
1.3	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	469,20	R\$ 14,68	R\$ 1.262,15	R\$ 5.625,71	R\$ 6.887,86
1.4	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	455,11	R\$ 13,88	R\$ 755,48	R\$ 5.561,44	R\$ 6.316,93
1.5	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	472,10	R\$ 12,42	R\$ 472,10	R\$ 5.391,38	R\$ 5.863,48
1.6	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	231,70	R\$ 10,46	R\$ 127,44	R\$ 2.296,15	R\$ 2.423,58
1.7	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	m²	36,80	R\$ 631,21	R\$ 1.401,34	R\$ 21.819,46	R\$ 23.220,80
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 11.554,12</b>	<b>R\$ 61.485,95</b>	<b>R\$ 73.040,08</b>
<b>2 Paredes ICF</b>								
2.1	-	FÔRMAS 125X40X18 CM	m²	422,00	R\$ 132,50	R\$ 12.660,00	R\$ 55.915,00	R\$ 68.575,00
2.2	-	FÔRMAS 125X40X12 CM	m²	165,00	R\$ 127,50	R\$ 6.187,50	R\$ 21.037,50	R\$ 27.225,00
2.3	94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA / BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m³	36,65	R\$ 506,05	R\$ 2.710,56	R\$ 15.782,11	R\$ 18.492,68
2.4	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	663,60	R\$ 13,88	R\$ 1.101,58	R\$ 8.109,19	R\$ 9.210,77
2.5	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	379,26	R\$ 14,68	R\$ 1.020,21	R\$ 4.547,33	R\$ 5.567,54
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 23.679,85</b>	<b>R\$ 105.391,13</b>	<b>R\$ 129.070,98</b>
<b>3 Revestimento</b>								
3.1	87553	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESSURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	1174,00	R\$ 19,49	R\$ 9.990,74	R\$ 12.855,30	R\$ 22.846,04
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 9.990,74</b>	<b>R\$ 12.855,30</b>	<b>R\$ 22.846,04</b>
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 45.224,71</b>	<b>R\$ 179.732,39</b>	<b>R\$ 224.957,10</b>

Fonte: Elaboração própria (2022).

No quantitativo recebido pela empresa os materiais necessários para o concreto, assim como o de revestimento, são descritos separadamente, mas não é contabilizada a mão de obra. Assim, optou-se por utilizar composição de custo pré-existente da tabela SINAPI tanto para o concreto, de 20 MPa conforme solicitação da empresa, quanto para o revestimento, o qual pode ser feito em massa única com espessura de 10 mm, assim como na construção em alvenaria estrutural.

Da mesma forma que em alvenaria estrutural, para o ICF foram considerados apenas lajes, paredes de vedação e estrutural, e revestimento. Não sendo considerados os itens de fundação, acabamentos, hidráulica, elétrica, e demais etapas necessárias para uma obra.

Ao final, o custo total da obra em ICF foi de R\$ 224.957,10 (duzentos e vinte e quatro mil novecentos e cinquenta e sete reais e dez centavos), isto é, R\$756,46/m<sup>2</sup>. Porém é necessário contabilizar o custo de frete das formas de ICF, pois as mesmas são fabricadas em Cuiabá no Mato Grosso. Por serem leves, o frete não é contabilizado por peso, nem volume, mas pela distância.

Para transporte de mais de mil peças, como no caso estudado, é necessário um caminhão bitrem. Assim, sendo o valor de R\$ 3,50/ km, e a distância total de aproximadamente 2.020 km, adiciona-se ao custo o valor de R\$ 7.070,00 (sete mil e setenta reais), totalizando R\$ 232.027,10 (duzentos e trinta e dois mil e vinte e sete reais e dez centavos).

#### 4.3.3 Composição de custo unitário de ICF

Com os dados obtidos foi possível também desenvolver uma sugestão de composição de custo unitário de paredes de ICF de 18 cm e 12 cm, para obras de até 300 m<sup>2</sup>, conforme apresentado nas Figuras 19 e 20, respectivamente.

**Figura 19 - Composição de custo unitário parede de ICF de 18 cm**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	ÍNDICE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
XXX	EXECUÇÃO DE 1M <sup>2</sup> DE PAREDE DE ICF COM BLOCOS DE 125X40X18 CM						
-	FÔRMAS 125X40X18 CM	m <sup>2</sup>	1,0000	R\$ 207,50	R\$ 207,50	R\$ 132,50	R\$ 75,00
94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA / BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m <sup>3</sup>	0,0720	R\$ 506,05	R\$ 36,44	R\$ 31,00	R\$ 5,32
92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	2,0000	R\$ 13,88	R\$ 27,76	R\$ 24,44	R\$ 3,32
	Material	:		187,94104	69,201442%		
	Mão de Obra	:		83,64440	30,798558%		
	Total da Composição	:		271,58544	100,000000%		

Fonte: Elaboração própria (2022).

**Figura 20 - Composição de custo unitário parede de ICF de 12 cm**

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UNID.	ÍNDICE	CUSTO UNIT.	CUSTO TOTAL	CUSTO MATERIAL	CUSTO MÃO DE OBRA
XXX	EXECUÇÃO DE 1M <sup>2</sup> DE PAREDE DE ICF COM BLOCOS DE 125X40X12 CM						
-	FÔRMAS 125X40X12 CM	m <sup>2</sup>	1,0000	R\$ 202,50	R\$ 202,50	R\$ 127,50	R\$ 75,00
94964	CONCRETO FCK = 20MPA, TRAÇO 1:2,7:3 (EM MASSA SECA DE CIMENTO/ AREIA MÉDIA / BRITA 1) - PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_05/2021	m <sup>3</sup>	0,0380	R\$ 506,05	R\$ 19,23	R\$ 16,36	R\$ 2,81
92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO O AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	1,5000	R\$ 14,68	R\$ 22,02	R\$ 17,99	R\$ 4,04
	Material	:		161,84666	66,414498%		
	Mão de Obra	:		81,8451	33,585502%		
	Total da Composição	:		243,69176	100,000000%		

Fonte: Elaboração própria (2022).

O custo unitário refere-se a uma unidade do insumo, enquanto que o índice refere-se a quantidade necessária do insumo para 1 m<sup>2</sup> da parede de ICF. Então multiplica-se o índice pelo custo unitário, e obtém-se o custo total. Por fim, os

custos são somados e separados em material e mão de obra. Destaca-se que essa sugestão de composição se enquadra para obras de mesmo porte da utilizada neste trabalho, até 300 m<sup>2</sup>, visto que em obras maiores o custo pode ser menor por conta da produtividade da mão de obra.

Analisando as composições, têm-se os custos unitários de R\$271,58 e R\$243,69 para paredes de ICF de 18 e 12 cm, respectivamente. Ressalta-se que essa composição de custo é apenas uma estimativa com base nos dados encontrados nesta pesquisa, porém seria necessário uma análise mais criteriosa desses insumos para a obtenção de dados mais precisos.

#### 4.4 Comparativos

Nessa seção serão abordados os comparativos realizados a partir dos dados obtidos e apresentados anteriormente. Iniciando-se pelo comparativo no quantitativo de blocos de ICF obtidos através de cotação de empresa, calculadora virtual e pela paginação modelada em 3D do projeto em ICF, seguido do comparativo de custos das paredes entre os dois modelos de construção.

##### 4.4.1 Quantitativo com base em projeto convencional e projeto modelado em ICF

Com base nos dados de quantitativo obtidos a partir da cotação da Empresa 04, calculadora virtual e modelagem em 3D realizada pela autora, elaborou-se a Tabela 09.

**Tabela 09 - Comparativo de quantitativos e custos de blocos ICF**

Fonte	Quantidade (nº formas 12)	Custo (formas 12)	Quantidade (nº formas 18)	Custo (formas 18)	TOTAL
Empresa privada	330	R\$ 21.037,50	844	R\$ 55.915,00	R\$ 76.952,50
Calculadora Virtual	245	R\$ 15.618,75	874	R\$ 57.902,50	R\$ 73.521,25
Modelagem 3D	245	R\$ 15.618,75	837	R\$ 55.451,25	R\$ 71.070,00

Fonte: Elaboração própria (2022).

Para esses dados foram considerados os valores de R\$132,50/m<sup>2</sup> de formas de 18 cm, e R\$127,50/m<sup>2</sup> de formas de 12 cm, sendo que para 1 m<sup>2</sup> de parede são necessárias duas formas.

Percebe-se que os dados obtidos através da calculadora virtual foram próximos dos obtidos pelos demais métodos. Comparado ao fornecido por empresa, houve uma diferença de 85 blocos de 12 cm, a menos, porém um aumento de 30

blocos de 18 cm. Em relação ao custo total, a diferença foi de R\$ 3.431,25 a menos para o custo obtido pela calculadora virtual, ou seja, aproximadamente 4,5%. Assim, pode-se dizer que é válido a utilização dessa ferramenta para uma consulta prévia dos custos de uma obra em ICF sem necessariamente solicitar orçamento para uma empresa.

Ressalta-se que a validade e veracidade desses dados depende dos cuidados do usuário ao preencher os dados, tanto do comprimento quanto da altura das paredes, visto que é feito de forma manual. E apenas para fins de quantitativo prévio, sendo sempre aconselhável o contato com empresa especializada.

Também pode-se verificar que a modelagem em 3D do projeto, se respeitada a paginação em obra, gera uma economia de R\$5.882,50 (cinco mil oitocentos e oitenta e dois reais e cinquenta centavos), aproximadamente 8%, quando comparado ao quantitativo realizado com base no projeto convencional de concreto armado com fechamento em alvenaria realizado por empresa privada.

É importante salientar que a paginação não foi realizada por empresa especializada, o que poderia gerar uma economia ainda maior, dado a experiência nesse modelo de construção. Portanto é aconselhável a contratação de profissional habilitado e especializado em obras ICF.

#### 4.4.2 Custos entre Alvenaria Estrutural e ICF

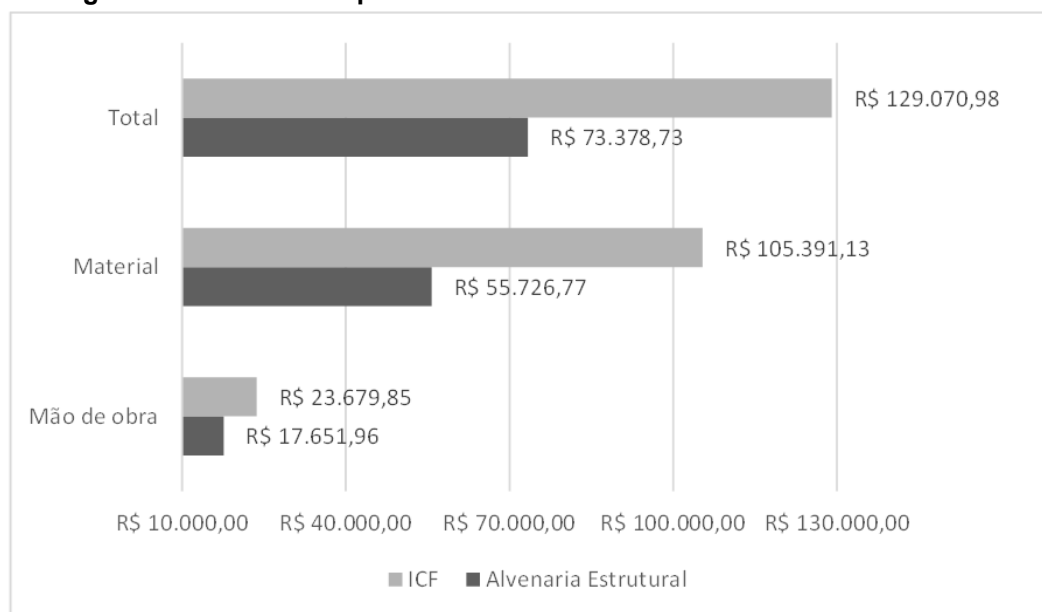
A partir dos custos obtidos dos dois métodos construtivos, alvenaria estrutural e ICF, pode-se verificar o custo de R\$73.040,08 (setenta e três mil e quarenta reais e oito centavos) para as lajes de 15 cm de espessura em ambos os sistemas, visto que foram consideradas as mesmas especificações, pois não foi realizado projeto estrutural individual.

Enquanto o revestimento, utilizando-se o mesmo insumo da tabela de custo analíticos não desonerado do SINAPI 09/2022, teve um custo de R\$20.896,93 para alvenaria estrutural e R\$22.846,04 para ICF. Esta diferença ocorreu por conta da consideração realizada da área das paredes, 1.073,85 m<sup>2</sup> e 1.174 m<sup>2</sup>, respectivamente. A fim de não modificar os dados quantitativos fornecidos por terceiros, essa diferença foi mantida, mas o custo do revestimento foi desconsiderado para fins comparativos.

Assim, considerando apenas a “obra cinza”, ou seja, somente as paredes levantadas, foi possível desenvolver o gráfico apresentado na Figura 21,

comparando os custos a partir dos serviços de mão de obra e material, e também pelo custo total da construção.

**Figura 21 - Gráfico comparativo dos custos entre alvenaria estrutural e ICF**



Fonte: Elaboração própria (2022).

É possível observar que o sistema ICF possui custo mais elevado de material e mão de obra. No comparativo geral, o custo total do ICF é aproximadamente 43% maior que o da alvenaria estrutural. Esse valor desconsidera o custo de frete, de R\$7.070,00, do contrário a diferença seria próximo de 46%. É válido ressaltar que, de acordo com Balena (2022), o custo de vedação de uma edificação corresponde a apenas entre 7% e 11%, e a estrutura entre 12% e 16,5% do custo total de edificação. Portanto essa diferença de custo se torna menor se comparado com o custo total de uma edificação.

Considerou-se apenas o frete das formas por se tratar de uma distância muito longa, mas para uma comparação mais justa seria necessário contatar todas as empresas fornecedoras dos demais materiais, como barras de aço, blocos estruturais e concreto.

Salienta-se que esses custos foram apenas em relação às paredes, sem considerar instalações elétricas e hidráulicas, acabamentos, pintura, esquadrias, cobertura e demais etapas. Nesse sentido, o sistema ICF estaria em vantagem, pois possui custo menor de limpeza da obra e descarte dos resíduos sólidos, que além de ter menor geração desses resíduos ainda permite a sua reciclagem.

## 5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo comparar os custos de uma obra entre a alvenaria estrutural e ICF, sistemas que possuem menor impacto ambiental, que apresentam-se como alternativas para o sistema convencional de concreto armado com fechamento em alvenaria.

Os custos de uma construção em ICF são, normalmente, obtidos com base em um projeto arquitetônico não modelado nesse sistema, assim, fez-se necessário o desenvolvimento do projeto em ICF. Com base nessa modelagem foi possível verificar que a paginação dos blocos de ICF resultou em uma economia de aproximadamente 8%, quando comparado ao quantitativo realizado a partir de um projeto em concreto armado com fechamento em alvenaria. Contudo, ressalta-se que a paginação foi desenvolvida pela autora, e não por empresa especializada, o que poderia gerar uma economia ainda maior.

Ainda se tratando dos diferentes métodos para obtenção do quantitativo de blocos de ICF, comparando os dados obtidos por meio da calculadora virtual disponibilizada no *site* de uma empresa e o fornecido por empresa especializada, a diferença foi de 4,5% a menos para a ferramenta *online*. Portanto, tanto a modelagem quanto a calculadora virtual, resultaram em dados quantitativos próximos dos fornecidos por empresa especializada, sendo boas fontes de dados iniciais para a decisão da adoção deste método construtivo.

A partir dos dados obtidos neste trabalho, verificou-se que o sistema ICF possui um custo aproximadamente 43% mais elevado em comparação à alvenaria estrutural para uma residência unifamiliar com dois pavimentos e com aproximadamente 300 m<sup>2</sup>. Todavia, os custos comparados foram apenas das paredes, não tendo sido consideradas a fundação, lajes, instalações elétricas e hidráulicas, acabamentos, pintura, esquadrias, cobertura e demais etapas. Todas essas etapas construtivas influenciam nos custos totais de ambos os sistemas abordados neste trabalho.

Sendo assim, em obras como a apresentada neste trabalho, o ICF não se apresenta como uma alternativa de custo reduzido. Apesar disso, é indiscutível os benefícios construtivos que esse sistema oferece, como a rapidez na finalização da construção, a limpeza e organização do canteiro de obras, o que garante maior segurança para os trabalhadores, redução de entulhos e desperdício, além de

oferecer excelente desempenho térmico e acústico. De toda forma, a alvenaria estrutural mantém-se como uma boa alternativa para a substituição de construções em concreto armado com fechamento em alvenaria, visto que possui custo reduzido e já está consolidada no mercado da construção civil no Brasil.

Por fim, o ICF apresenta-se como uma alternativa atrativa para investidores e construtoras, que buscam obras mais rápidas e eficientes, além de clientes específicos que buscam os benefícios desse sistema, sem necessariamente preocupar-se com o custo.

### **5.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Para pesquisas futuras sugere-se:

- Determinar o índice de produtividade do sistema ICF;
- Realizar uma análise comparativa de desempenho térmico e acústico entre os sistemas. Esses estudos ainda são escassos, porém de grande importância para a validação e maior inserção do sistema ICF no mercado da construção civil;
- Realizar um comparativo físico-financeiro entre obras de ICF e outro sistema construtivo mais comumente utilizados, como alvenaria estrutural ou de concreto armado com fechamento em alvenaria.

## REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Requisitos. 5 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2016. 10 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16868-1**: Alvenaria Estrutural. Parte 1: Projeto. 1 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2020. 70 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos Gerais. 5 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 98 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-2**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas estruturais. 4 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2013. 31 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-3**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas de pisos. 5 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 45 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. 5 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 72 p.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 2: Requisitos para os sistemas de coberturas. 5 ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2021. 78 p.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (São Paulo). **Execução de Alvenaria**: marcação. Marcação. 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/execucao-de-alvenaria-marcacao/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

ABCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND (São Paulo). **Execução de Alvenaria**: elevação. Elevação. 2016. Disponível em: <https://abcp.org.br/execucao-de-alvenaria-elevacao/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

AGOPYAN, Vahan. **Construção civil consome até 75% da matéria-prima do planeta**. In: Globo Ciência. 2013. Disponível em: <http://glo.bo/12yaSCY>. Acesso em: 26 abr. 2022.

ANTUNES, David Adriano de Lima; JUNIOR, Júlio César da Costa. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional e Insulating Concrete Forms (ICF)**. 2021. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/18913>. Acesso em: 07 jun. 2022.

APL ENGENHARIA. **Fundação radier: como funciona e quais são os seus benefícios?** 2019. Disponível em:

<https://blog.apl.eng.br/fundacao-radier-como-funciona-e-quais-sao-os-seus-beneficios/>. Acesso em: 21 maio 2022.

ARXX. **Isolamento acústico de paredes**. 2022. Disponível em: <https://blog.arxx.com.br/2022/02/18/isolamento-acustico-de-paredes/>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BALENA, Ronal. **Custo da obra por etapa**: Conheça os valores e planeje-se. 2022. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/custo-da-obra-por-etapa/>. Acesso: 04 fev. 2022.

BERTI, Luiz Henrique; RAFAEL, Vitor Eyng. **Comparação de custos de material de uma obra de pequeno porte em alvenaria estrutural em relação a alvenaria convencional**. 2019. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/4315/1/TCC%20Corrigido%20e%20Finalizado%20OK%20POSTAR.pdf>. Acesso em: 09 out. 2022.

BIGOLIN, Leonardo Cappelleso. **Alvenaria estrutural**: processos executivos e controle tecnológico em edifícios em blocos de concreto no Distrito Federal e Goiás. 2013. 122 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: [https://www.academia.edu/15326930/ALVENARIA\\_ESTRUTURAL\\_PROCESSOS\\_E\\_EXECUTIVOS\\_E\\_CONTROLE\\_TECNOL%3%93GICO\\_EM\\_ED%3%8DFICIOS\\_EM\\_BLOCOS\\_DE\\_CONCRETO\\_NO\\_DISTRITO\\_FEDERAL\\_E\\_GOI%3%81S?from=cover\\_page](https://www.academia.edu/15326930/ALVENARIA_ESTRUTURAL_PROCESSOS_E_EXECUTIVOS_E_CONTROLE_TECNOL%3%93GICO_EM_ED%3%8DFICIOS_EM_BLOCOS_DE_CONCRETO_NO_DISTRITO_FEDERAL_E_GOI%3%81S?from=cover_page). Acesso em: 14 mai. 2022.

BLAIR, Jennifer. **Disadvantages of building with Insulated Concrete Forms**. In: Hunker. Disponível em: <https://www.hunker.com/13401210/disadvantages-of-building-with-insulated-concrete-forms>. Acesso em: 02 jul. 2022.

CARDOSO, Luiza Moura. **Tudo sobre os Resíduos Sólidos da Construção Civil**. 2017. Disponível em: <https://www.sience.com.br/blog/residuos-solidos-da-construcao-civil/>. Acesso em: 13 maio. 2022.

CAVALHEIRO, Odilon Pancaro. **Alvenaria estrutural**: tão antiga e tão atual. Jornal da ANICER - Edição Especial, Salvador, p4, 1999. Disponível em: [https://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Alvenaria-Estrutural\\_T%3%A3o-antiga-e-t%3%A3o-atual\\_cavalheiro1.pdf](https://anicerpro.com.br/wp-content/uploads/2018/04/Alvenaria-Estrutural_T%3%A3o-antiga-e-t%3%A3o-atual_cavalheiro1.pdf). Acesso em: 05 mai. 2022.

CHALÉ DE MADEIRA. **Sapata corrida**: o que é e quais as suas vantagens em uma obra? 2020. Disponível em: <https://chaledemadeira.com/construcao/sapata-corrida/>. Acesso em: 21 maio 2022.

GOMES, Jarbas Herinson Dias; *et al.* **Análise comparativa do sistema construtivo de alvenaria convencional e sistema construtivo de alvenaria estrutural em uma casa térrea em Teófilo Otoni**. 2018. Disponível em: [https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2018/analise\\_comparativa\\_do\\_sistema\\_construtivo\\_de\\_alvenaria\\_convencional\\_e\\_269.pdf](https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2018/analise_comparativa_do_sistema_construtivo_de_alvenaria_convencional_e_269.pdf). Acesso em: 09 out. 2022.

ICF, Construtora Inteligente. **Calculadora**. 2021. Disponível em: <https://icfconstrutora.com.br/>. Acesso em: 06 jun. 2022.

IFORMS. **Produtos**. Disponível em: <https://www.iforms.com.br/produtos>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ISOCRET DO BRASIL. **Formas ISOCRET-ICF**. 2022. Disponível em: <https://isocret.com.br/formas.html>. Acesso em: 06 jun. 2022.

ISOCRET DO BRASIL. **Sistema Construtivo**. 2016. Disponível em: <https://docplayer.com.br/12811270-Sistema-construtivo-isocret-estrutura-revestimento.html>. Acesso em: 06 jun. 2022.

JESUS, Andressa Tainara Campelo de; BARRETO, Maria Fernanda Fávero Menna. **Análise comparativa dos sistemas construtivos em alvenaria convencional, alvenaria estrutural e moldes isolantes para concreto (ICF)**. Es Engineering And Science, Cuiabá, v. 7, n. 3, p. 12-27, set. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.18607/ES201876926>. Acesso em: 08 jun. 2022.

LEROY MERLIN. **Bloco de Concreto Estrutural 4,5 Mpa 14x19x39cm JCRB**. Disponível em: [https://www.leroymerlin.com.br/bloco-de-concreto-estrutural-4,5-mpa-14x19x39cm-jcrb\\_89249531](https://www.leroymerlin.com.br/bloco-de-concreto-estrutural-4,5-mpa-14x19x39cm-jcrb_89249531). Acesso em: 07 jun. 2022.

MARTINO, Giovana. **O que é e quando usar alvenaria estrutural?** 2021. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/963983/o-que-e-e-quando-usar-alvenaria-estrutural>. Acesso em: 14 mai. 2022.

MARTINS, Otávio Campos Ribeiro. **Comparativo de custos entre concreto armado e alvenaria estrutural: Estudo de caso**. 2022. TCC (Graduação em Engenharia Civil). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 2022. (Não publicado). Acesso em: 25 abr. 2022.

NETO, Álvaro Pereira do Prado; PELUSO, Edgard de Oliveira; CARVALHO, Valdinei Tadeu Alves de. **Alvenaria estrutural**. 2015. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ALVENARIA\\_ESTRUTURAL\\_EMPREENDIMENTO\\_FLORA\\_PARK\\_II.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/140/o/ALVENARIA_ESTRUTURAL_EMPREENDIMENTO_FLORA_PARK_II.pdf). Acesso em: 14 mai. 2022.

NORTE, Sandro. **História do ICF**. 2021. Disponível em: <https://icf.eng.br/historia-do-icf/>. Acesso em: 07 jun. 2022.

OLIVEIRA, João Vitor Beck de. **Análise comparativa do uso de ICF e tijolos cerâmicos a partir das propriedades térmicas e acústicas**. 2021. 44f. TCC. Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2021. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/19472>. Acesso em 26 abr. 2022.

ORÇATI, Marcello. **ICF - Sistema de fôrmas termoacústicas de EPS para paredes autoportantes de concreto**. 235 ed. Revista Técnica, 16 out. 2016. LinkedIn: Arq. Marcello Orçati. Disponível em:

<https://www.linkedin.com/pulse/icf-sistema-de-f%C3%B4rmas-termoac%C3%BAstica-s-eps-para-paredes-or%C3%A7ati/?originalSubdomain=pt>. Acesso em: 06 jun. 2022.

PBQP-H. **Diretriz SINAT nº 011**: Paredes, moldadas no local, constituídas por componentes de poliestireno expandido (EPS), aço e argamassa, microconcreto ou concreto. PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H). Brasília, 2014. 42 p. Disponível em: <https://pbqp-h.mdr.gov.br/biblioteca/diretriz-sinat-n-011/>. Acesso em: 04 jul. 2022.

PEREIRA, Caio. **Alvenaria estrutural – vantagens e desvantagens**. 2019. Disponível em: <https://www.escolaengenharia.com.br/alvenaria-estrutural/>. Acesso em: 27 mai. 2022.

PIERSON, Robert J. **The definitive history of ICF blocks and ICF construction**. Disponível em: <https://www.ecohome.net/guides/1539/the-definitive-history-of-icfs-blocks-in-construction/>. Acesso em: 26 abr. 2022.

RAMALHO, Marcio Antonio; CORRÊA, Márcio Roberto Silva. **Projeto de Edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: Pini Ltda, 2008. 188 p.

ROMAN, Humberto Ramos; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARAÚJO, Hércules Nunes de. **Construindo em alvenaria estrutural**. 2015. 74 f. Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2015. Disponível em: [https://www.academia.edu/13701121/Construindo\\_Humberto\\_Cristine\\_Nascimento\\_H%C3%A9rcules\\_ARTICLE\\_Source\\_OAI\\_DOWNLOADS\\_91\\_VIEWS\\_296\\_3\\_INCLUDING\\_Humberto\\_Federal\\_6\\_SEE\\_Cristine\\_Federal\\_21\\_SEE\\_Available\\_Humberto\\_Retrieved\\_06](https://www.academia.edu/13701121/Construindo_Humberto_Cristine_Nascimento_H%C3%A9rcules_ARTICLE_Source_OAI_DOWNLOADS_91_VIEWS_296_3_INCLUDING_Humberto_Federal_6_SEE_Cristine_Federal_21_SEE_Available_Humberto_Retrieved_06). Acesso em: 14 maio 2022.

SANTOS, Túlio César de Carvalho. **Sistema construtivo Insulated Concrete Forms (ICF)**: estudo de caso viabilidade técnica , econômica e sustentabilidade na construção civil. 2020. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade Doctum, Juiz de Fora, 2020. Disponível em: <https://dspace.doctum.edu.br/bitstream/123456789/3542/1/T%C3%9ALIO%20C%C3%89SAR%20DE%20CARVALHO%20SANTOS.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2022.

SILVA, Daniela Lessandra Portela da et al. **Análise do conceito de contabilidade de custos diretos e indiretos**. Encontro Científico e Tecnológico (Encitec). 2015. Disponível em: [https://www2.fag.edu.br/coopex/inscricao/arquivos/encitec/20151026-234734\\_arquivo.pdf](https://www2.fag.edu.br/coopex/inscricao/arquivos/encitec/20151026-234734_arquivo.pdf). Acesso em: 06 dez. 2022.

SILVA, Rafael. **Elevação da Alvenaria Estrutural na Construção Civil: o que é? O que é?**. 2020. Disponível em: <https://www.universidadetrissul.com.br/etapas-construtivas/elevacao-da-alvenaria>. Acesso em: 07 jun. 2022.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Relatório de Insumos e Composições - 09/2022 - Sem desoneração**. 2022. Disponível em:

[https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_662](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_662). Acesso em: 09. out. 2022.

SOUSA, Júlio Rodrigues de. **Análise comparativa entre um sistema construtivo convencional e sistemas construtivos de EPS**. 2021. 58 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/33082/1/An%c3%a1liseComparativaSistema.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2022.

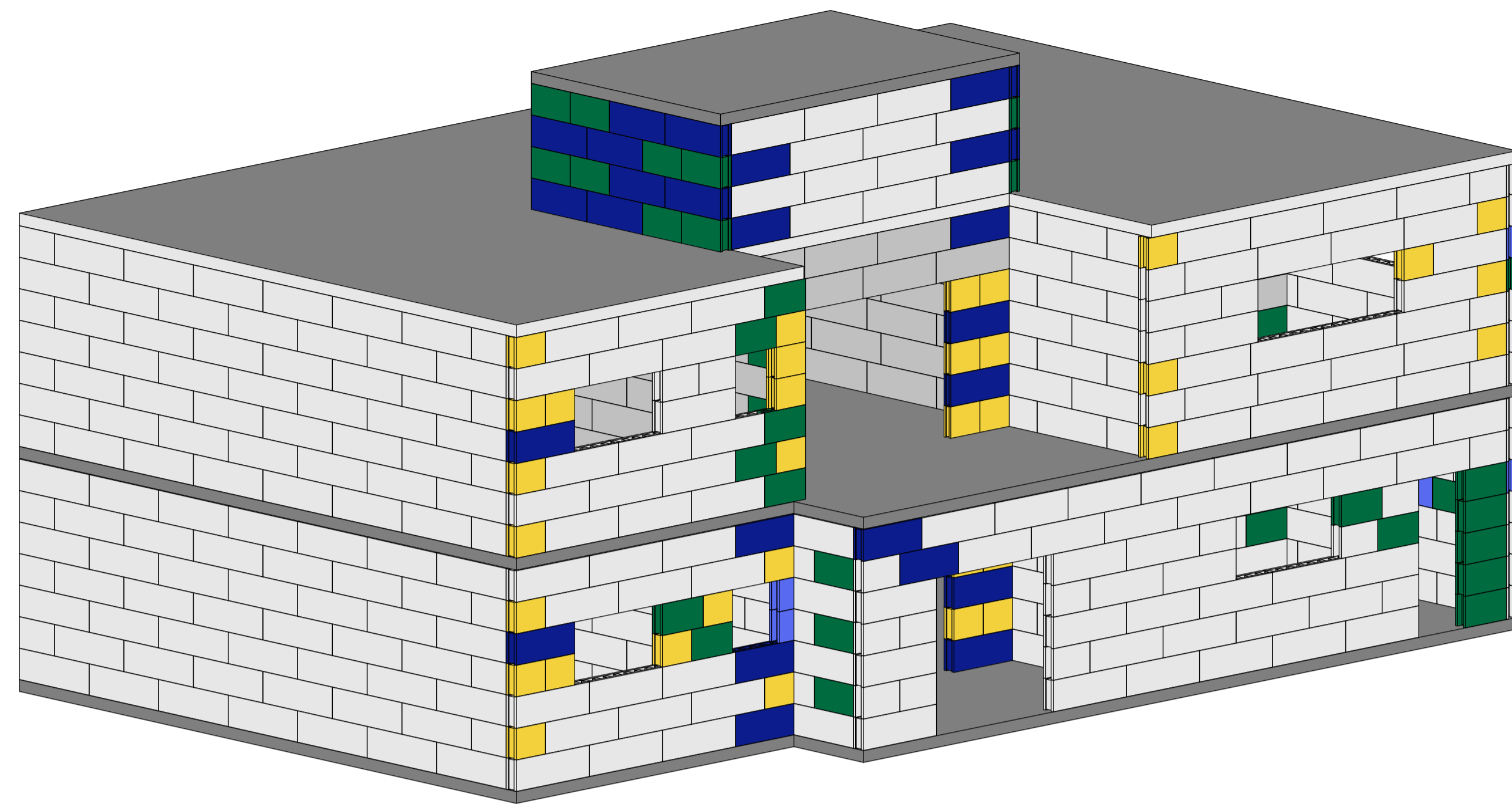
TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Pini Ltda, 2010. 183 p.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**. São Paulo: Pini, 2006. Disponível em: [l1nq.com/M9MTt](http://l1nq.com/M9MTt). Acesso em: 06 dez. 2022.

VASQUES, Caio Camargo Penteado Correa Fernandes; PIZZO, Luciana Maria Bonvino Figueiredo. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. São Paulo: Unilins, 2014. Disponível em: [https://www.academia.edu/32192982/COMPARATIVO\\_DE\\_SISTEMAS\\_CONSTRUTIVOS\\_CONVENCIONAL\\_E\\_WOOD\\_FRAME\\_EM\\_RESID%C3%80NCIAS\\_UNIFAMILIARES](https://www.academia.edu/32192982/COMPARATIVO_DE_SISTEMAS_CONSTRUTIVOS_CONVENCIONAL_E_WOOD_FRAME_EM_RESID%C3%80NCIAS_UNIFAMILIARES). Acesso em: 05 mai. 2022.

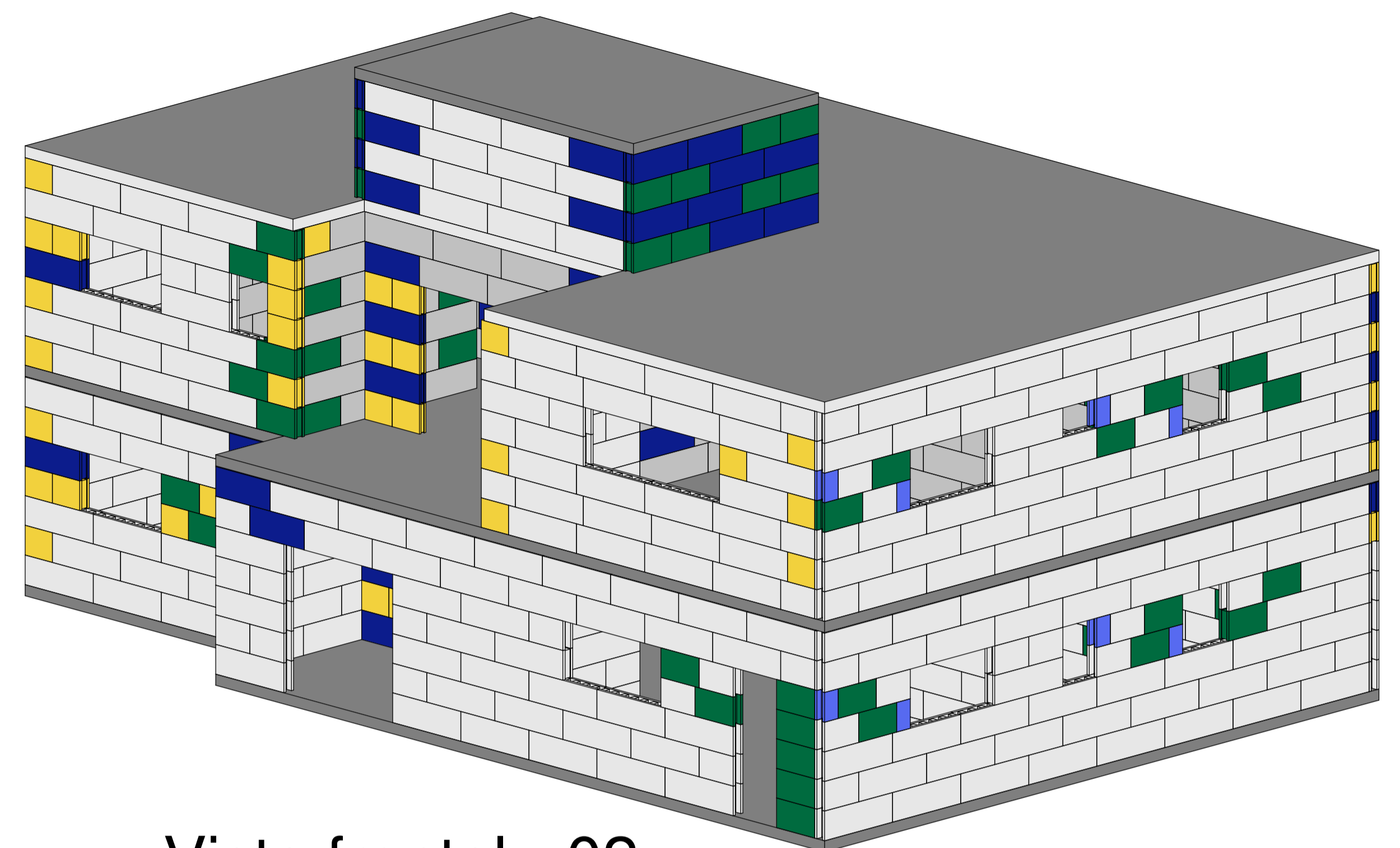
## APÊNDICES

APÊNDICE A - Projeto em ICF



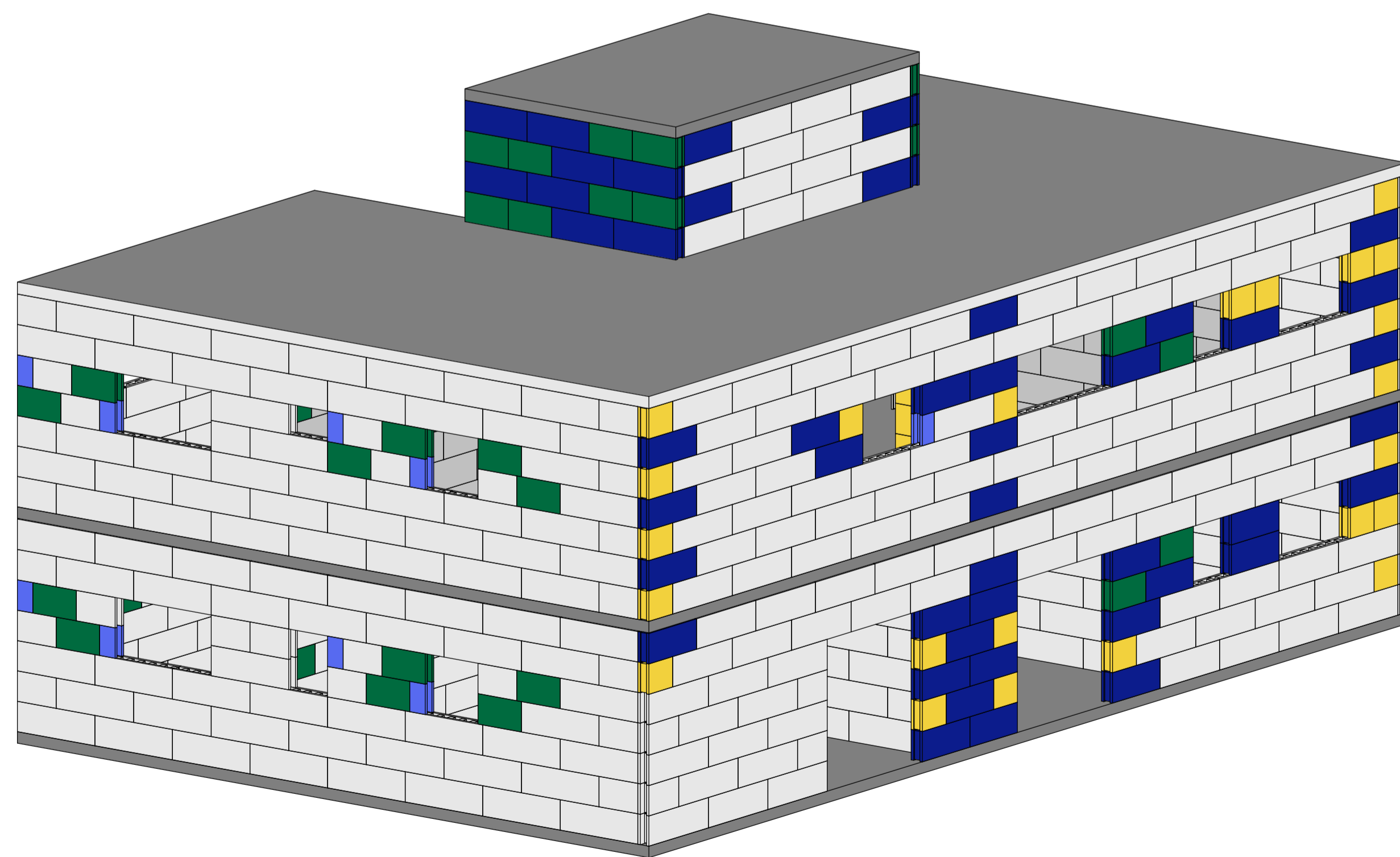
1

Vista frontal - 01



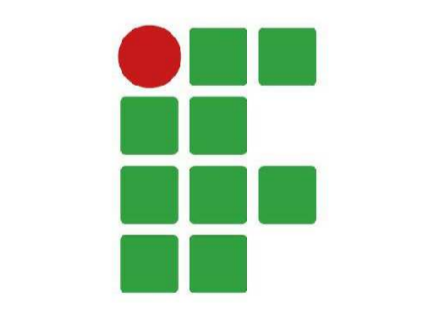
2

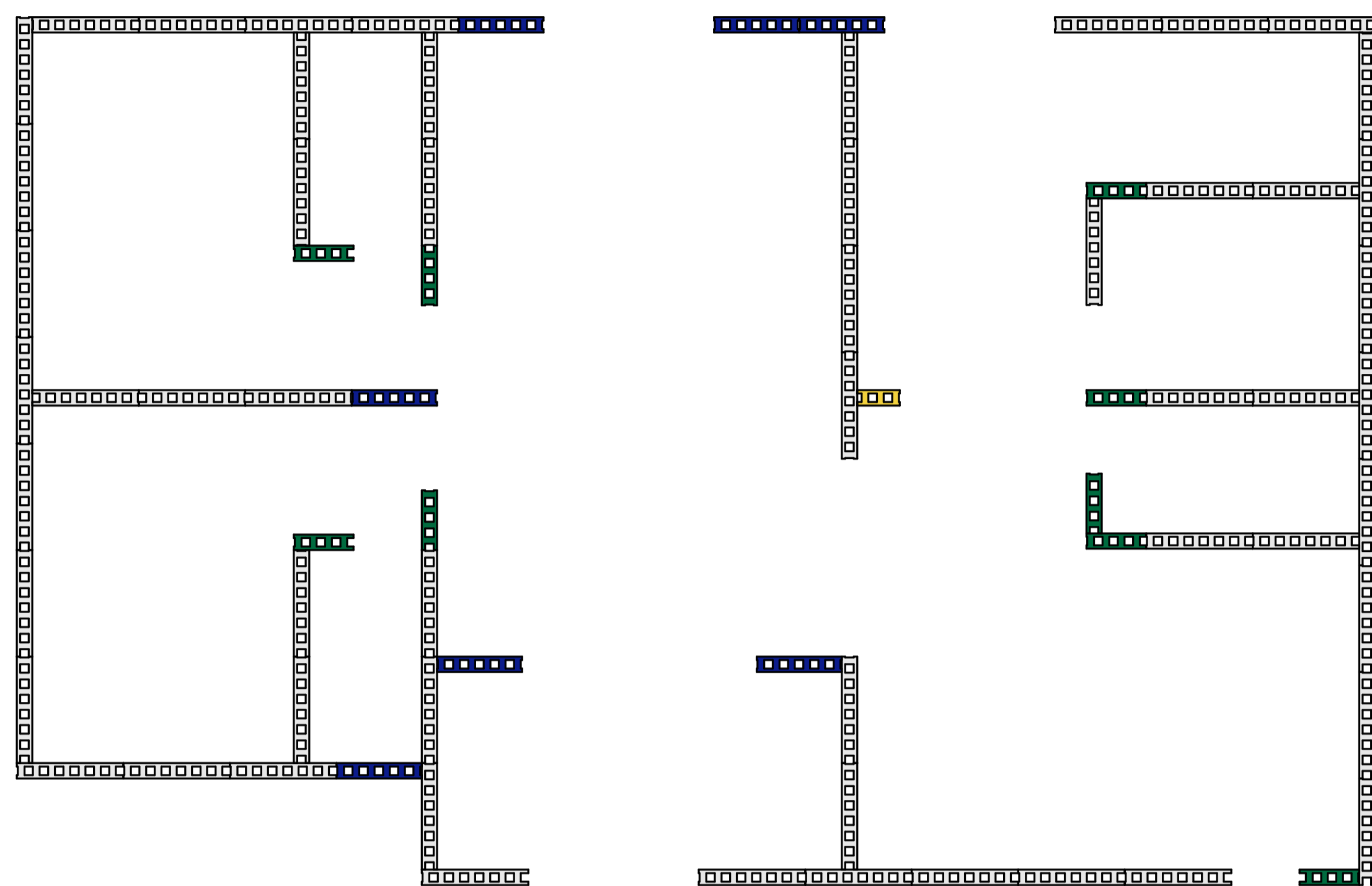
Vista frontal - 02



3

Vista frontal - 03

 <p><b>INSTITUTO FEDERAL</b> Santa Catarina</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL</p> <p>TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO</p> <p>ORIENTADORA: PROF. ANDREA MURILLO BETIOLI COORDENADORA: PROF. JULIANA BONACORSO DORNELES</p>		
	<p><b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b> Florianópolis - Santa Catarina - Brasil</p>		
<p>Projeto: PROJETO EM ICF</p>	<p>Discriminação: VISTAS 3D</p>	<p>Prancha: <b>01</b> Total: 03</p>	<p>Escala: 1/100 Mês/Ano: 11/2022</p>
<p>Acadêmica: MICHELLY SEEBER ZANOLLA</p>			

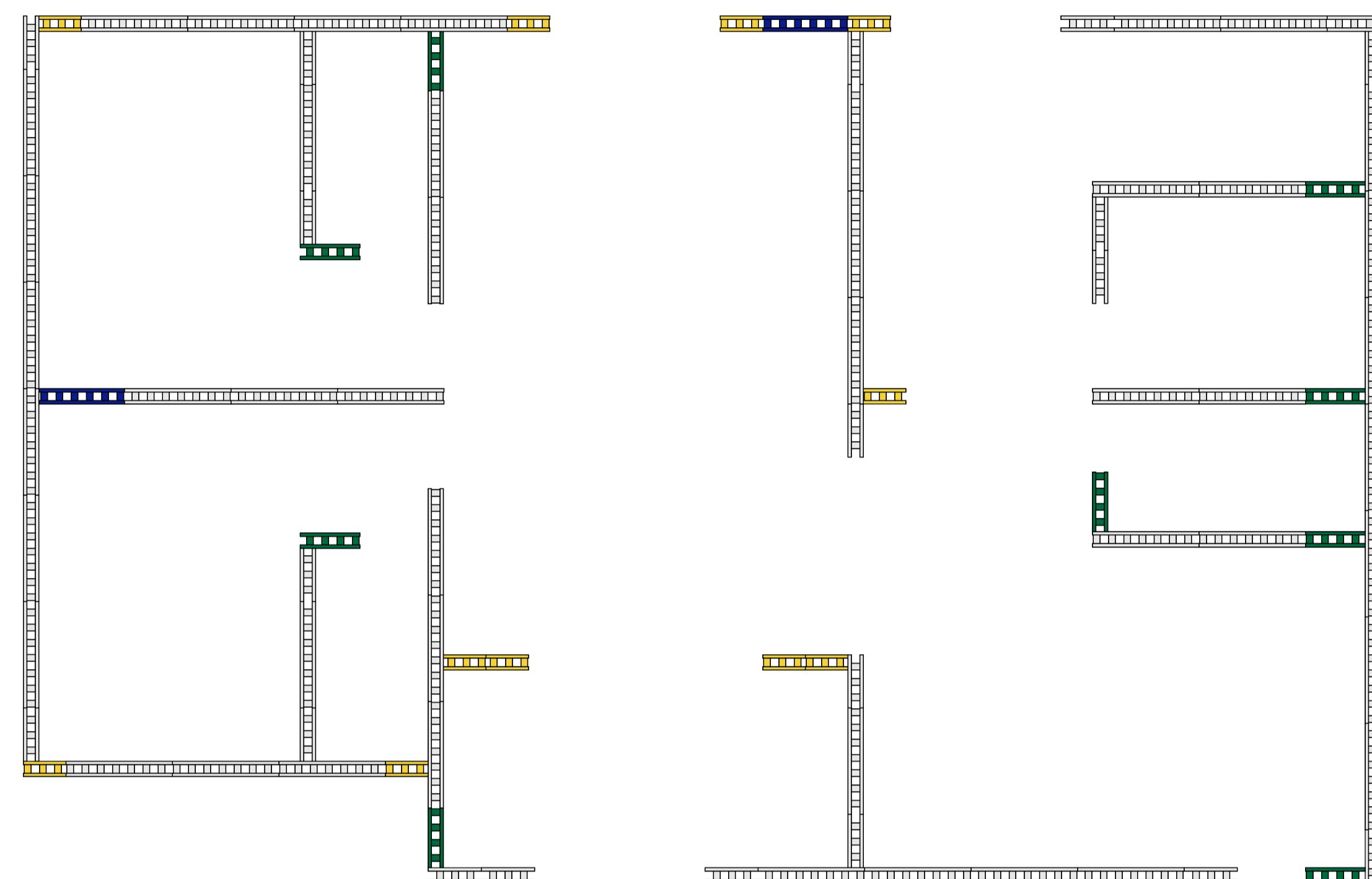


1

### 1ª FIADA - Pav. Térreo

1 : 100

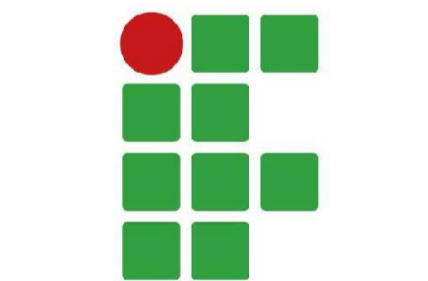
LEGENDA FÔRMAS 18	
	Bloco ICF 18x40x25cm
	Bloco ICF 18x40x50cm
	Bloco ICF 18x40x55cm
	Bloco ICF 18x40x62,5cm
	Bloco ICF 18x40x70cm
	Bloco ICF 18x40x100cm
	Bloco ICF 18x40x125cm

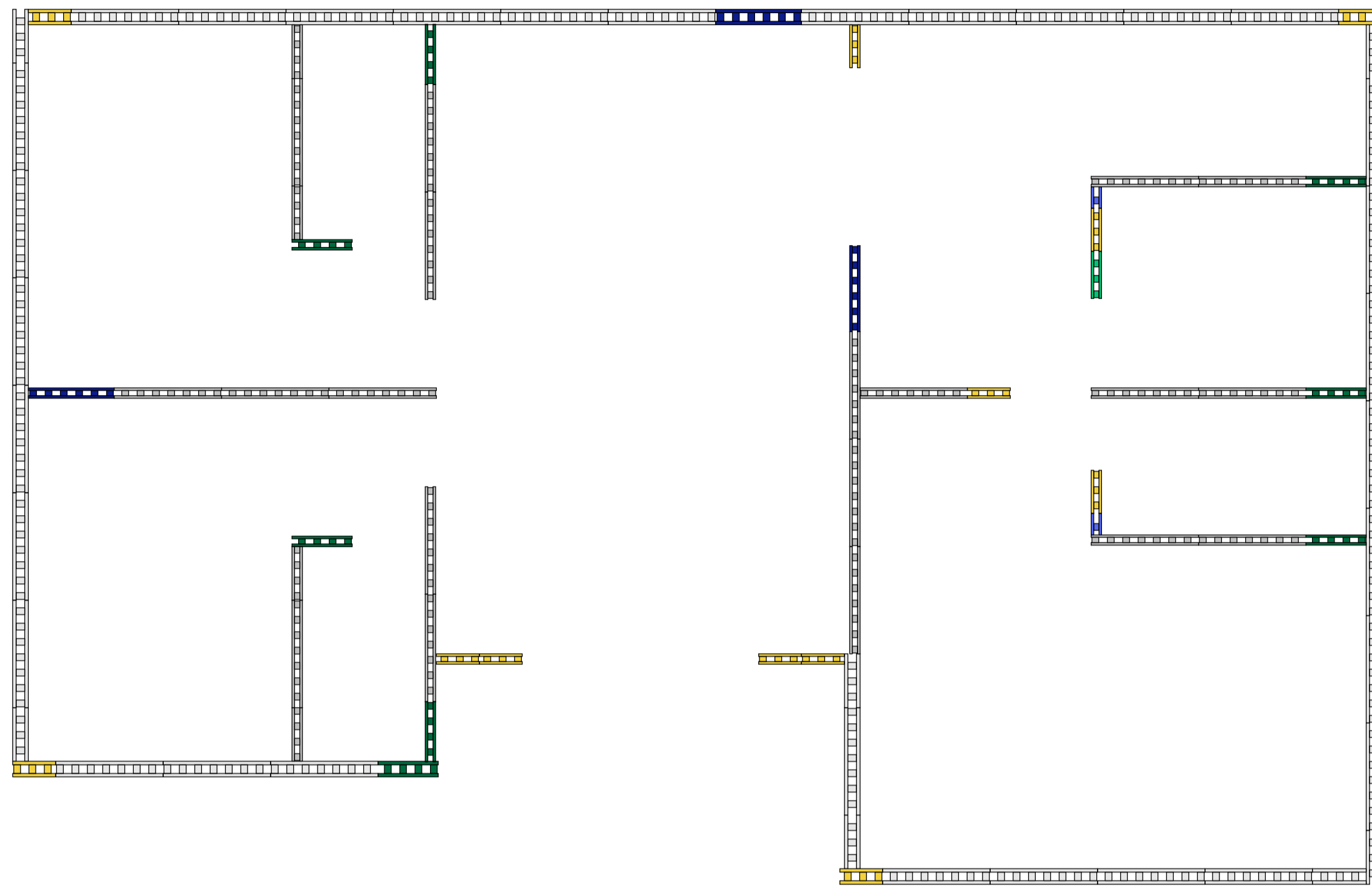


2

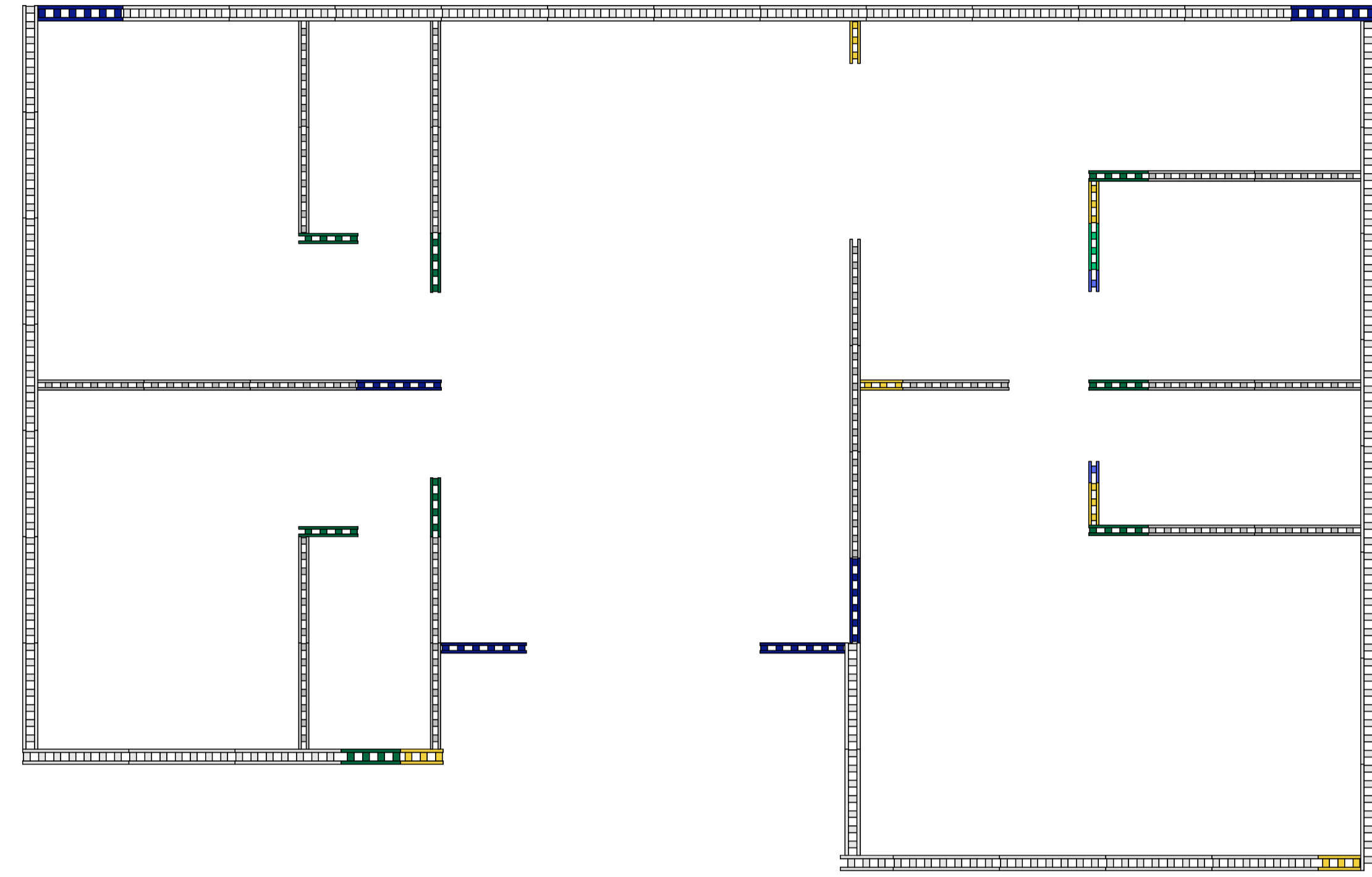
### 2ª FIADA - Pav. Térreo

1 : 100

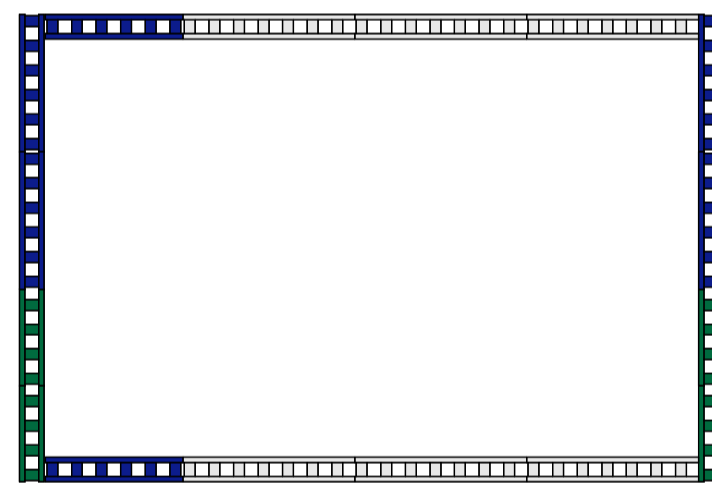
 <b>INSTITUTO FEDERAL</b> Santa Catarina	INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL		
	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  ORIENTADORA: PROF. ANDREA MURILLO BETIOLI COORIENTADORA: PROF. JULIANA BONACORSO DORNELES		
<b>RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR</b> Florianópolis - Santa Catarina - Brasil		Prancha: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">02</div> Total: 03	Escala: 1/100  Mês/Ano: 11/2022
Projeto: PROJETO EM ICF		Discriminação: FIADAS DO PAVIMENTO TÉRREO	
Acadêmica: MICHELLY SEEBER ZANOLLA			



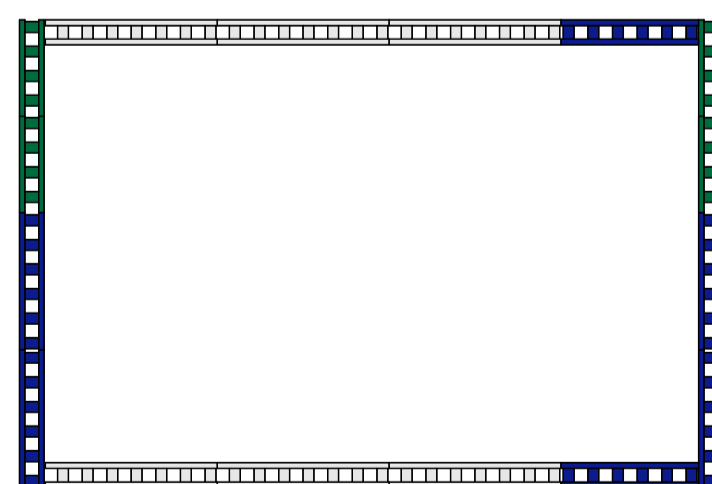
1 1ª FIADA - Pav. Superior  
1 : 100



2 2ª FIADA - Pav. Superior  
1 : 100



3 1ª FIADA - Caixa d'água  
1 : 100



4 2ª FIADA - Caixa d'água  
1 : 100

LEGENDA FÓRMAS 12	
	Bloco ICF 12x40x25cm
	Bloco ICF 12x40x50cm
	Bloco ICF 12x40x55cm
	Bloco ICF 12x40x62,5cm
	Bloco ICF 12x40x70cm
	Bloco ICF 12x40x100cm
	Bloco ICF 12x40x125cm

LEGENDA FÓRMAS 18	
	Bloco ICF 18x40x25cm
	Bloco ICF 18x40x50cm
	Bloco ICF 18x40x55cm
	Bloco ICF 18x40x62,5cm
	Bloco ICF 18x40x70cm
	Bloco ICF 18x40x100cm
	Bloco ICF 18x40x125cm



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
DE SANTA CATARINA - CAMPUS FLORIANÓPOLIS  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ORIENTADORA: PROF. ANDREA MURILLO BETIOLI  
COORDINADORA: PROF. JULIANA BONACORSO DORNELES

## RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

Prancha:

**03**

Escala:

1/100

Total:

03

Mês/Ano:

11/2022

Projeto:  
PROJETO EM ICF

Discriminação:  
FIADAS DO PAVIMENTO SUPERIOR E COBERTURA

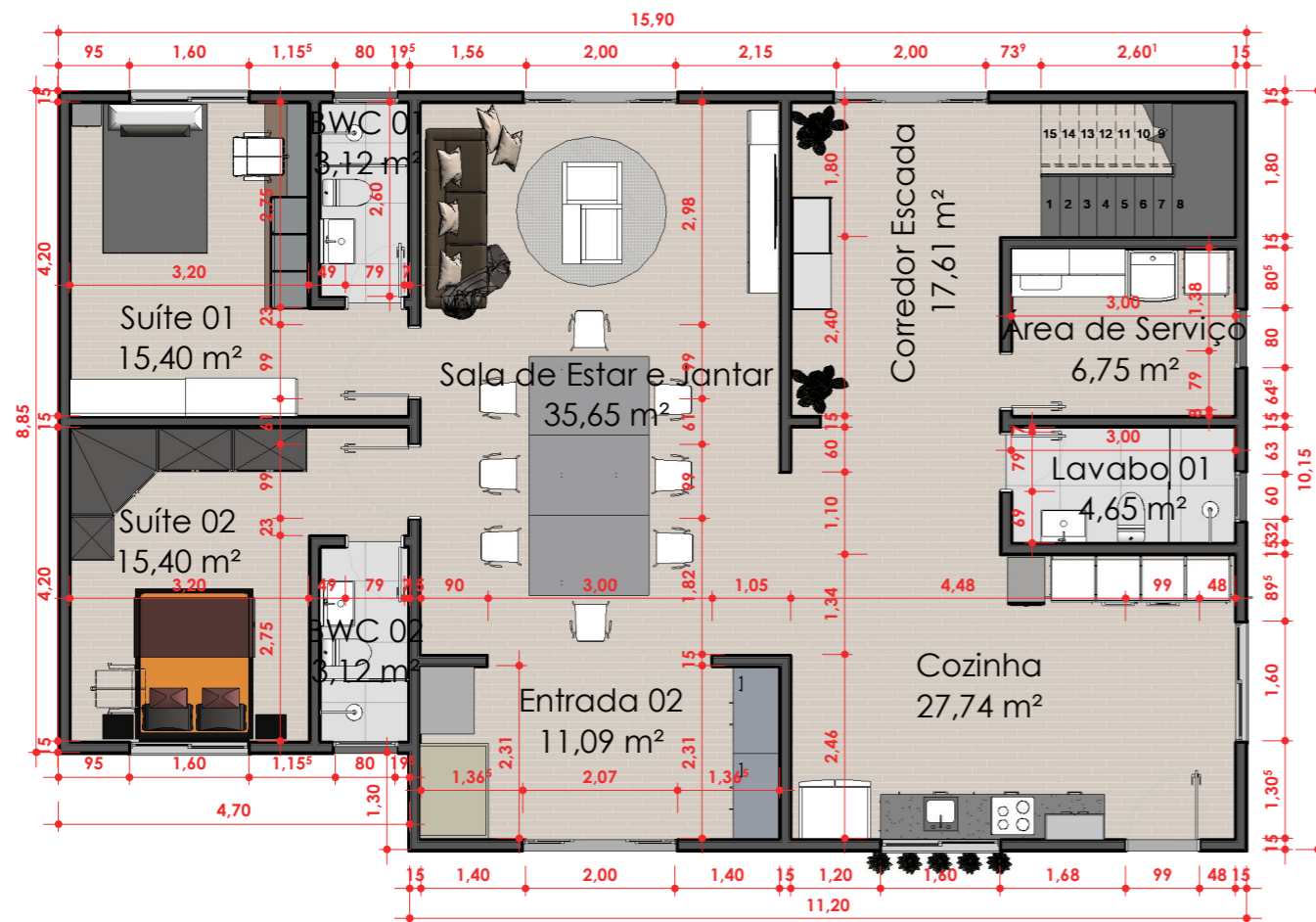
Acadêmica: MICHELLY SEEGER ZANOLLA

## APÊNDICE B - Planilha de Custos de Alvenaria Estrutural

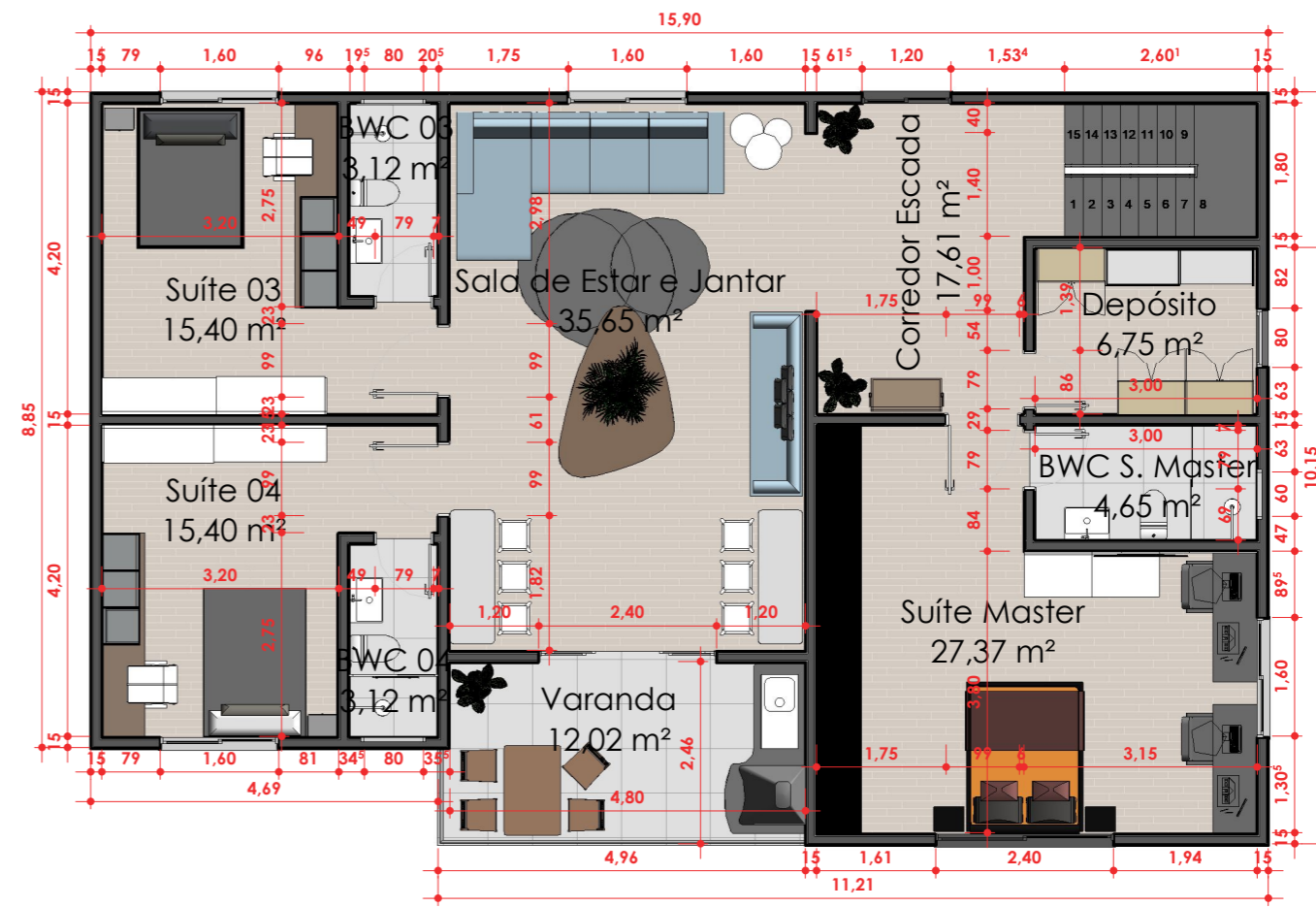
Item	Cód.	Discriminação	Unid.	Qntd.	Preço unit.	Preço mão de obra	Preço Material	Preço Total
<b>1</b>								
<b>Lajes</b>								
1.1	92510	MONTAGEM E DESMONTAGEM DE FÔRMA DE LAJE MACIÇA, PÉ-DIREITO SIMPLES, EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA RESINADA, 2 UTILIZAÇÕES. AF_09/2020	m²	278	R\$ 81,78	R\$ 5.696,22	R\$ 15.876,58	R\$ 21.572,80
1.2	92768	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-60 DE 5,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	436,91	R\$ 15,46	R\$ 1.839,39	R\$ 4.915,24	R\$ 6.754,63
1.3	92769	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 6,3 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	469,2	R\$ 14,68	R\$ 1.262,15	R\$ 5.625,71	R\$ 6.887,86
1.4	92770	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 8,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	455,11	R\$ 13,88	R\$ 755,48	R\$ 5.561,44	R\$ 6.316,93
1.5	92771	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 10,0 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	472,1	R\$ 12,42	R\$ 472,10	R\$ 5.391,38	R\$ 5.863,48
1.6	92772	ARMAÇÃO DE LAJE DE ESTRUTURA CONVENCIONAL DE CONCRETO ARMADO UTILIZANDO AÇO CA-50 DE 12,5 MM - MONTAGEM. AF_06/2022	Kg	231,7	R\$ 10,46	R\$ 127,44	R\$ 2.296,15	R\$ 2.423,58
1.7	103675	CONCRETAGEM DE VIGAS E LAJES, FCK=25 MPA, PARA LAJES MACIÇAS OU NERVURADAS COM USO DE BOMBA - LANÇAMENTO, ADENSAMENTO E ACABAMENTO. AF_02/2022	m³	36,8	R\$ 631,21	R\$ 1.401,34	R\$ 21.819,46	R\$ 23.220,80
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 11.554,12</b>	<b>R\$ 61.485,95</b>	<b>R\$ 73.040,08</b>
<b>2</b>								
<b>Paredes Estruturadas</b>								
2.1	89457	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², COM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	m²	93,27	R\$ 96,88	R\$ 2.220,76	R\$ 6.814,31	R\$ 9.035,06
2.2	89453	ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL 14X19X39 CM, (ESPESURA 14 CM), FBK = 4,5 MPA, PARA PAREDES COM ÁREA LÍQUIDA MENOR QUE 6M², SEM VÃOS, UTILIZANDO PALHETA. AF_12/2014	m²	490,05	R\$ 91,51	R\$ 10.090,13	R\$ 34.749,45	R\$ 44.839,58
2.3	89993	GRAUTEAMENTO VERTICAL EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	3,45	R\$ 1.070,84	R\$ 1.419,54	R\$ 2.267,17	R\$ 3.686,70
2.4	89994	GRAUTEAMENTO DE CINTA INTERMEDIÁRIA OU DE CONTRAVERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	0,54	R\$ 917,92	R\$ 149,86	R\$ 344,61	R\$ 494,47
2.5	89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	1,3	R\$ 1.031,73	R\$ 490,37	R\$ 847,98	R\$ 1.338,35
2.6	89995	GRAUTEAMENTO DE CINTA SUPERIOR OU DE VERGA EM ALVENARIA ESTRUTURAL. AF_09/2021	m³	3,07	R\$ 1.031,73	R\$ 1.158,03	R\$ 2.002,53	R\$ 3.160,57
2.7	89996	ARMAÇÃO VERTICAL DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	Kg	497,3	R\$ 12,16	R\$ 1.178,60	R\$ 4.868,57	R\$ 6.047,17
2.8	89998	ARMAÇÃO DE CINTA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	Kg	309,53	R\$ 11,60	R\$ 581,92	R\$ 3.008,63	R\$ 3.590,55
2.9	90000	ARMAÇÃO DE VERGA E CONTRAVERGA DE ALVENARIA ESTRUTURAL; DIÂMETRO DE 10,0 MM. AF_09/2021	Kg	81,7	R\$ 14,52	R\$ 362,75	R\$ 823,54	R\$ 1.186,28
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 17.651,96</b>	<b>R\$ 55.726,77</b>	<b>R\$ 73.378,73</b>
<b>3</b>								
<b>Revestimento</b>								
3.1	87553	EMBOÇO, PARA RECEBIMENTO DE CERÂMICA, EM ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400L, APLICADO MANUALMENTE EM FACES INTERNAS DE PAREDES, PARA AMBIENTE COM ÁREA MAIOR QUE 10M2, ESPESURA DE 10MM, COM EXECUÇÃO DE TALISCAS. AF_06/2014	m²	1073,8	R\$ 19,49	R\$ 9.138,38	R\$ 11.758,55	R\$ 20.896,93
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 9.138,38</b>	<b>R\$ 11.758,55</b>	<b>R\$ 20.896,93</b>
<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 38.344,46</b>	<b>R\$ 128.971,28</b>	<b>R\$ 167.315,73</b>

**ANEXOS**

ANEXO A - Projeto Arquitetônico



1. Planta Baixa Pav. Térreo  
1 : 100



2. Planta Baixa Pav. Segundo  
1 : 100



**INSTITUTO FEDERAL**  
Santa Catarina

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

CURSO: ENGENHEIRO CIVIL  
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ PUEL

## EDIFÍCIO UNIFAMILIAR

Rua Vera Linhares de Andrade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

prancha:

**01**

total:

04

escala:

1/100

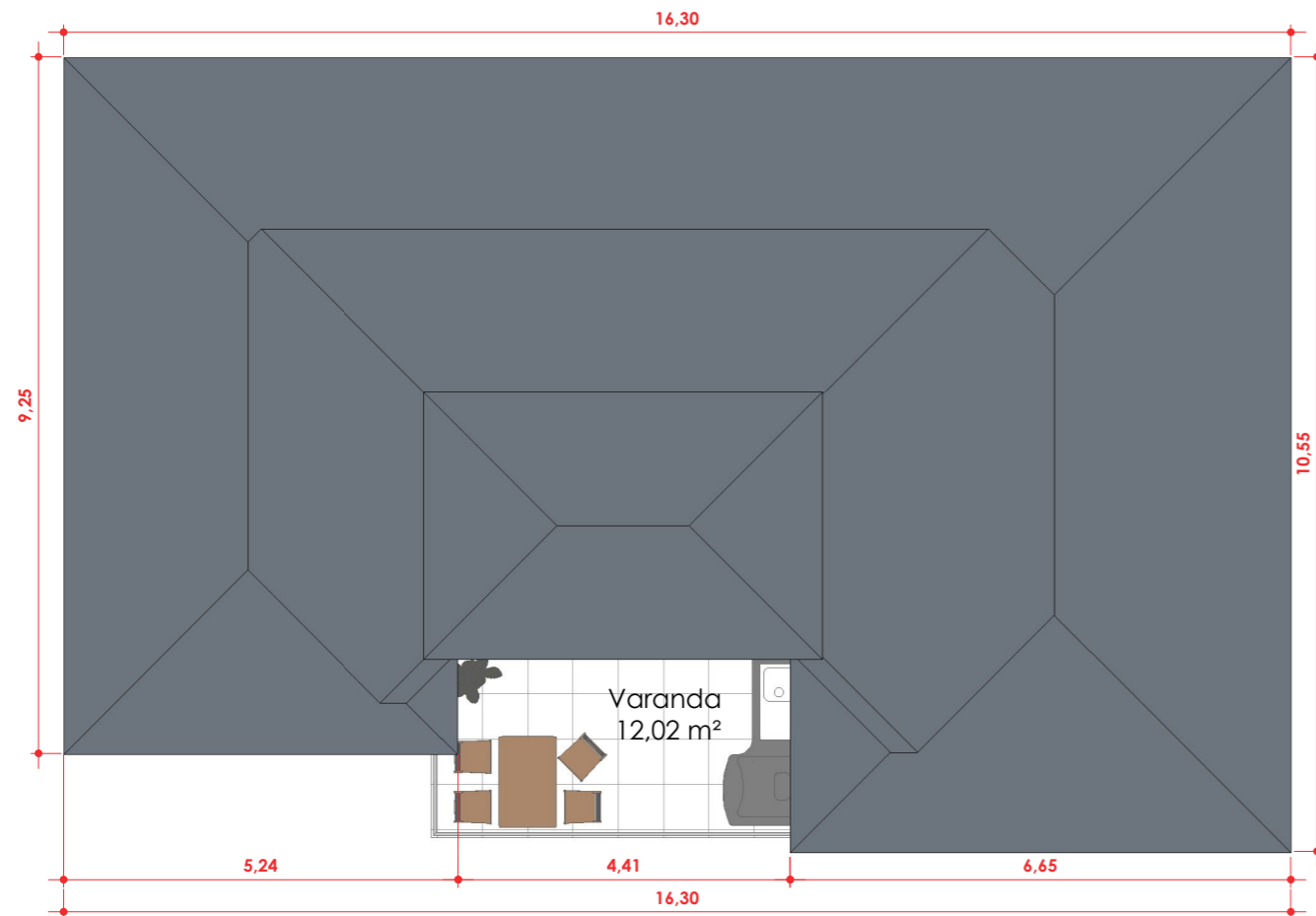
data:

02/03/22

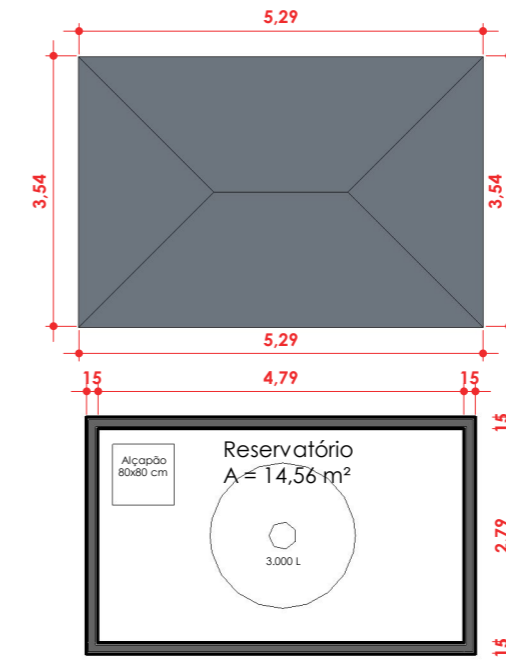
projeto:  
PROJETO ARQUITETÔNICO

discriminação:  
Planta Baixa Pav. Térreo e Pav. Segundo

aluno: OTÁVIO CAMPOS RIBEIRO MARTINS



**3. Planta Baixa Pav. Cobertura**  
1 : 100



**4. Planta Baixa Pav. Cob. Cx. d' Água**  
1 : 100



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

CURSO: ENGENHEIRO CIVIL  
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ PUEL

## EDIFÍCIO UNIFAMILIAR

Rua Vera Linhares de Andrade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

prancha:

**02**

total:  
04

escala:

1/100

data:

02/03/22

projeto:  
PROJETO ARQUITETÔNICO

discriminação:  
Planta Baixa Pav. Cobertura e Pav. Cobertura Caixa d'Água

aluno: OTÁVIO CAMPOS RIBEIRO MARTINS

8,95 RESERVATÓRIO

5,90 CAIXA D'ÁGUA

2,95 PAV. SEGUNDO

0,00 PAV. TÉRREO



1 Fachada Frontal



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS FLORIANÓPOLIS

CURSO: ENGENHEIRO CIVIL  
DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO  
ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ PUEL

## EDIFÍCIO UNIFAMILIAR

Rua Vera Linhares de Andrade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil

prancha:

03

total:

04

escala:

1/100

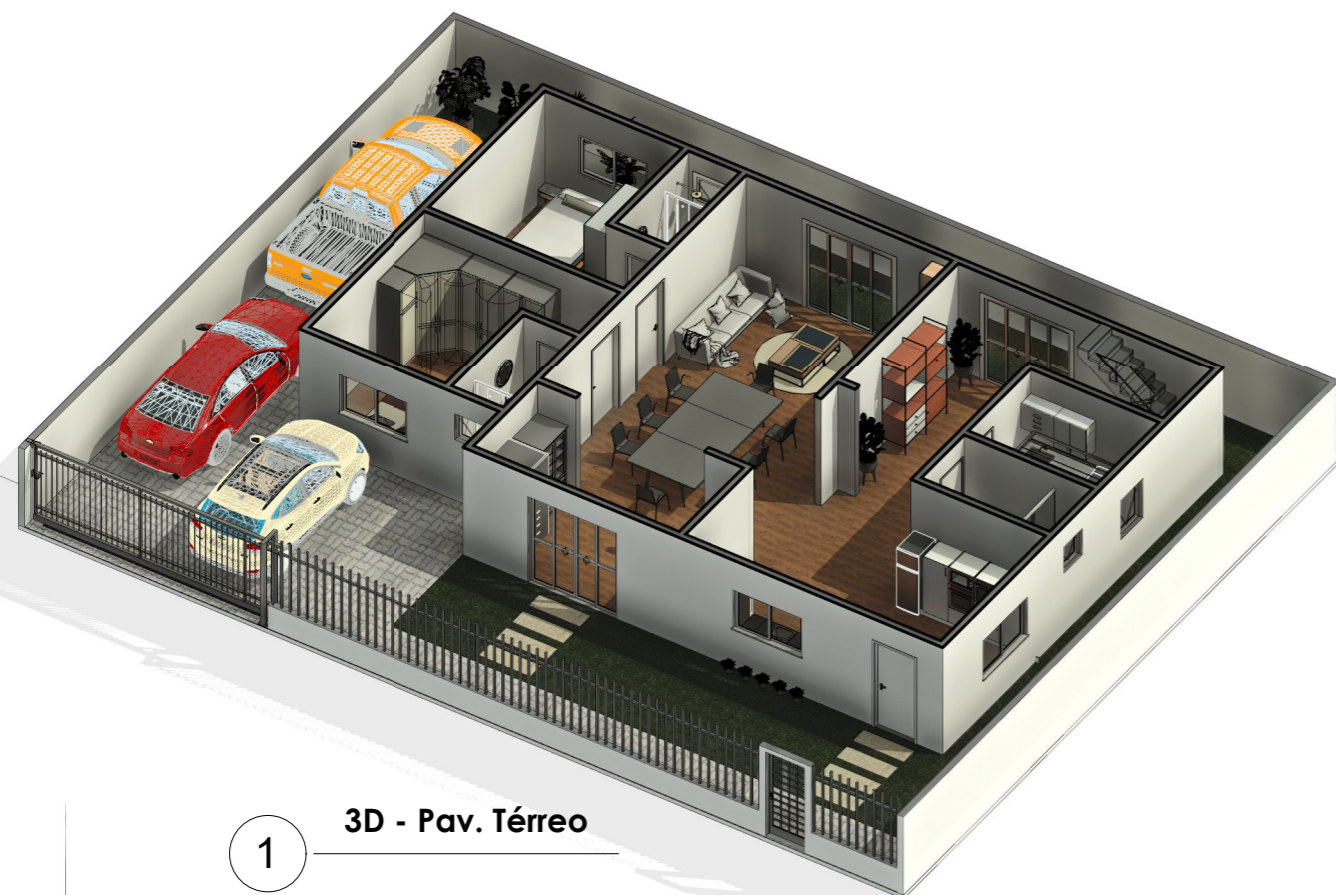
data:

02/03/22

projeto:  
PROJETO ARQUITETÔNICO

discriminação:  
Fachada Frontal

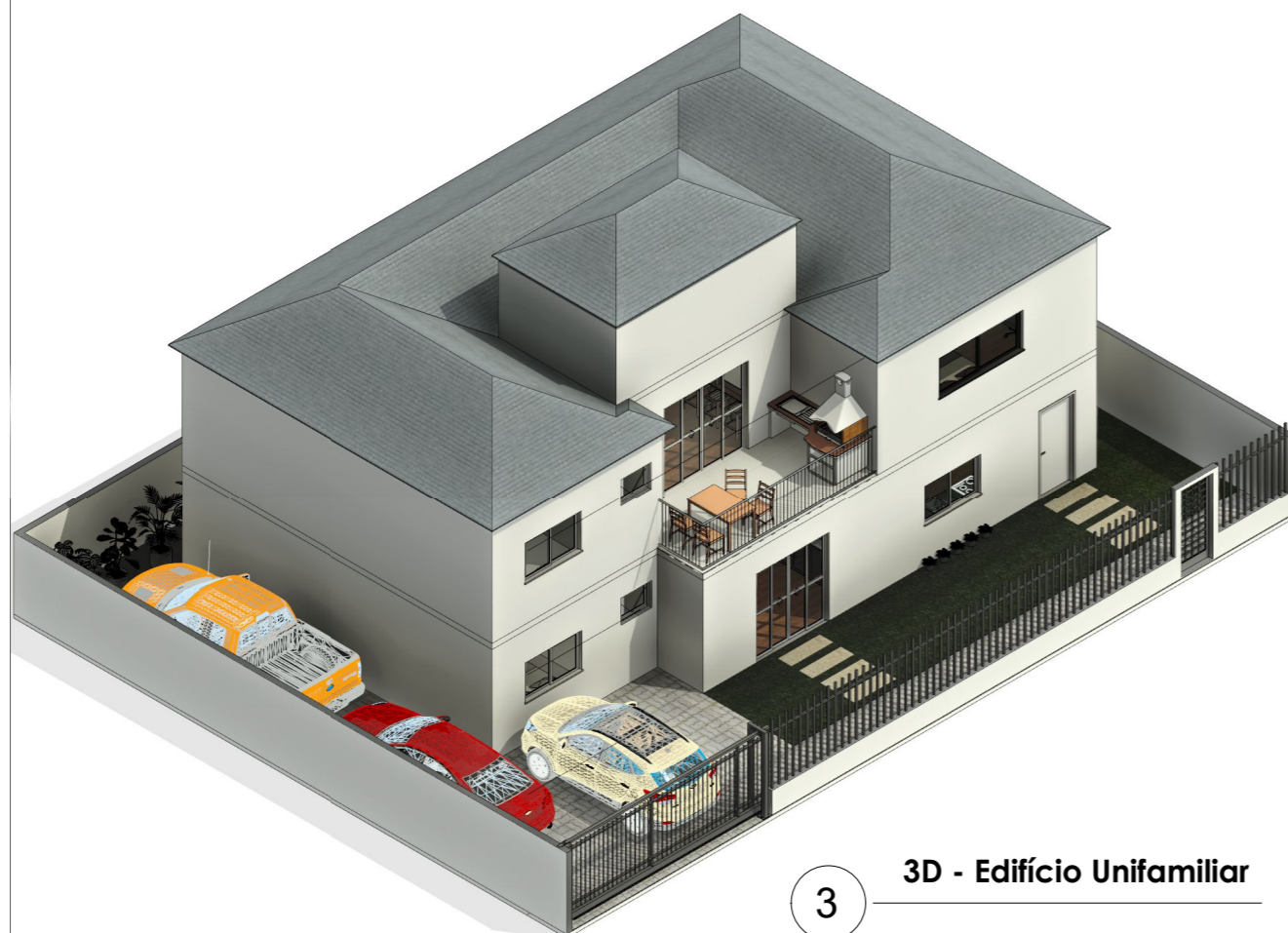
aluno: OTÁVIO CAMPOS RIBEIRO MARTINS




1 3D - Pav. Térreo



2 3D - Pav. Segundo



3 3D - Edifício Unifamiliar

 <p><b>INSTITUTO FEDERAL</b> Santa Catarina</p>	<p>INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA CAMPUS FLORIANÓPOLIS</p> <p>CURSO: ENGENHEIRO CIVIL DISCIPLINA: TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ORIENTADOR: PROF. ANDRÉ PUEL</p>	
	<p><b>EDIFÍCIO UNIFAMILIAR</b></p> <p>Rua Vera Linhares de Andrade - Florianópolis - Santa Catarina - Brasil</p>	
<p>prancha:</p> <p><b>04</b></p> <p>total: 04</p>	<p>escala:</p> <p>1/100</p> <p>data:</p> <p>02/03/22</p>	
<p>projeto:</p> <p>PROJETO ARQUITETÔNICO</p>	<p>discriminação:</p> <p>Vistas 3D</p>	
<p>aluno: OTÁVIO CAMPOS RIBEIRO MARTINS</p>		