

RACIONALIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO UTILIZANDO ICF: projeto de uma edificação comercial

Augusto Rocha Marques
Kneipp de Figueiredo Caiado
Rovena Dantas Rodrigues

RESUMO

A indústria da construção civil é de suma importância para a economia do país, representando 6,2% do PIB e 34% do total da indústria brasileira. O sistema construtivo mais utilizado no Brasil é o convencional de estrutura de concreto armado com alvenaria de vedação, porém pensando em redução de custos, rapidez na execução, menos resíduos e menor consumo de recursos, surgem novos sistemas construtivos, dentre os quais o ICF, que são formas de EPS unidas por conectores e preenchidas com concreto, sendo considerado um exemplo de racionalização da construção. A racionalização utilizando o ICF permite mais modernização, flexibilidade, economia e velocidade nas obras, além de novas máquinas e mão de obra, melhorando assim a qualidade do setor. O objetivo deste trabalho foi analisar o método de construção de um edifício comercial utilizando blocos de ICF com ênfase na racionalização da construção. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, quali- quantitativa e exploratória, realizada por meio de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. As variáveis analisadas serão o planejamento, elaboração e modulação do projeto arquitetônico, ou seja, a racionalização respeitando as condicionantes do sistema construtivo e, o tempo de execução, mão de obra utilizada e custos. Os resultados obtidos demonstram que uma edificação comercial feita com o sistema construtivo em ICF possui um custo inicial elevado quando comparado ao sistema construtivo convencional, porém o tempo de execução é significativamente reduzido. Em relação ao custo benefício supera o sistema convencional, visto que agrega outras vantagens dentre as quais é mais sustentável, não emite CO₂ e nem compostos orgânicos voláteis, reduz a geração de resíduos e o consumo de matéria prima, respeita as normas de desempenho térmico e acústico, reduz o consumo de energia elétrica, é totalmente estanque e resistente à infiltrações, fungos e mofo; em outras palavras, características e vantagens da racionalização da construção. Este trabalho pode ser utilizado como fonte de pesquisa para profissionais da área e estudantes.

Palavras-chave: Sistema construtivo. ICF. Racionalização da construção. Edificação comercial.

ABSTRACT

The civil construction industry is of paramount importance to the country's economy, representing 6.2% of the GDP and 34% of the total Brazilian industry. The most used constructive system in Brazil is the conventional reinforced concrete structure with sealing masonry, but thinking about cost reduction, speed of execution, less waste and less consumption of resources, new constructive systems arise, among which the ICF, which are forms of EPS joined by connectors and filled with concrete, being considered an example of rationalization of construction. Rationalization using the ICF allows for more modernization, flexibility, economy and speed in the works, in addition to new machines and labor, thus improving the quality of the sector. The objective of this work was to analyze the method of construction of a commercial building using ICF blocks with emphasis on rationalization of construction. The research is characterized as applied, quali-quantitative and exploratory, carried out through bibliographical research and case study. The variables analyzed will be the planning, elaboration and modulation of the architectural project, that is, the rationalization respecting the conditions of the construction system and the execution time, labor used and costs. The results obtained demonstrate that a commercial building made with the construction system in ICF has a high initial cost when compared to the conventional construction system, but the execution time is significantly reduced. In terms of cost-effectiveness, it surpasses the conventional system, as it adds other advantages, among which it is more sustainable, does not emit CO₂ or volatile organic compounds, reduces waste generation and raw material consumption, respects thermal performance standards and acoustic, reduces electricity consumption, is completely watertight and resistant to infiltration, fungi and moulds; in other words, features and advantages of rationalization of construction. This work can be used as a source of research for professionals in the field and students.

Keywords: Constructive system. ICF. Construction rationalization. Commercial building.

1- Introdução

A indústria, os serviços e a agropecuária são os três grandes setores da economia utilizados no cálculo do produto interno bruto (PIB), os quais são subdivididos em vinte atividades econômicas, dentre elas, a indústria da construção civil (ICC). A ICC tem grande contribuição sobre o valor do PIB do país porque emprega grande contingente de mão de obra, consome generosa parte de recursos naturais, oferece infraestrutura necessária para o crescimento das cidades e faz parte de uma grande cadeia complexa com outras atividades em seu entorno. No Brasil, quando a economia mostra bons números, investidores se sentem seguros a retomar atividades econômicas, como na ICC, em outras palavras, quando a economia vai bem, a construção civil segue o mesmo caminho. Portanto, existe uma relação íntima entre o PIB e a ICC (SOUZA *et al.*, 2015).

Para Acma (2017) a ICC é considerada o termômetro da economia porque se ela está bem, o Brasil também está, pois, investimentos no setor impulsionam o desenvolvimento urbano, ampliam o saneamento básico, diminuem o déficit habitacional e melhoram as condições de saúde. A cada R\$ 100,00 investidos na construção civil, R\$ 25,00 voltam em impostos para os cofres públicos. A ICC representa 6,2% do PIB do país e 34% do total da indústria brasileira (ACMA, 2017). Posto que a ICC no país é de suma relevância para a economia, é necessário conhecer qual o sistema construtivo mais adotado. Segundo Barbosa *et al.* (2013) o sistema construtivo mais utilizado no Brasil é o convencional, ou seja, concreto armado com alvenaria de vedação, contudo, pensando na redução dos custos, na rapidez da execução, menos geração de resíduos e menos consumo de recursos, tem surgido novos sistemas construtivos.

Para que os novos sistemas construtivos possam atender ao crescimento do setor da ICC, o Brasil precisa repensá-los. De acordo com Vaz (2014) existe no país a necessidade de uma produção mais econômica e mais sustentável e as empresas buscando o melhor custo-benefício, precisam aliar qualidade e produtividade, a fim de se tornarem competitivas. Reduzir o tempo de execução, minimizar desperdícios, integrar diversos projetos, organizar as etapas de execução, cumprir os prazos e qualificar a mão de obra, são alguns exemplos do que o raciocínio dentro de uma empresa pode proporcionar (VAZ, 2014).

Assim sendo, a racionalização da construção surge como uma excelente alternativa que engloba a análise de diversos fatores, possibilitando o desenvolvimento contínuo da execução da obra, bem como planejar todas as ações que devem ser realizadas objetivando à otimização de materiais, recursos humanos, financeiros e temporais, chegando no produto final com a maior qualidade possível e dentro do prazo (VAZ, 2014).

Também chamada de racionalização construtiva, a racionalização da construção é conceituada por Luiz Sérgio Franco, professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e sócio diretor da Arco Assessoria em Racionalização Construtiva, como sendo um método de gestão que envolve técnicas e sistemas construtivos tanto quanto envolve os aspectos da organização da cadeia de produção, indo desde a concepção do projeto e execução até os sistemas de qualidade e gestão da obra (MELLO, 2010).

Uma opção que une sistema construtivo e racionalização construtiva são as formas de concreto isoladas, em inglês *Insulated Concrete Forms* (ICF), cujo conceito de método construtivo baseia-se em formas de poliestireno expandido, traduzido da sigla internacional EPS, unidas por conectores plásticos ou metálicos, e preenchidas com concreto (ANAPE, 2019).

Como vantagens, conforme Anape (2019), o ICF ao contrário das formas tradicionais, não são removidas após a cura do concreto, tornando-se parte da edificação, acarretando em excelente conforto térmico e acústico, além de ganhos de resistência e durabilidade; e que oferece parede de concreto com duplo isolamento interno e externo. A versatilidade do EPS permite a fabricação de diferentes modelos e por ser de EPS é indicado para todos os tipos de climas; ademais o ICF é um sistema que economiza tempo e custos com mão de obra (ANAPE, 2019).

O objetivo principal deste trabalho é analisar o método de construção de uma edificação comercial utilizando blocos de ICF com ênfase na racionalização da construção desse sistema construtivo.

1.1- Objetivos

O objetivo deste trabalho é projetar um edifício comercial com o sistema construtivo ICF considerando as seguintes variáveis da racionalização construtiva: planejamento, elaboração e modulação do projeto, tempo de execução, utilização de mão de obra e custos. O objetivo secundário é a identificação, por meio de pesquisas bibliográficas, dos elementos de um sistema construtivo que são consideradas características primordiais da racionalização da construção.

1.2- Justificativa

Dados divulgados no dia 01 de setembro de 2020 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam sobre a importância da ICC para a retomada do país. Enquanto a economia caiu 9,7% no 2º trimestre, a construção civil caiu 5,7%. (CBIC, 2020). Para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) em 2021 a ICC deve ter o maior crescimento em oito anos acompanhando a previsão de crescimento de 4% do PIB, porém a escassez e o encarecimento de matérias primas e insumos podem prejudicar essa recuperação (MÁXIMO, 2020).

O sistema construtivo em ICF é uma solução que atende não somente essas



futuras demandas de crescimento econômico, mas atende também como alternativa

de sistema construtivo mais racional, industrializado, padronizado e sustentável, sendo sugerido também para a construção de habitações residenciais e edificações comerciais.

Com os sistemas construtivos racionalizados as empresas transformam os canteiros de obra em linhas de montagem, reduzindo custos, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade. Isto tudo permite o retorno do investimento já que o cronograma é cumprido antes do tempo, reduz-se os desperdícios e os resíduos, possibilitando até ganhos para o meio ambiente (ABCP, 2012).

Justifica-se então esta pesquisa porque estudar o sistema construtivo em ICF como alternativa para contribuir com a racionalização construtiva e os benefícios que ela traz para a sociedade, tais como: avanço da modernização da ICC no país, mais flexibilidade, economia e velocidade nas obras, aumento dos investimentos em materiais, máquinas, equipamentos e mão de obra no país, melhorando assim a qualidade desses setores. Academicamente, esta pesquisa contribui com os discentes quando permite aplicar conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula e conhecer esse modelo de sistema construtivo, que pode servir de base como referencial teórico para novos discentes e profissionais.

2- Referencial Teórico

2.1- Racionalização da construção civil no Brasil

A racionalização na Construção Civil não é tão recente como se pensa. No século XX a arquitetura modernista já se utilizava de princípios técnicos e científicos quanto os da Revolução Industrial, tais como a produção seriada para a construção de edificações residenciais, a padronização, a racionalização e uma estética racionalista. Na década de 20, o Le Corbusier defendia uma aproximação dos modos de construir habitações ao modelo fordista de produção (COSTA; TOMASI, 2014).

O empresário Roberto Simonsen da Companhia Construtora Santos, na década de 1920, foi um dos primeiros a usar a racionalização do processo de trabalho no Brasil, criando inclusive o Instituto de Organização e Racionalização do Trabalho (IDORT), cujo objetivo era divulgar esse processo baseado em critérios científicos. De 1950 a 1970 houveram no país algumas outras tentativas de racionalização dos processos de trabalho da Construção Civil, mas muito pontuais



(COSTA; TOMASI, 2014). Na década de 1980, houve um rompimento dos financiamentos do Estado em

relações as obras públicas, pois o cenário era de recessão econômica, houve a extinção do Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e junto com a crise do Banco Nacional de Habitação (BNH), os financiamentos e investimentos públicos, principalmente os relativos às políticas públicas habitacionais, foram interrompidos. Isso fez com que as construtoras precisassem repensar nossos modos de financiar as obras, diminuindo preços e custos. Foi mais ou menos nessa época que o setor da Construção Civil Habitacional passou a incorporar novos equipamentos, componentes e inovações organizacionais (COSTA; TOMASI, 2014).

Então nos anos 80 as construtoras ao precisarem adaptar um novo modelo construtivo mais competitivo financeiramente, se depararam com a questão da qualidade do produto final, principalmente nas edificações habitacionais, necessitando assim de rever sua cultura organizacional e incorporar novas tecnologias construtivas, pois o diferencial estava na qualidade, inclusive da manutenção do pós-obra. A “elitização” dos clientes e a criação do Código de Defesa do Consumidor em 1990, pressionou ainda mais as empresas do setor (COSTA; TOMASI, 2014). Ainda para os autores o planejamento da obra ganha mais importância nessa época, por causa dos prazos, o que fez surgir o fenômeno da subcontratação, que tem como vantagens a flexibilidade da produção e a redução de custos, porém, existem as desvantagens relativas ao setor trabalhista, como os trabalhadores não têm vínculo empregatício e não tem garantia de cumprimento dos seus direitos.

Para Costa e Tomasi (2014) a racionalização ocorre por meio do aumento do controle do processo de trabalho e a qualidade do produto final fica a cargo das certificações, isso para as empresas de médio e grande porte das grandes cidades. Os autores continuam informando que o processo de racionalização, auxiliado pelas certificações de qualidade, dão ênfase no planejamento da execução, articulam as etapas do processo construtivo, prescrevem as atividades a fim de evitar erros e aumentar a produtividade, antecipam os modos de execução, padronizando-os. Essa padronização estabelece metas a serem cumpridas quanto a produtividade e segurança no canteiro de obras, o que aumenta a participação do trabalhador no processo, utilizando-se de treinamentos de mão de obra.

Nem sempre a padronização dos processos construtivos nos canteiros de obra depende dos materiais e componentes de obra produzidos no país. Muitas indústrias já fornecem matérias prontas, que antes precisavam ser produzidas dentro



do

canteiro, o que permitiu que a padronização desse certo, devido ao ganho de tempo e repetição das ações (COSTA; TOMASI, 2014).

Leite e Risek (1997, *apud* COSTA; TOMASI, 2014) resumem essa época como uma produção em massa do estilo taylorista-fordista, além do início da flexibilização e das regulamentações. Porém, o Setor da construção civil se diferencia das demais indústrias por ser dependente da sua mão de obra em forma de ofícios com saberes empíricos e práticos, grande variedade de modos de trabalho, o que limita a implantação da racionalização do processo construtivo.

Sabbatini (1989) já afirmava que o Brasil estava passando por um processo de melhoria da qualidade de processos produtos, e que a indústria da construção civil precisa rever seus procedimentos, principalmente na redução do desperdício de materiais, o que para ele tinha relação com melhoria da eficiência da produção no que tange aos materiais, recursos humanos, energéticos, financeiros e temporais.

Melo *et al.* (2008) corrobora com Sabbatini ao dizer que a necessidade de intervenções na construção civil no Brasil é uma necessidade absoluta, frente aos seus impactos ambientais e riscos aos trabalhadores envolvidos. Diz que é essencial a racionalização da produção no setor, considerando a qualidade e o tempo de execução sobre o fluxo de material, percurso, estoques e otimização de mão de obra e equipamentos.

Porém o setor da construção civil esbarra com técnicas tradicionais e com sistemas construtivos não sustentáveis. No cenário atual, empresas passaram a buscar novos materiais, tecnologias e sistemas construtivos, e mais sustentáveis (OLIVEIRA *et al.*, 2018), ou seja, métodos mais racionais e mais sustentáveis.

2.2- Desafios da racionalização na construção civil

Os diversos modos de execução encontrados nos canteiros de obra no Brasil, prejudicam a adoção da racionalização do processo construtivo, ou seja, existe grande variabilidade de processos. Acaba que na construção civil, a saída é adotar métodos parecidos com demais métodos industriais, onde há adaptações específicas para as atividades. O que ocorre são prescrições rígidas das atividades, controle severo de gerentes, estabelecimento de ritmo de trabalho e organização dos sistemas de máquinas (COSTA; TOMASI, 2014). Essa condicionante técnica é reduzida nas grandes obras públicas, onde se reduz a variabilidade do processo impondo a padronização.

As certificações também auxiliam na padronização ao definir critérios que precisam ser atendidos. Por exemplo, a *International Organization for Standardization* (ISO) promove a normatização de produtos e serviços com foco na melhoria da qualidade. Para que a empresa consiga essa certificação ela deve atender requisitos de conformidade e para isso sofre processo de auditoria. Como a ISO nasceu para atender o setor de indústrias, precisou se adaptar para a construção civil e está constantemente passando por adaptações (COSTA; TOMASI, 2014).

Como as necessidades não são plenamente atendidas pela ISO, surgiu em 1978 no Brasil o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP) e em 1998 incorporou a letra H na sigla para “Habitat” (PBQP-H). Essas adequações ao setor da construção civil demonstram que existem dificuldades de implantação do processo de racionalização no país (COSTA; TOMASI, 2014).

Com o intuito de diagnosticar o processo de racionalização, Costa e Tomasi (2014) realizaram um estudo de caso em uma construtora de Belo Horizonte, especializada em obras de alto padrão em bairros nobres, com 168 trabalhadores na época. A construtora começou a implantar a racionalização da obra por meio de seus processos gerenciais, em 2002, adotando algumas medidas interessantes: projetos específicos ainda na fase de concepção do empreendimento, planejamento do canteiro de obras e articulação das diversas etapas de construção (ampliação da qualidade, redução dos erros, diminuição de custo, redução dos operários, minimização de perdas e redução do tempo de execução). Observa-se que as metas iniciais da empresa visavam diminuir as improvisações e melhorar a coordenação das equipes de trabalho (evitar retrabalho, esperas e paradas). A empresa adotou alguns requisitos da ISO 9001 no desenvolvimento de seu processo de racionalização. Cada etapa da obra possuía seu projeto específico, tais como alvenaria, ferragens, formas e etc., e estes projetos focaram na minimização dos desperdícios, economia de tempo, padronização vinculada às metas de desempenho e simplificação padronizada dos componentes executivos (o que permitiu previsão dos materiais a serem utilizados e conseqüentemente sem interrupções).

O estudo de Costa e Tomasi (2014) encontrou como resultado de minimização de tempo ocioso e interrupções o desenvolvimento de uma logística de fornecimento de materiais, envolvendo gestão de transportes e armazenamento, inclusive de



entulhos e uso de materiais pré-fabricados ou pré-misturados. Para engajar os trabalhadores no novo modelo, políticas de valorização foram implementadas

oferecendo cursos de profissionalização e treinamentos, políticas de recursos humanos foram regularizadas até nas terceirizadas, o que diminuiu a rotatividade dos funcionários e seu índice de satisfação no trabalho. A empresa também adotou Procedimento de Execução de Serviço (PES) que prescreve a execução do serviço, o que padronizou essa execução e até evitou discórdia entre os trabalhadores que podiam discutir sobre qual método era melhor, já que todos agora teriam o mesmo método. As prescrições aceitam sugestões dos trabalhadores do processo, sofrendo modificações necessárias, o que evita que eles deixem de seguir o PES. Ao “escutar” o trabalhador e permitir que o processo seja adaptado a partir de suas sugestões, diminui-se a sensação da perda de autonomia e futuros boicotes ao padrão.

Outro resultado interessante apontado por Costa e Tomasi (2014) é de que a “modernização” dos canteiros de obra, passaram a exigir profissionais mais qualificados, como técnicos de edificações, engenheiros e profissionais com cursos de capacitação.

2.3- A importância da “Construtibilidade” para a racionalização

A construtibilidade é a utilização do conhecimento e da experiência técnica em todos os níveis para a execução e racionalização das edificações, com foco na inter- relação entre a execução e as etapas do projeto (RODRIGUEZ; HEINECK, 2002).

Para Vaz (2014) antes, a construtibilidade era entendida como facilitadora do processo de construção por meio do projeto, mas que esse conceito mudou e passou a significar a integração do conhecimento e da experiência construtiva nas fases de concepção, planejamento, projeto e execução, cujo objetivo é simplificar os processos construtivos por meio do conhecimento da tecnologia adotada na edificação.

Para Rodriguez e Heineck (2002) a construtibilidade precisa de uma estrutura organizacional de projeto, que possibilite:

- Integrar as etapas de projeto e execução melhorando a comunicação entre os profissionais envolvidos e até com os clientes;
- Reuniões regulares entre a equipe;
- Criar a função de coordenador de projeto responsável pela melhoria de comunicação, coordenação e controle do processo;

- Formalizar o processo de projeto por meio de indicadores e parâmetros de projeto, registro de modificações do projeto e da criação de padrões de projeto; e
- Descentralizar a tomada de decisões, onde as decisões de projeto possam ser tomadas de modo conjunto.

Portanto a construtibilidade relaciona-se com a racionalização ao pensar na etapa de projeto, da concepção à execução.

2.5- Industrialização da construção civil

Ao pensar na racionalização dos métodos construtivos, é necessário pensar na industrialização da construção civil, em outras palavras, a industrialização é um pré-requisito para a racionalização (RIBEIRO, 2002).

Para Ribeiro (2002) com a revolução industrial surgem as máquinas nos canteiros de obras, porém no início acontece a mecanização de atividades “pesadas” e repetitivas. Entretanto, nos materiais de construção, a indústria se desenvolve mais rapidamente; começam a surgir diversidade de materiais ofertados no mercado e descentralização da produção. Ainda para o autor, o ciclo da produção de uma construção acontece em fases, em postos de trabalho diferentes e obriga os trabalhadores a se deslocarem enquanto que o produto fica imóvel. Nesse caso a fábrica é o canteiro de obras e o produto é a edificação.

O surgimento das ciências das construções junto dos impactos da revolução industrial separa o processo de construção em duas fases, a concepção e a de execução, conseqüentemente separando os profissionais envolvidos dos fabricantes de materiais. Por outro lado, a construção civil opera em ciclos longos, o que dificulta fazer previsões das demandas, o que fraciona a estrutura de produção. Erroneamente se pensa que para ser industrializado o produto precisa ser feito em fábricas fechadas, o que torna impossível afirmar que o canteiro de obras poderia ser industrializado, porém a industrialização se caracteriza pela tecnologia envolvida e nos seus conceitos de normalização, padronização e série (RIBEIRO, 2002).

Os componentes de fábrica, componentes construtivos funcionais produzidos em série, caracterizam a construção industrializada, tornando o processo construtivo mais rápido reduzindo operações no canteiro de obras; para isso, é necessária uma estrutura metodológica de projeto e execução. Os procedimentos industrializados

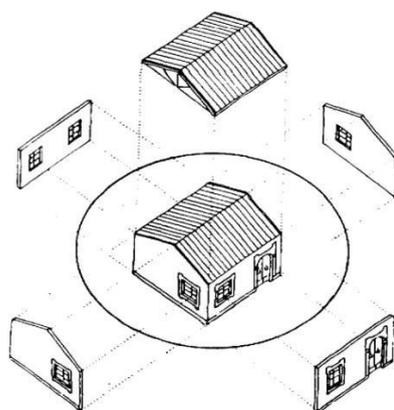


não são substitutos dos tradicionais, pois podem coexistir dependendo da situação (RIBEIRO, 2002).

Ribeiro (2002) diz que existem dois tipos de industrialização da construção: o sistema industrial fechado e o aberto. No sistema industrial fechado se projeta a edificação de que modo que cada elemento construtivo funcional possa ser produzido em série, em uma fábrica, e posteriormente montado na obra (figura 1). Enquanto que no sistema industrial aberto os elementos construtivos funcionais e polivalentes são produzidos e podem ser utilizados em diversos organismos arquitetônicos, sendo produzidos em série numa fábrica, ou mediante industrialização dos componentes; é uma operação de integração de componentes, também chamado de construção por componentes (figura 2) (MANDOLESI, 1981, *apud* RIBEIRO, 2002).

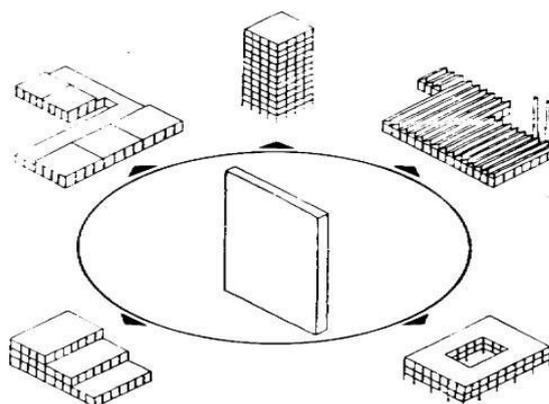
Mandolesi (1981, *apud* RIBEIRO, 2002) diz que é necessária a coordenação operacional dos participantes do projeto e do nível produtivo no sistema industrial aberto, e que a coordenação modular garante variedade de soluções nesse quesito, é mais flexível na forma e no uso.

Figura 1. Sistema industrial fechado



Fonte: Mandolesi (1981, *apud* RIBEIRO, 2002).

Figura 2. Sistema industrial aberto



Fonte: Mandolesi (1981, *apud* RIBEIRO, 2002).

2.6 – Sistema construtivo convencional

Os processos construtivos são classificados em tradicional (com uso de técnicas artesanais), convencional (uso de tecnologias no mercado com maior tempo de execução, figura 3), racionalizado (melhoria gradativa dos processos convencionais) e industrializado ou pré-fabricado (ABCIC, 200?).

O uso de métodos e processos convencionais no Brasil muitas vezes são causadores de muitas falhas verificadas nas obras, devido a erros de projeto, de execução e fiscalização. De acordo com Siqueira (2017) o método construtivo convencional em alvenaria de vedação traz desvantagens ambientais devido à grande quantidade de resíduos gerados, baixa produtividade, e ainda consome muito tempo de execução da obra e seu peso elevado contribui para o carregamento da estrutura da edificação. Mesmo com tantas desvantagens ainda é o sistema mais utilizado.

Figura 3. Sistema construtivo convencional



Fonte: IBDA (200?).

No sistema construtivo convencional as técnicas e métodos utilizados na produção dos elementos e componentes necessitam de muita mão de obra, como por exemplo na confecção de fôrmas e escoramento de madeira e de aço, para pilares, vigas, lajes, na elevação das alvenarias e na execução de revestimentos de argamassa, revestimentos cerâmicos e demais serviços. Todos estes serviços são realizados no canteiro e o tempo de execução é muito dependente do recebimento dos materiais, do armazenamento, do transporte interno, da cura do concreto e das argamassas, em outras palavras, as características fundamentais do processo são a maior perda e menor controle na fase de execução (ABDI, 200?; LACERDA;GOMES, 2014).

Na alvenaria do sistema construtivo convencional toda a sua carga é absorvida pelas lajes, vigas, pilares e fundação, e ela não possui nenhuma função estrutural (as estruturas são chamadas de alvenarias portantes), servem somente como fechamento de vãos e separação de ambientes (por isso também são chamadas de alvenarias de vedação). Diferentes dimensões de blocos são aceitas (o que permite atender diferentes necessidades de cada obra) e são aceitos variados materiais para esses blocos, dentre eles: bloco cerâmico, bloco de concreto (figura 4) e painéis moldados. Há necessidade de formas para o sistema de concreto armado (pilares, vigas, lajes e fundações), corte na alvenaria para embutimento de tubulações, elevado consumo de argamassa de assentamento, chapisco interno e externo, emboço, reboco, e ainda é o sistema mais utilizado no país, mesmo sendo de alto custo, baixo nível de planejamento, baixa qualificação da mão de obra, alto índices de desperdício, baixa qualidade dos materiais, alto índice de manifestações patológicas e prejudicial ao meio ambiente (ABDI, 200?; LACERDA;GOMES, 2014).

Figura 4. Blocos e formas em alvenaria de vedação



Fonte: IBDA (200?).

2.7 – Sistema construtivo em ICF

O sistema construtivo convencional é onde a estrutura de concreto é vedada com alvenaria de blocos ou painéis, e mesmo sendo o mais utilizado no país e um dos mais antigos, vem sofrendo críticas constantes, o que está levando aos profissionais buscar alternativas racionalizadas e pré-fabricadas ou industrializadas (ABDI, 200?). Uma alternativa seria o sistema construtivo em ICF.

Uma opção que une sistema construtivo e racionalização construtiva, pensa na sustentabilidade e pode ser uma substituta a alvenaria de vedação convencional é o ICF onde formas de EPS, unidas por conectores plásticos ou metálicos, são preenchidas com concreto (ANAPE, 2019).

No mercado de EPS encontram-se diversos produtos, tais como painéis monolíticos, formas isolantes para concreto (traduzido do *inglês Insulated Concrete Forms*, cuja sigla é ICF), preenchimentos de lajes, telha, forros, solução geotécnica para estabilizar solos moles, e concreto leve (ABIQUIM, 2019).

De acordo com a Associação Brasileira do Poliestireno Expandido (ABRAPEX) o EPS é composto de 98% de ar e 2% de poliestireno, densidade média de 25 Kg/m³ e na sua fabricação não é usado gás CFC (clorofluorcarboneto) nem substitutos e, o EPS é um produto reciclável e reaproveitável, além de ser excelente isolante térmico e acústico e possuir alta resistência.

Dados da Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUIM), em 2019 o Consumo Aparente Nacional (CAN) e a produção de EPS bateram recordes, alcançando 107 mil e 68,8 mil toneladas, respectivamente. Desde o começo da série histórica, em 1999, a taxa anual de crescimento é de 4,4% para CAN e 5,1% de EPS. As importações cresceram 3,5% ao ano e as exportações 2,8% ao ano. Importante informar que o CAN é a soma da produção com a importação subtraída da exportação.

O EPS apresenta como vantagens: baixa condutividade termoacústica, baixo peso, baixa absorção de água, resistência mecânica, resistência a intempéries, resistência química e capacidade de fácil manuseio.

Para Siqueira (2017) o sistema construtivo de alvenaria em ICF é uma alternativa vantajosa por ser um produto que otimiza o processo produtivo com ganho e economia de tempo, baixo peso específico que também economiza no dimensionamento das estruturas. Ebert e Baldissera (2015) concordam com as vantagens ao dizer que a baixa capacidade de condutividade térmica e acústica favorece o conforto ambiental para o ambiente construído, ocasionando menor consumo de energia. Também reduz proporcionalmente o volume de resíduos gerados no canteiro de obras.

Os blocos de ICF são sustentáveis, eficientes e econômicos, porque o material é 100% reciclado formando duas camadas de EPS, leves e fáceis de montar, devido ao sistema de encaixe macho e fêmea.

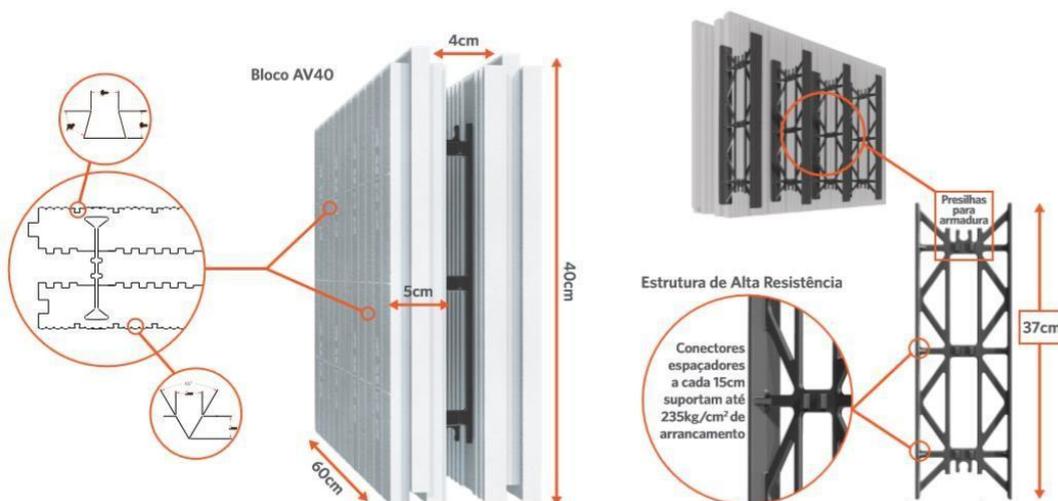
Os blocos utilizados neste estudo foram desenvolvidos pela empresa canadense ARXX com sede no Brasil na cidade de Vila Velha/ES. Esta empresa desenvolveu os seguintes blocos:

- ARXX VEDA – AV40, utilizados para vedação: um bloco desse pesa 1,2 Kg, enquanto que, se for comparar para que fiquem do mesmo tamanho, 3 blocos de concreto pesam em média 35,1 Kg e 6 blocos cerâmicos pesam em média 13,8 Kg. Blocos mais indicados para fundações rasas (sapatas e radier). Reduzem em até 66% o peso da parede se comparados com bloco de concreto e cerâmico.
- ARXX PRIME – AP100 e AP190, com função estrutural e de vedação: com 50% de material reciclado, pode construir obras com até 5 pavimentos sem uso de vigas e pilares. Esse bloco pesa 4,3 Kg e equivale a 9 blocos de concreto que pesam 105,3 Kg. Seu sistema de encaixe é macho e fêmea com encaixe reversível (no lado direito ou esquerdo). Seus conectores de plástico são 100% recicláveis.

O bloco VEDA AV40 (figura 5) possui 60 cm de comprimento, 40 cm de altura e 14 cm de largura (sendo cada camada de EPS tem 5 cm de espessura ficando 4 cm de espessura para preenchimento com concreto). As placas de EPS são unidas por conectores de polipropileno de alta resistência a cada 15 cm, e consegue suportar uma carga de 235 Kg/cm² em seus pontos de fixação. Em cima dos conectores existem os “fingers” para suporte e rápida colocação do aço CA50 estrutural (ARXXBRASIL, 2019).

O bloco PRIME autoportante apresenta dimensões de 1,20 m de comprimento, 60 cm de altura e 23 cm de largura (sendo que cada camada de EPS mede 6,5 cm de espessura sobrando 10 cm de espessura para o preenchimento com concreto). A forma AP100 unida por conectores de polipropileno de alta resistência suporta uma carga de arranque de 235 Kg/cm²; em seus pontos de fixação, espaços a cada 15 cm, existem os “fingers” para suporte e colocação do aço CA50 estrutural. As formas AP190 são blocos de canto e apresentam as mesmas características do AP100, porém com diferenças de dimensões: 90 cm x 45 cm x 60 cm x 23 cm (figura 6) (ARXXBRASIL, 2019).

Figura 5. Detalhe do bloco VEDA AV40 de ICF



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Figura 6. Detalhe do bloco AP100 e AP190 de ICF



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

A empresa ARXX foi escolhida para este estudo porque seu sistema atende aos requisitos da ABNT NBR 15.575-4, 2013 (quadro 1), que é uma norma que estabelece os requisitos, critérios e métodos para a avaliação do desempenho de sistemas de vedações verticais internas e externas de edificações habitacionais ou de seus elementos; também atende a ABNT NBR 6118, 2014, que é a norma para estruturas de concreto armado e a norma ABNT NBR 16.055, 2012 que é a norma para paredes de concreto armado.

Requisitos que os blocos superam da NBR 15.575-4

	BC	L	FC	PVC	ARXX PRIME
Segurança Estrutural	x		x	x	Supera em 221x
Segurança contra o fogo	x		x		Supera em 16x
Estanqueidade	x		x	x	Supera em 13x
Desempenho térmico				x	Supera em 15x
Desempenho acústico					Supera em 3x
Saúde e qualidade do ar	x	x	x	x	Supera em 5x
Durabilidade	x		x	x	Supera em 4x
Manutenibilidade	x	x	x	x	Supera em 3x
Sustentabilidade	x	x	x	x	Supera em 10x

No quadro BC = Bloco de concreto 14 cm; L = Lajota de 8 furos; FC = Formas metálicas para paredes de concreto 10 cm; PVC = Forma de PVC para concreto; X = Atende os requisitos mínimos; ARXX PRIME = Supera os requisitos mínimos em X vezes.

Quadro 1. Requisitos que os blocos superam da NBR 15.575-4

Fonte: ARXXBRASIL (2019).

A empresa também é detentora de um título muito sustentável, sendo a empresa que mais possui certificações LEED no mundo, conseguindo agregar até 34 pontos (ARXXBRASIL, 2019). Importante dizer que a certificação LEED exige requisitos a serem cumpridos que caracterizam esse sistema construtivo como exemplo de racionalização da construção.

2.4- Construção enxuta ou *Lean Construction*

A construção enxuta adaptou o Sistema Toyota de Produção (TPS), o “Sistema de Produção Enxuta” para a construção civil, que tem como objetivo deixar o sistema mais eficiente, flexível, ágil e inovador. Um dos princípios do TPS é a redução das perdas.

Segundo Ohno (1997) o TPS procura reduzir os sete tipos de desperdícios nas empresas: perda de super-produção (quantidade e antecipada), perda por espera, perda por transporte, perda no processamento, perda por estoque, perda por movimentação e perda por fabricação de produtos defeituosos.

Ferraz *et al.* (2005) realizaram um estudo em uma construtora com o objetivo de avaliar o seu planejamento e gestão, com foco nos aspectos ligados à construção enxuta. Chegaram à conclusão de que é possível existir na construção civil uma construção racional.

O setor da construção vem procurando melhorias na técnica da construção enxuta, porque está cada vez mais buscando menos esforços e desperdícios e mais produtividade. Além disso, a construção enxuta é mais sustentável pois agride menos o meio ambiente (MARIS; PARRISH, 2016).

A construção enxuta permite melhoria da qualidade, redução de desperdícios e improdutividades físicas, aumenta produtividade da mão de obra e segurança do trabalho (EBERT; BALDISSERA, 2015).

O sistema construtivo em ICF é uma construção enxuta pois reduz em até 90% a geração de resíduos, proporcionando obras limpas e seguras (figura 7). Por isso este trabalho está utilizando os blocos da empresa ARXX, pois ela é detentora do título de “Tecnologia construtiva mais sustentável do Brasil” e é a única que consegue alcançar até 34 pontos LEED (ARXXBRASIL, 2019).

Figura 7. Sistema construtivo enxuto com pouco resíduos e pouco materiais estocados



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Além disso, os blocos da empresa escolhida também reduzem o consumo energético em 80%, as paredes se tornam resistentes à infiltrações, fungos e mofos, e são paredes estanques, reduz drasticamente a quantidade de resíduos de obra e são compostas de até 25% de materiais reciclados, possuem alto isolamento acústico de até 65 dB e alto desempenho térmico, não emite compostos orgânicos voláteis e reduzem em até 20% as emissões de CO₂.

A edificação que for construída com o sistema construtivo em ICF com os blocos da ARXX consegue pontuar em três categorias da certificação LEED (ARXXBRASIL, 2019):

- Contribuinte: contribui diretamente na obtenção de créditos;
- Impulsionador: facilitando a aplicação do design e de créditos operacionais por meio do uso de suas vantagens funcionais, e
- Participante: utilizando recursos estruturais e design de forma indireta nos aspectos de projeto para a obtenção de créditos.

No quadro 2, pode-se observar os 34 pontos que as edificações construídas com ICF da empresa ARXX conseguem alcançar da certificação LEED.

SEÇÃO LEED	CRÉDITO LEED	PONTOS LEED	BENEFÍCIOS RELEVANTES DO ARXX
Locais Sustentáveis	SSc5.1 Desenvolvimento do Local: Proteger ou Restaurar Habitat	2 (1 para hospitais)	Em uma área totalmente nova esse crédito pode ser alcançado por meio da diminuição dos transtornos gerados pela construção em torno do perímetro. Por desempenhar a construção no interior do local, acaba por gerar a mínima área escavação, o que diminui os transtornos gerados pela construção.
Energia e Atmosfera	EAp2. Performance Energética Mínima	(Não obrigatório)	Os créditos para performance energética são relacionados ao uso de energia na construção. Contribui diretamente para a racionalização de energia.
	EAc1. Otimização da Eficiência Energética	18, exceto Escolas (16) e Hospitais (20)	Os créditos para performance energética são relacionados ao uso de energia na construção. Contribui diretamente para a redução de energia por meio da estanqueidade do ar, da camada isolante e dos benefícios da massa térmica.
Materiais e Recursos	MRc2. Gerenciamento do Desperdício de Materiais	(Não obrigatório)	Garante que os detritos da construção sejam reciclados e redirecionados novamente ao processo manufatureiro. A natureza do sistema proporciona o desperdício mínimo de materiais produzidos no decorrer da construção, e o que é produzido pode ser inteiramente reciclado, sendo um sistema de zero desperdício.
	Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	3	Pode ajudar a contribuir com 3 pontos em “Opção 4. Avaliação do Ciclo de Vida Total da Construção”. O alto índice de eficiência energética contribui para a redução dos impactos da construção civil no aquecimento global.
	Divulgação e Otimização de Produtos de Construção – Declarações de Produtos Ambientais	1	Pode ajudar a contribuir com 1 ponto em “Opção 1. Declaração Ambiental do Produto (DAP)”. Usa o EPS que transporta documentos DAP, que estão em conformidade com a Norma ISSO 14025.

(Continua)

SEÇÃO LEED	CRÉDITO LEED	PONTOS LEED	BENEFÍCIOS RELEVANTES DO ARXX
Materiais e Recursos	Divulgação e Otimização de Produtos de Construção – Suprimentos de Matérias-Primas	2	Blocos feitos de prolipropileno pré-consumido e 100% reciclado, em porcentagem de conteúdo reciclado, conforme a seguir: AV40 (47,7%), AP 100 (46,2%) e AP 190 (51,4%).
	Divulgação e Otimização de Produtos de Construção - Matéria-Prima do Material	1	Contribui para 1 ponto na “Opção 3. Otimização da Cadeia de Suprimentos do Fabricante do Produto”. São certificados sob as exigências de qualidade da ABNT.
	Gestão de Resíduos de Construção e Demolição	2	Programas podem ser colocados em prática para reciclar o EPS dos locais de trabalho. O EPS também é leve e produz menos resíduos do que a alvenaria convencional.
Qualidade Interna do Ar	Desempenho Acústico Mínimo	(Não obrigatório)	Aumentam a performance acústica podendo oferecer um alcance de isolamento acústico de até 65 dB.
	Materiais de Baixa Emissão	3	Reduzem a emissão de CO2 em até 20% além de não emitirem compostos voláteis.
	Conforto Térmico	1	Oferece isolamento contínuo em paredes do piso até o teto, além de terem oferecem maior isolamento térmico que qualquer outro sistema construtivo de paredes.
	Desempenho Acústico	1	Pode contribuir para as classificações do STC (índice de parâmetros para projetos de isolamento acústico) em montagens de parede e teto, pois foram submetidas a um conjunto de testes acústicos STC .

No quadro BC = Bloco de concreto 14 cm; L = Lajota de 8 furos; FC = Formas metálicas para paredes de concreto 10 cm; PVC = Forma de PVC para concreto; X = Atende os requisitos mínimos; ARXX PRIME = Supera os requisitos mínimos em X vezes.

Quadro 2. Pontos alcançados na certificação LEED pelos blocos ICF da ARXX

Fonte: ARXXBRASIL (2019). Adaptado.

2.8 – Etapas da execução do Sistema construtivo em ICF

No sistema construtivo em ICF o primeiro passo é a ancoragem dos blocos AV40 na fundação, que possibilita que os blocos se prendam à fundação, permitindo a transmissão dos esforços e impedindo qualquer tipo de deslocamento, deixando assim a estrutura autoportante.

Com a fundação pronta e bem nivelada, a ancoragem é feita por meio de marcações das posições das paredes, com esperas verticais compostas de vergalhões de 80 cm de altura espaçados 30 cm entre si, com bitola definida no cálculo estrutural. Estas esperas tem função de arranque (figura 8).

Figura 8. Ancoragem da 1ª fiada dos blocos AV40



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Após a ancoragem é colocada a 1ª fiada dos blocos AP100 e AP190 quando for para os cantos, sendo que se começa pelos blocos AP190 e entre eles colocam-se os blocos AP100, se for necessário, os blocos AP100 podem ser cortados (figura 9), os blocos AP100 por serem blocos estruturais são assentados como paredes externas.

Figura 9. Primeiras fiadas dos blocos de ICF



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Na 1ª fiada dos blocos de vedação AV40 é feita de forma rápida por meio de encaixes e sem fenda, utilizando perfilados tipo eletrocalhas (0,20 x 0,38 mm) e esperas de vergalhões, fixados na fundação bem nivelada (figura 10).

Figura 10. Ancoragem da 1ª fiada dos blocos VA40



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Depois da 1ª fiada, nivelada, alinhada e esquadrejada, se começam a subir as demais fiadas, ou seja, a estrutura. Novamente o início se dá pelos cantos em direção ao centro e se instala na horizontal, com espaçamento entre 80 cm, uma barra de aço de diâmetro 6,3 mm para os blocos AV40, e para os blocos AP100 e AP190 (estruturais) o diâmetro da barra de aço será determinado pelo cálculo estrutural, mas seus espaçamentos horizontais ficam entre 30 a 60 cm (figura 11). Estes espaçamentos das barras surgem até que alcancem a altura da parede desejada, considerando os vãos de portas e janelas, que também recebem reforço de barras de aço nas vergas e contravergas. Paralelamente a todo este processo, escoras metálicas fixadas no piso e encostas nas fiadas, são responsáveis por manter o prumo correto e evitar deslocamentos devido ao vento ou concretagem (figura 12).

Figura 11. Colocação das barras de aço



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Figura 12. Escoramento metálico



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Com as escoras metálicas pode-se prosseguir com a concretagem que irá preencher os blocos. O concreto da AV40 deve o micro concreto ou argamassa com no mínimo 2 Mpa de resistência e do AP100 e AP190 deve ser concreto usinado de 25 Mpa mínimo, bombeado por mangote do caminhão betoneira até a parte superior das formas, paralelamente, acontece a vibração, com vibrador apropriado, a fim de evitar vazios e garantir o perfeito preenchimento das formas. As condições de cura dentro das formas de EPS aumentam a resistência do concreto em até 50% (figuras 13 e 14).

Figura 13. Concretagem dos blocos



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Figura 14. Concretagem dos blocos



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

As lajes precisam ser instaladas nas paredes de blocos estruturais. Ao fim da concretagem, são deixados arranques nessas paredes com a função negativa para as treliças das lajes pré-moldadas ou será feito um rebaixo na parte interna do bloco para as lajes engastadas, com posterior união da armação da forma com a armação da laje, e só depois que se realiza a concretagem simultânea dos blocos com a laje, formando um monobloco (figura 15). Também aceita laje protendida.

Figura 15. Ancoragem da laje



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

A passagem das tubulações depende do diâmetro das mesmas, se forem menores do 5 cm, podem ser feitas depois da concretagem (pois cabem dentro da espessura do EPS), por meio de soprador térmico elétrico que projeta calor sobre o poliestireno que se contrai, abrindo um sulco (figura 16), mas também pode ser feita abertura com “faca quente”. Se o diâmetro for maior, a tubulação deve ser colocada antes da concretagem e deve ser protegida.

Figura 16. Abertura para passagem de tubulação



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

Referente a aplicação de revestimento, o procedimento é bem similar ao da alvenaria convencional. Pode ser utilizada argamassa projetada ou manual. É aplicada uma nata de areia, cimento e água, ou argamassa pronta, e adiciona-se água e aditivo plastificante. Cobre-se toda a superfície dos blocos de ICF. Após a secagem do chapisco, vem o emboço, depois massa corrida e pintura ou outro revestimento escolhido (figura 17). Nas paredes internas e laje pode ser aplicado gesso diretamente.

Figura 17. Obra pronta feito com blocos em ICF



Fonte: ARXXBRASIL (2019).

No sistema construtivo em ICF não é necessário colocar isolamento térmico e acústico, porque o bloco de EPS já cumpre essa função pois são formados por células de poliestireno expandidas, resultando em células cheias de ar que dificultam a passagem do calor, conferindo à estrutura grande poder isolante (quadro 3). Essas células também possuem baixa absorção de água, logo, insensível à umidade, garantindo assim suas características térmicas e mecânicas mesmo sob a ação da umidade.

Comparação de isolamento acústico

	PAREDES DE VEDAÇÃO		PAREDES ESTRUTURAIS		
Isolamento acústico	AV40	Alvenaria convencional	AP100 e AP190	AS100 e AS190	Alvenaria armada
	55db	13db	65db	65db	42db

Quadro 3. Comparação de isolamento acústico

Fonte: ARXXBRASIL (2019).

As paredes do sistema construtivo em ICF por serem impermeáveis não favorecem a proliferação de mofo e bolor, e ficam protegidas contra dilatação e conseqüentemente imunes à infiltração, não absorvem ou transmitem calor. Aliás, em relação ao conforto térmico podem chegar a reduzir o uso de aparelhos de ar condicionado em até 60% (quadro 4) (ARXXBRASIL, 2019).

Comparação de isolamento térmico

EDIFICAÇÕES EM ICF			EDIFICAÇÕES COM PAREDES CONVENCIONAIS		
Área	Sol da manhã	Sol da tarde o dia todo	Área	Sol da manhã	Sol da tarde o dia todo
9m ²	7000 BTUs	7000 BTUs	9m ²	7500 BTUs	9000 BTUs
12m ²			12m ²	9000 BTUs	10000 BTUs
20m ²			20m ²	10000 BTUs	12000 BTUs
25m ²			25m ²	12000 BTUs	15000 BTUs
30m ²	9000 BTUs	9000 BTUs	30m ²	15000 BTUs	18000 BTUs
40m ²	10000 BTUs	10000 BTUs	40m ²	18000 BTUs	21000 BTUs
50m ²	12000 BTUs	12000 BTUs	50m ²	21000 BTUs	30000 BTUs
60m ²	15000 BTUs	15000 BTUs	60m ²	22000 BTUs	30000 BTUs
70m ²	21000 BTUs	21000 BTUs	70m ²	30000 BTUs	30000 BTUs

Quadro 4. Comparação de isolamento térmico

Fonte: ARXXBRASIL (2019). Adaptado.

As paredes do sistema construtivo em ICF também oferecem blindagem até nível 5 (aguentando balas de revólver calibre 22 e 38, pistola 9 mm, Magnum 357 e 44, submetralhadora 9mm, fuzil 7.62 mm e metralhadora pesada 12.7 mm) e 4 horas de resistência à propagação de chamas, o que permite evacuação emergencial mais segura e, como o EPS dos blocos ARXX são de classe F, são ignífugos e não propagantes, e a fumaça da sua queima não produz substâncias tóxicas e nem agridem o meio ambiente (ARXXBRASIL, 2019).

3- Metodologia

Esta pesquisa é aplicada, pois tem a finalidade de gerar conhecimentos para uma aplicação prática, designada à solução de problemas que envolvam verdades e interesses locais (KAUARK *et al.*, 2010), melhor dizendo, visa elaborar um projeto de edifício comercial em ICF que possa servir de estudos para construções futuras.

Quanto à abordagem do problema esta pesquisa é quali-quantitativa, pois segundo Prodanov e De Freitas (2013) na pesquisa qualitativa coletam-se dados descritivos, retratando o maior número possível de elementos existentes na realidade estudada, preocupando-se muito mais com o processo do que com o produto. Já a pesquisa quantitativa foca-se em tudo que pode ser quantificável, traduzido em números e opiniões e as informações são passíveis de classificação e análise. (PRODANOV; DE FREITAS, 2013). Nesta pesquisa a ênfase qualitativa será nas variáveis de planejamento, elaboração e modulação do projeto, e as variáveis quantitativas serão o tempo de execução, utilização de mão de obra e custos.

Em relação aos objetivos esta pesquisa é exploratória pois tem o propósito de gerar mais informações sobre o assunto investigado, permitindo sua definição e delineamento e até mesmo um novo enfoque para o assunto. (PRODANOV; DE FREITAS, 2013). O assunto estudado nesta pesquisa será o sistema construtivo em ICF e a racionalização da construção.

No tocante aos procedimentos técnicos esta pesquisa divide-se em pesquisa bibliográfica, onde serão pesquisadas publicações referentes ao ICF e a racionalização da construção. Para Prodanov e De Freitas (2013) é importante a veracidade dos dados obtidos em pesquisa bibliográfica assim como as possíveis incoerências ou contradições. Também fará parte o estudo de caso já que envolverá o estudo profundo e intenso de um objeto de jeito que permita seu amplo e aprofundado conhecimento (KAUARK *et al.*, 2010). Nesta pesquisa o estudo de caso dar-se-á por meio de um projeto de edificação comercial em ICF.

4- Desenvolvimento do Projeto

Aqui serão descritas as etapas utilizadas no desenvolvimento do projeto da edificação comercial projetada com o sistema construtivo ICF.

O projeto desenvolvido neste trabalho é de autoria de Augusto Rocha Marques com apoio dos professores Kneipp de Figueiredo Caiado e Rovená Dantas Rodrigues. A racionalização da construção deve começar já na fase de concepção projetual e deve envolver o planejamento, o projeto, o sistema de informação entre os projetistas e a viabilização, afinal é muito melhor, mais fácil, mais econômico e mais sustentável corrigir algo no projeto do que na obra, por exemplo, melhor demolir uma parede no projeto em vez de demolir uma parede real.

O projeto com o sistema construtivo ICF precisa considerar todos os envolvidos, dentre eles os projetistas, construtores, gerenciadores, proprietários, vendedores e etc. Para que haja de fato a racionalização, o projeto deve ser preparado pensando nos fatores de produção para facilitar no momento da execução e pensar nas etapas de construção, melhor dizendo, não podem haver ruídos de comunicação entre projeto e execução, evitando adaptações em tempo real da obra, assim como retrabalho e desperdício.

Considerando isso tudo, é imprescindível que tudo se inicie no primeiro projeto, que é o projeto arquitetônico.

4.1 – Planejamento, elaboração e modulação do projeto arquitetônico

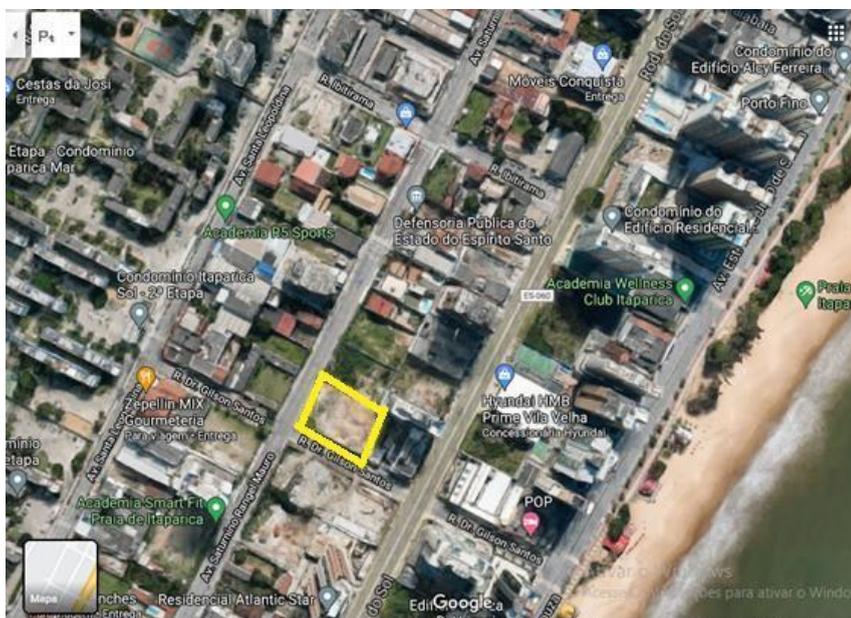
4.1.1 – Implantação do terreno

De acordo com G1 (2020) e Folha Vitória (2020), o bairro Praia de Itaparica é uma região que abriga umas das principais praias da cidade e ainda possui espaços para novos empreendimentos, mesmo a beira mar, contando ainda com inúmeros serviços disponíveis aos moradores, dentre escolas, farmácias, supermercados, restaurantes, faculdades, shoppings e etc. ou seja, empreendimentos que agregam valor aos imóveis existentes na região, sendo um excelente bairro para investidores.

O bairro Praia de Itaparica cresce e está “puxando” o desenvolvimento imobiliário em Vila Velha, se destacando perante bairros adjacentes e valorizando os imóveis da região. Imóveis novos, modernos, praia próxima e revitalização da orla, estão atraindo muitos investidores, inclusive investidores de outros países e estados (G1, 2020; FOLHA VITÓRIA, 2020).

O terreno escolhido fica na Cidade de Vila Velha, no Bairro Praia de Itaparica, no segundo quadro do mar (figura 18). Os terrenos que fazem confrontação com o terreno são: um lote vazio nos fundos e um lote com um centro de convenções do lado direito (mas que foi vendido e será construído um edifício da Grand Construtora). A frente do terreno existe o estacionamento de uma empresa de coleta de resíduos sólidos, e do lado esquerdo encontra-se a Av. Saturnino Rangel Mauro.

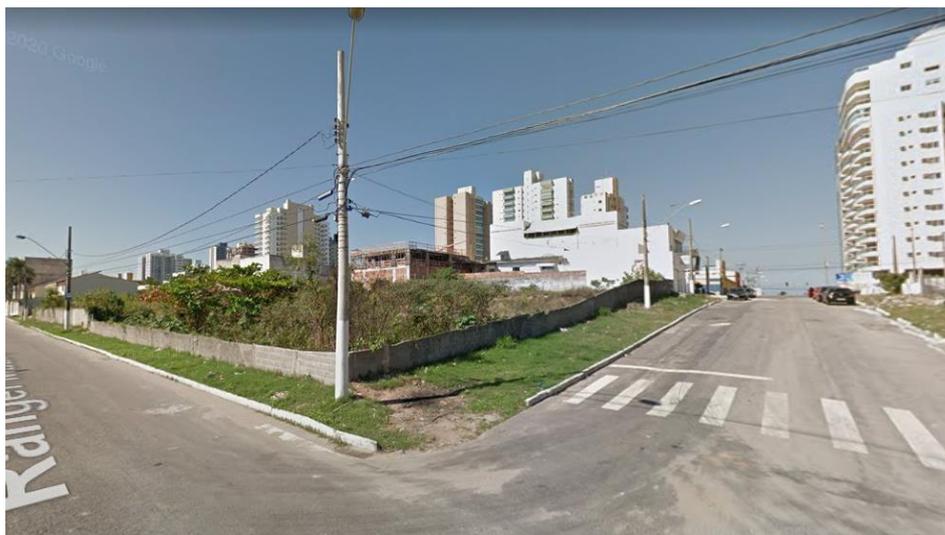
Figura 18. Localização do Terreno



Fonte: Google Maps (2021), Adaptado.

Como o terreno é de esquina, o acesso pode ser feito tanto pela Av. Saturnino Rangel Mauro, quanto pela rua Iriri. A rua Iriri foi escolhida para ser a entrada principal de veículos e de pedestre, devido ao menor fluxo de veículos e devido a proporcionar vista para a praia. Quanto à arborização, nota-se pela figura que não há vegetação considerável a ser preservada. (figura 19).

Figura 19. Esquina do Terreno



Fonte: Google Street (2011).

Próximo ao terreno escolhido existem restaurantes, igrejas, lojas de roupas, farmácias, padarias e muitas edificações residenciais (figura 20).

Figura 20. Comércio próximo ao Terreno



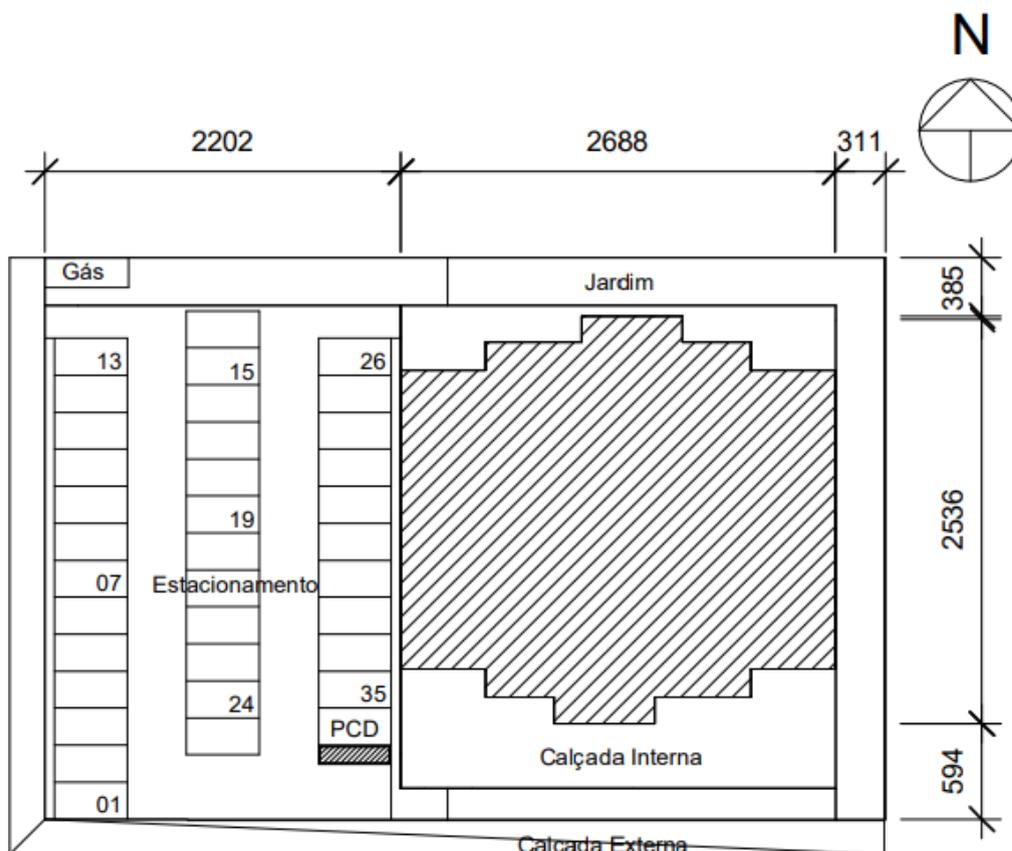
Fonte: Google Street (2021).

O clima e o tempo predominantes de Vila Velha, de acordo com o *Weatherspark* (2021) são: a temperatura anual varia entre 19° C a 32° C, raramente inferior a 17° C e superior a 34° C. O período mais quente dura 2,8 meses de 1° de janeiro a 28 de março, com média de 31° C. A estação mais fresca dura 4,2 meses de 29 de maio a 4 de outubro com média de 28° C. A estação seca dura 6,4 meses, de 8 de abril a 21 de outubro. As chuvas se concentram em novembro.

Quanto à velocidade dos ventos, considera-se 10 metros acima do solo, a variação sazonal anual é pequena. Ocorre mais vento durante 6 meses, de 3 de agosto a 1 de fevereiro, com velocidade média de 16,7 km/h, sendo o vento mais frequente do Leste entre março a junho, vento mais frequente vindo do Norte entre junho e agosto.

Diante dessas informações, elaborou-se a seguinte planta de implantação (figura 21). Quanto a arborização, será feito um projeto de paisagismo:

Figura 21. Planta de Implantação



Fonte: Autoria própria (2021).

4.1.2 – Programa de necessidades

Edificação comercial com salas de aproximadamente 34 metros quadrados, totalizando 38 salas, uma sala para administração do prédio (com banheiro e copa), uma recepção, e no telhado espaço para área técnica.

A metragem quadrada das salas foi pensada para atender escritório de pequenas e médias empresas e consultórios médicos e odontológicos. Todas as salas contam com banheiro próprio.

O programa de necessidades atende também ao sistema construtivo racional feito em blocos de ICF preenchidos com concreto. O sistema que não utiliza pilares e nem vigas, é modular, melhor dizendo, seus vãos devem ser de no máximo 6,00 metros entre paredes, para conseguirem suportar a carga da laje.

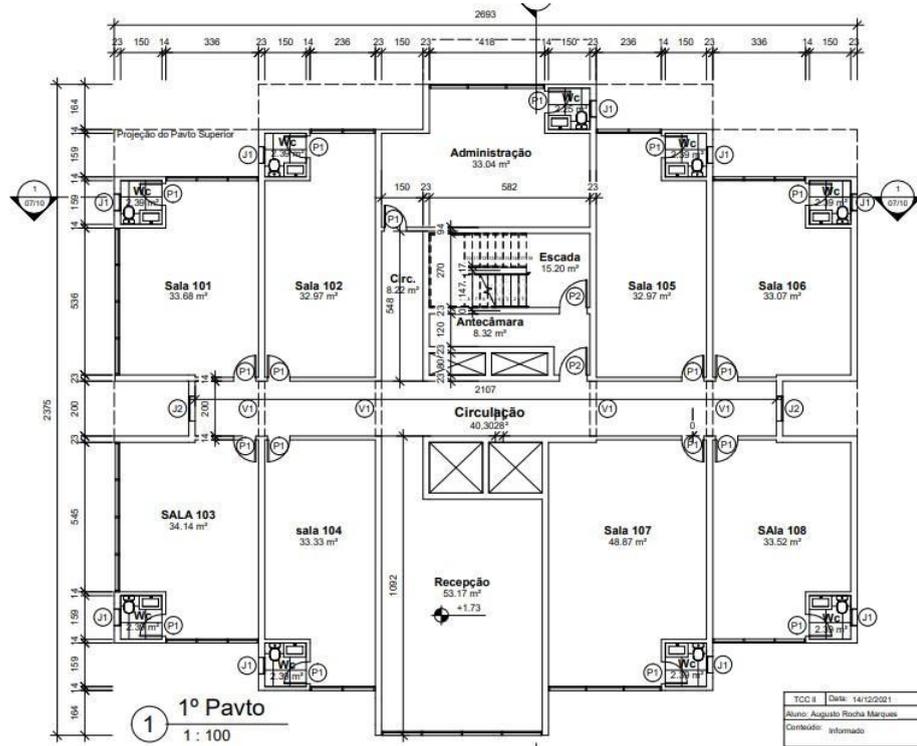
Portanto, o programa de necessidades respeitou essa exigência do sistema construtivo. A cada vão de 6,00 metros de eixo, foram colocadas paredes em ICF preenchidas com concreto. Desde que haja paredes de “Ponta a ponta”, é permitido uma abertura, o que foi feito nos locais onde se instalou fechamento em perfis metálicos com vidros reflexivos e espelhados. A tecnologia deste tipo de sistema construtivo permite que sejam construídas edificações com no máximo 05 pavimentos, o que também foi utilizado no projeto. Porém, quanto a vagas de garagem cobertas,

O sistema não consegue atender, posto que o vão entre paredes é de no máximo 6,00 metros, e o tamanho mínimo de vagas de garagem da prefeitura municipal de Vila Velha é de 2,30 metros x 4,50 metros, ou seja, seria necessário um cômodo fechado por vaga de garagem. Os estacionamentos foram localizados na área externa do terreno, contendo 36 vagas, o que atende ao Plano Diretor Municipal de Vila Velha, onde para este tipo de edificação, seriam necessárias 1 vaga a cada 35m² computados.

O acesso aos pavimentos conta com uma escada pressurizada com porta corta fogo e dois elevadores, sendo um de serviço e um social. O percurso percorrido da escada de saída de emergência até o exterior é de 19,00 metros.

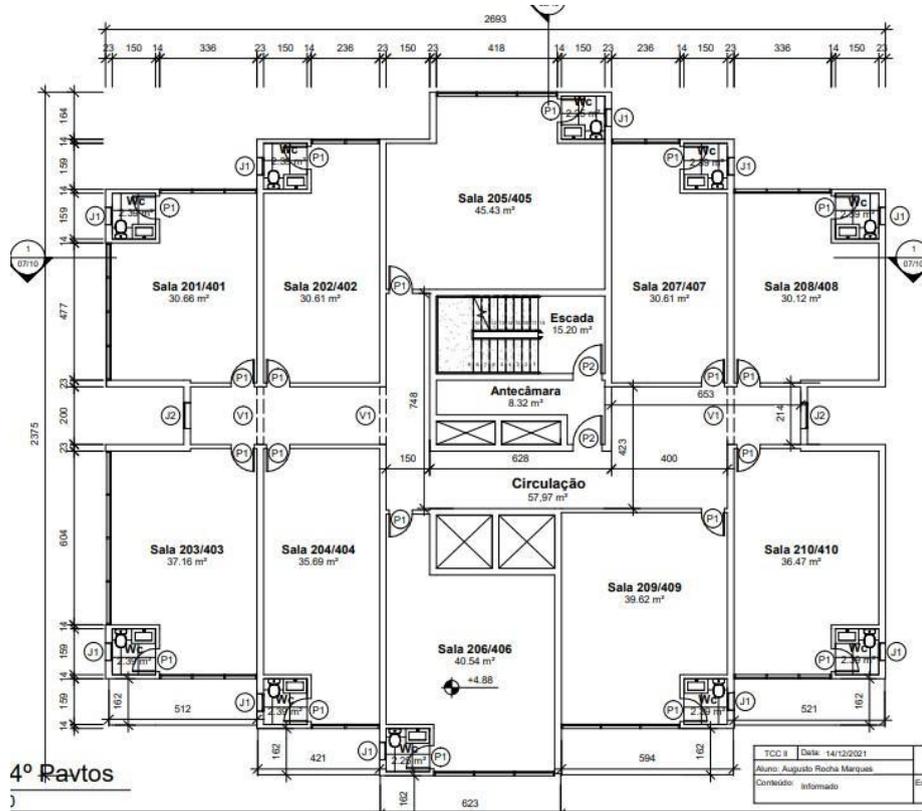
A nível de estudo preliminar, a planta baixa do 1º, 2º e 3º pavimentos, encontra-se da seguinte forma (figura 22), a do 4º e 5º pavimento (figura 23).

Figura 22. Planta baixa do 1º e 3º pavimentos



Fonte: Autoria própria (2021).

Figura 23. Planta baixa do 2º e 4º pavimentos



Fonte: Autoria própria (2021).

4.1.3 – Funcionalidade

O acesso aos pavimentos conta com uma escada pressurizada com porta corta fogo e dois elevadores, sendo um de serviço e um social. O percurso percorrido da escada de saída de emergência até o exterior é de 17,00 metros. No estudo preliminar já está sendo pensada a acessibilidade, pois todas as portas são de 0,80 centímetros de largura, assim como todas as portas dos banheiros, além disso, todos os banheiros possuem 1,50 metros de largura. Não há desníveis entre os ambientes. Todos os banheiros terão ventilação e iluminação natural, sendo que nos banheiros onde o fechamento se dá pelo perfil metálico, a ventilação será por “*maxim ar*”. Todas as salas comerciais, bem como as salas administrativas também contam com iluminação e ventilação naturais, e atendem as exigências do código de obras da prefeitura de Vila Velha, que exige vãos de no mínimo 1/6.

As salas comerciais são acessadas pelo corredor de circulação horizontal com 2,00 metros de largura, atendendo ao Plano Diretor, que pede no mínimo 1,50 metros.

O layout das salas comerciais será sugerido na planta de ambientação.

4.1.4 – Composição volumétrica

Devido às condicionantes do sistema construtivo em ICF e aos parâmetros urbanísticos do zoneamento, pensou-se num volume que aproveitasse o máximo potencial que o terreno tem a oferecer, visto que é uma região valorizada, e ao mesmo tempo que atende as exigências estruturais.

Foi pensando um volume com duas alturas diferentes e que houvesse um terraço no estilo “terraço jardim” onde os usuários da edificação, bem como visitantes, possam acessar para almoço, lanche e jantares, o que promove e torna conhecida as salas comerciais do prédio.

O terraço será de laje impermeabilizada e a cobertura do último pavimento, além de impermeabilizar a laje, será feita platibanda com altura de 1,50 metros, cobertura em telha de fibrocimento, para guardar as caixas d’água da edificação.

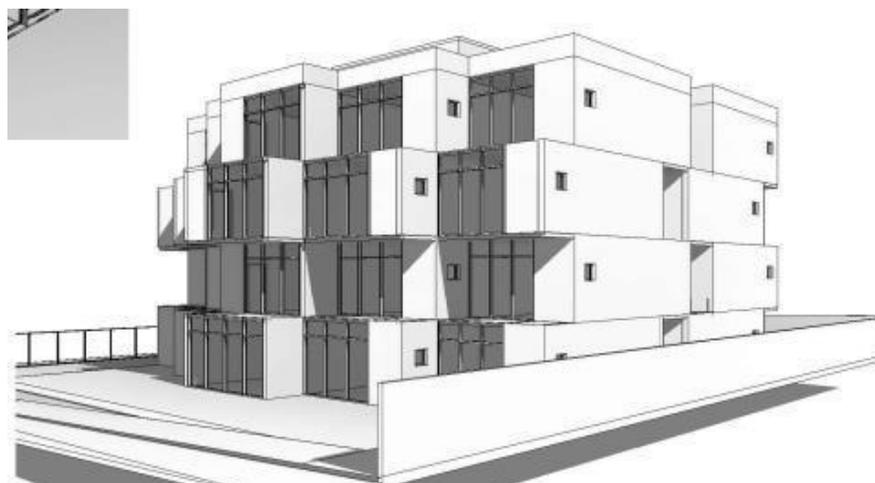
Ainda na fase de estudo preliminar, está sendo feito estudo para a casa de máquinas do elevador e guarda da caixa d’água, localizada na planta do 5º pavimento. O volume da edificação é simples, apenas com encontro de dois volumes retangulares (figuras 24 até 29).

Figura 24. Fachada Principal



Fonte: Autorial própria (2021).

Figura 25. Fachada Lateral Direita



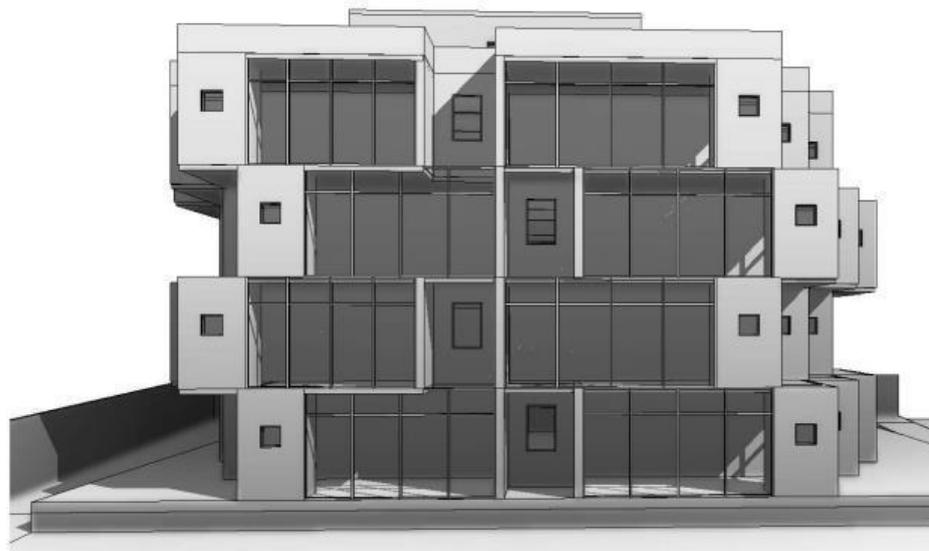
Fonte: Autorial própria (2021).

Figura 26. Fachada Lateral Esquerda



Fonte: Autorial própria (2021).

Figura 37. Fachada lateral

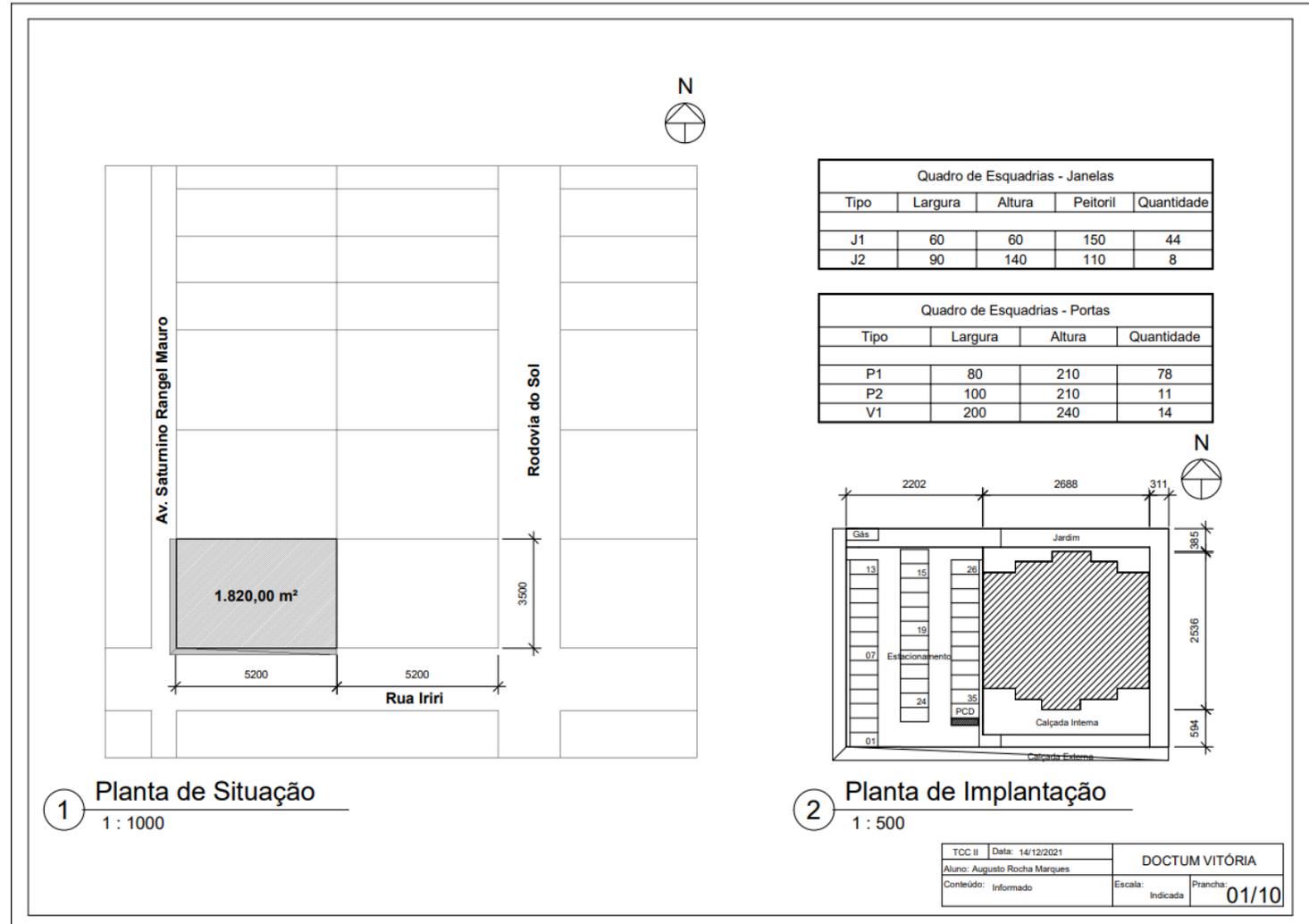


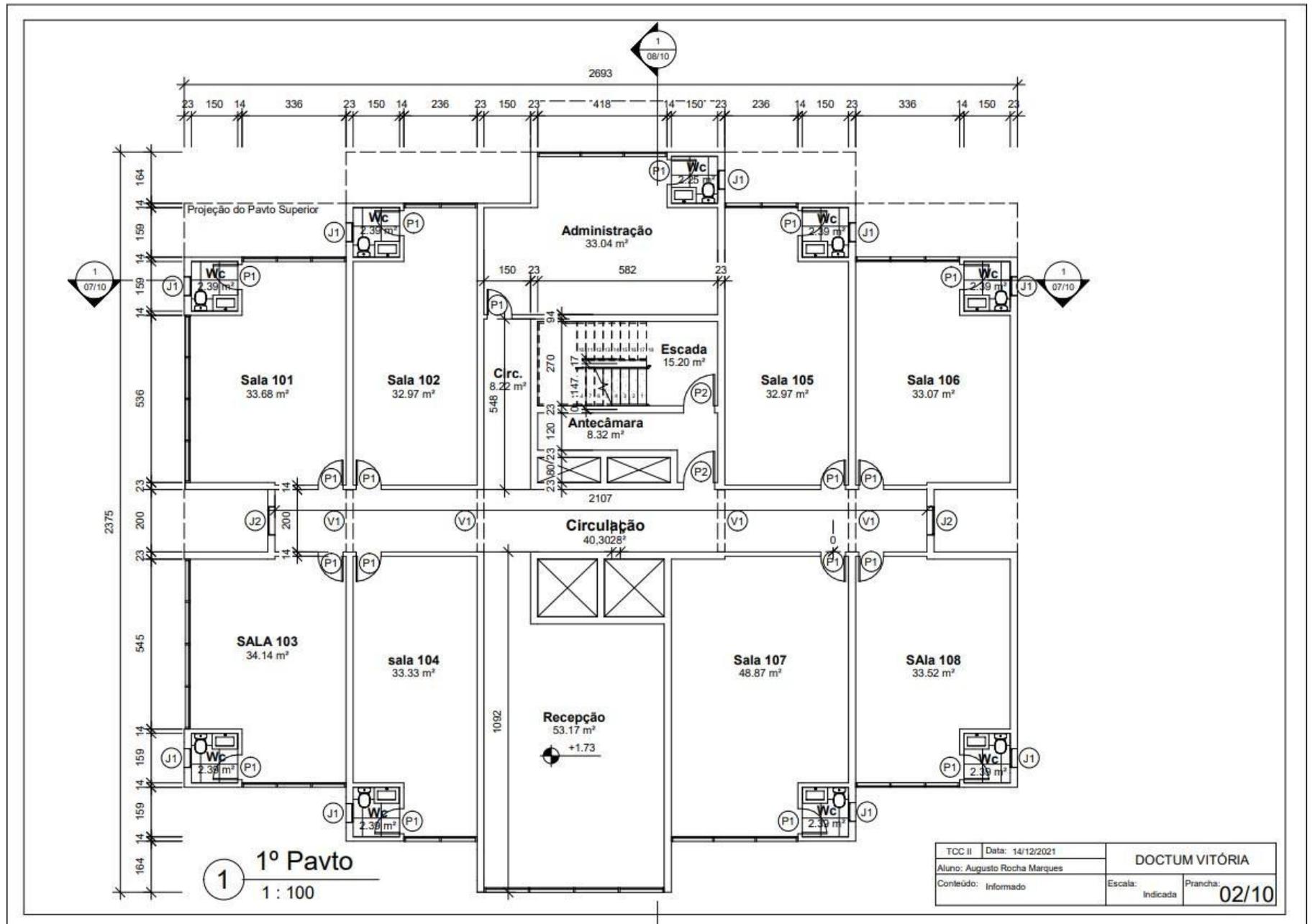
Fonte: Autoria própria (2021).

4.1.5 – Sistema construtivo

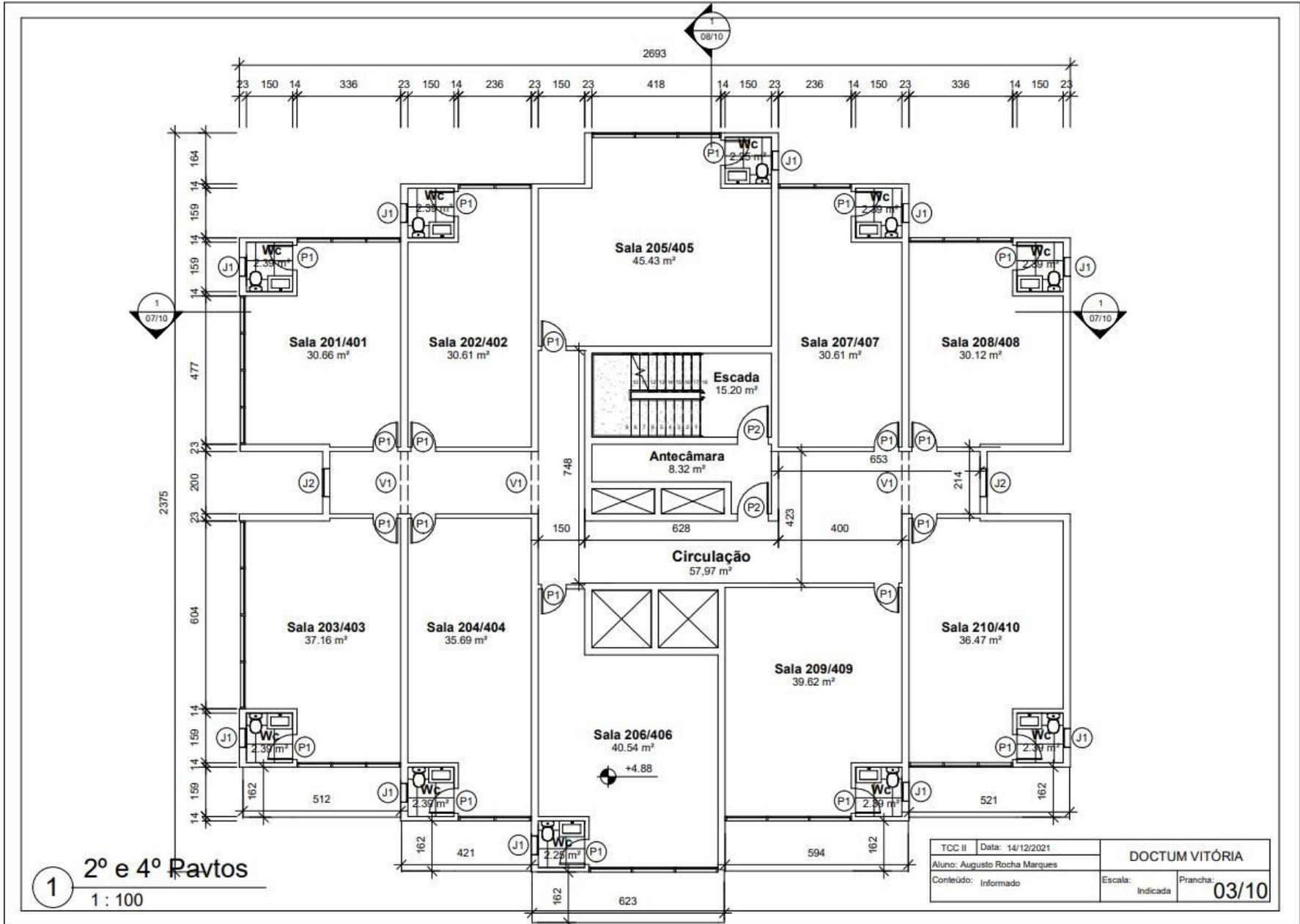
O sistema construtivo será em blocos de ICF preenchidos com concreto, perfis metálicos e vidro reflexivo e espelhado nas esquadrias. O material de revestimento da fachada será porcelanato e tinta acrílica.

4.1.6 – Projeto



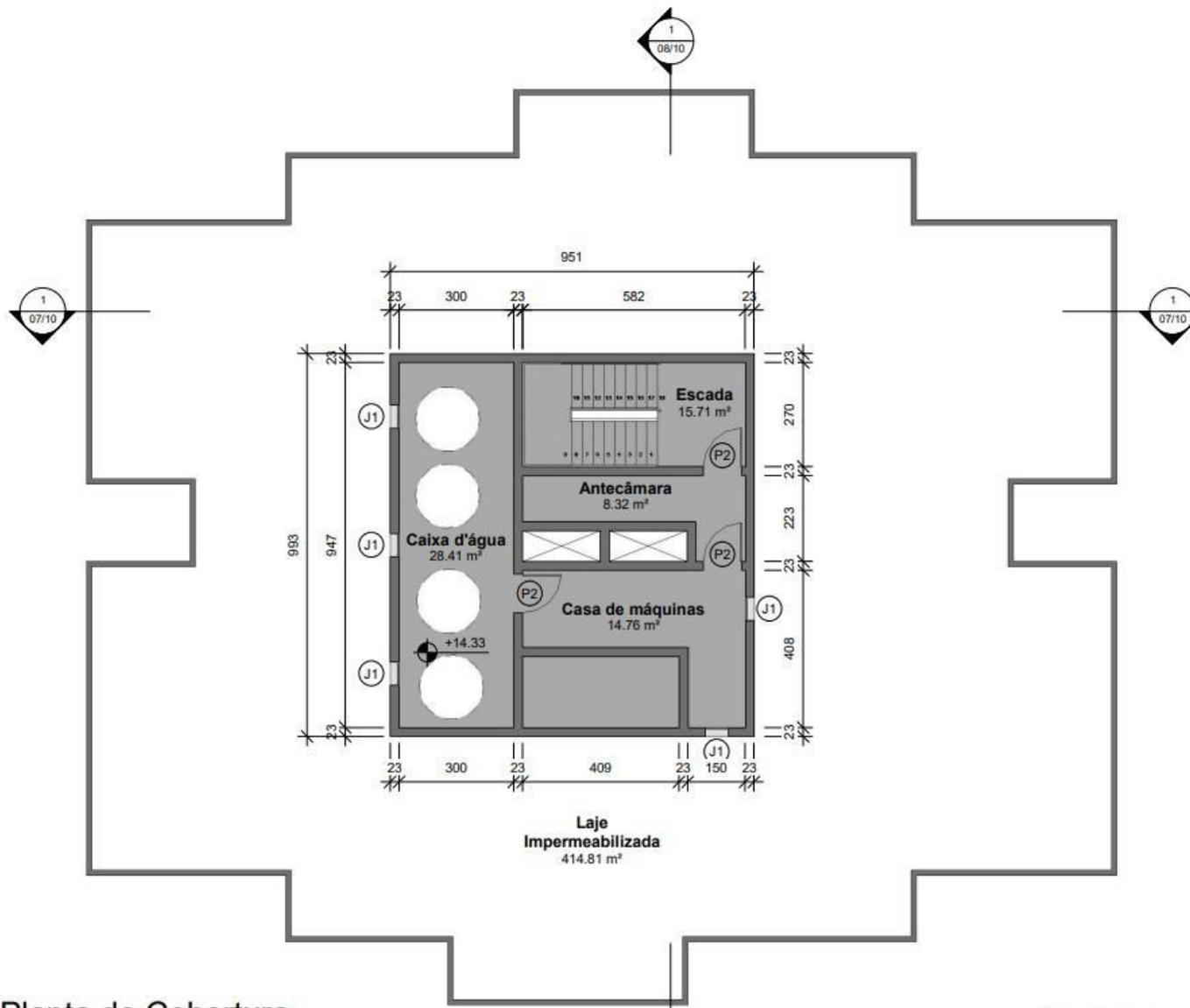


TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala:	Prancha:
Conteúdo: Informado		Indicada	02/10



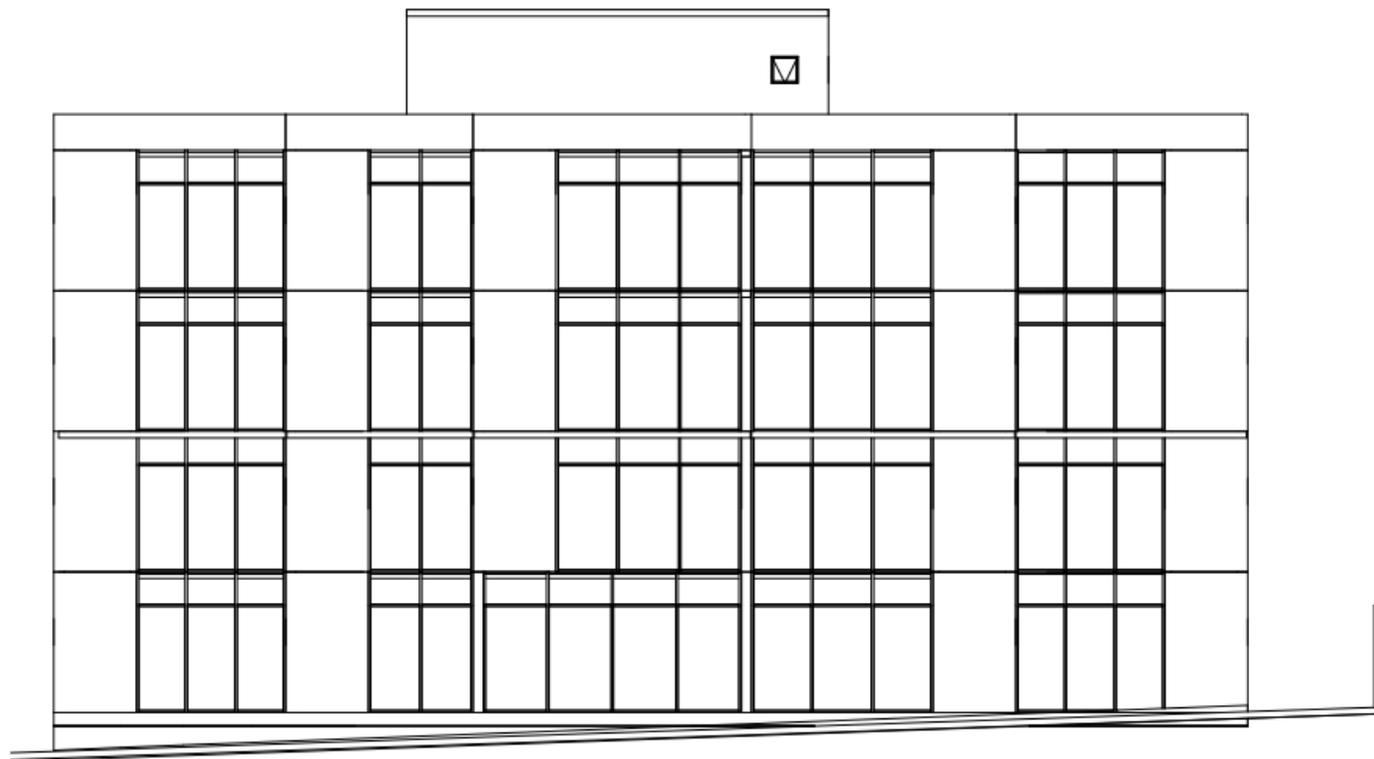
1 2º e 4º Pavtos
1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala: Indicada	Prancha: 03/10
Conteúdo: Informado			



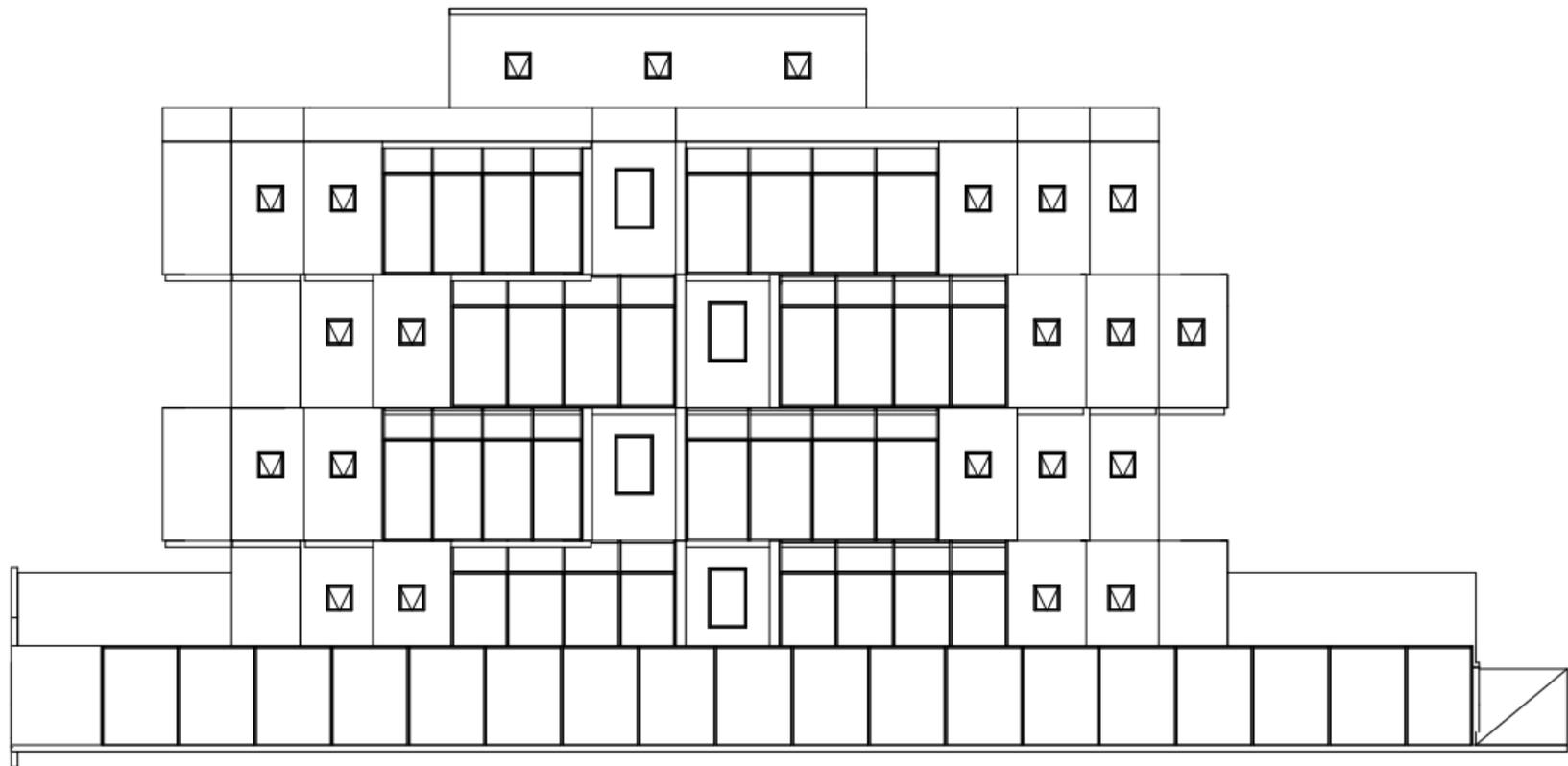
1 Planta de Cobertura
 1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala: Indicada	Prancha: 04/10
Conteúdo: Informado			



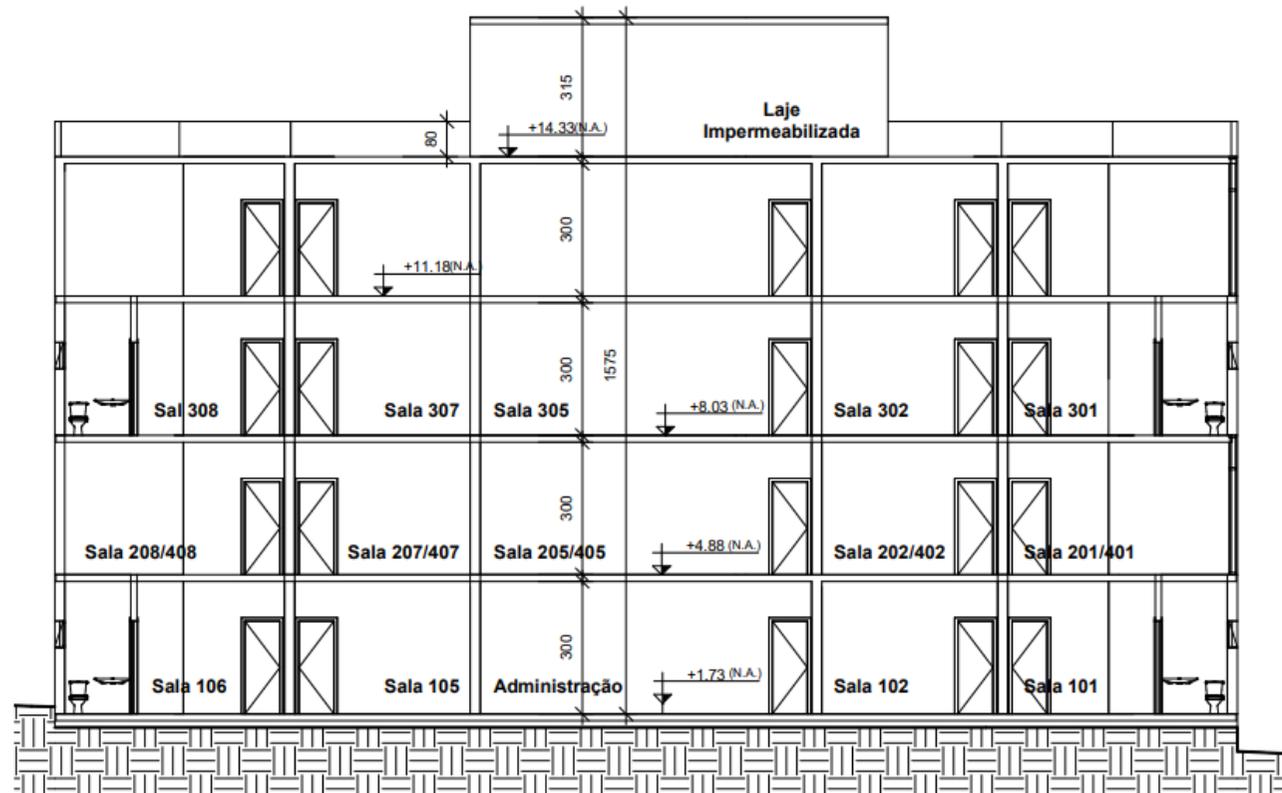
1 Fachada Rua Iri
1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala:	Prancha:
Conteúdo: Informado		Indicada	05/10



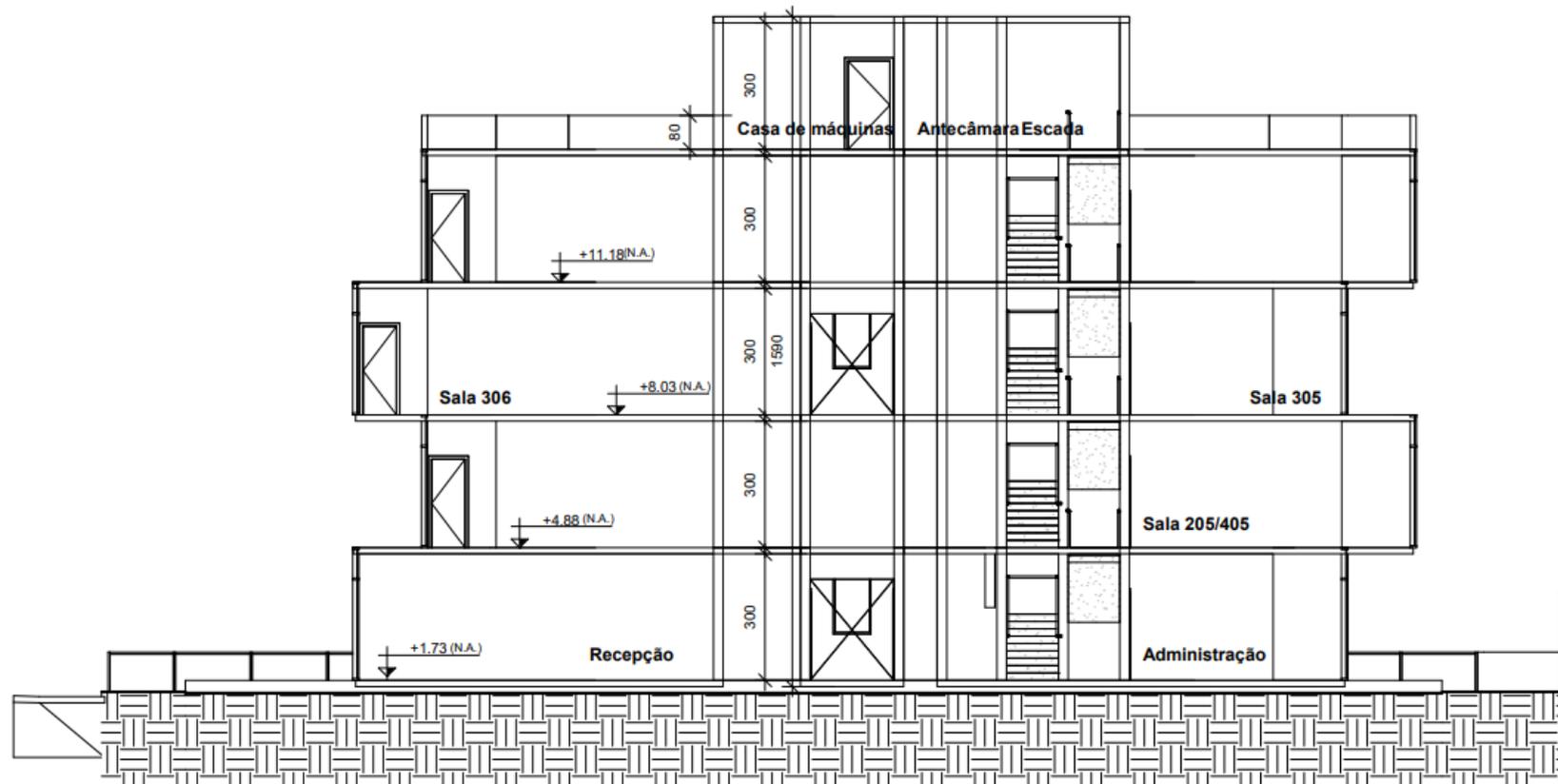
1 Fachada Av. Saturnino R. M.
1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala:	Prancha:
Conteúdo: informado		Indicada	06/10



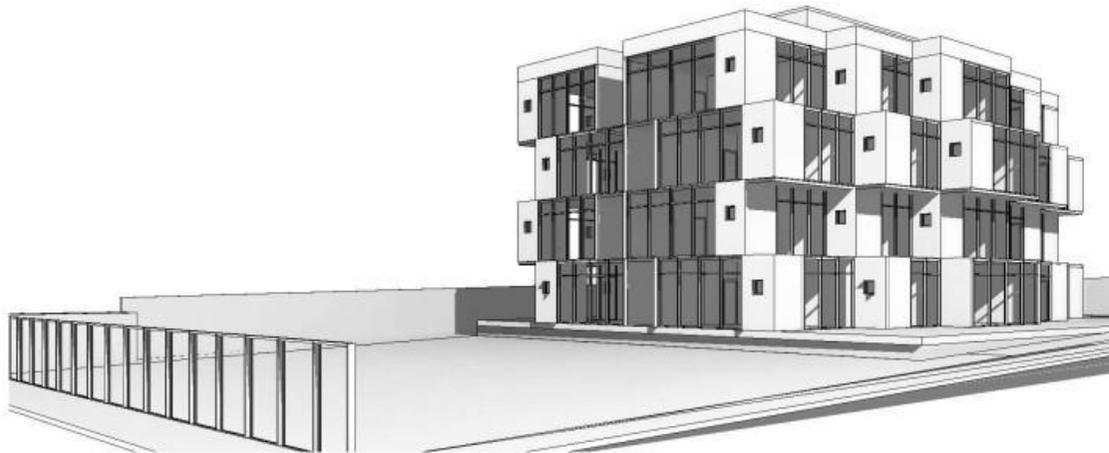
1 **Corta AA**
1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques			
Conteúdo: Informado	Escala: Indicada	Prancha:	07/10



1 Corte BB
1 : 100

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala: Indicada	Prancha: 08/10
Conteúdo: Informado			



1 Vista 3D 1



2 Vista 3D 2

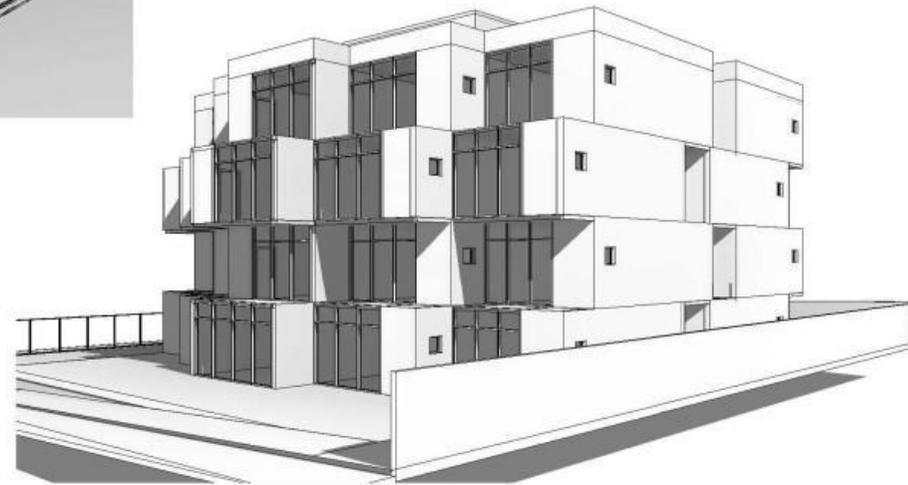


3 Vista 3D 3

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala:	Prancha:
Concluído: Informado		Indicada	09/10



1 Vista 3D 4



2 Vista 3D 5

TCC II	Data: 14/12/2021	DOCTUM VITÓRIA	
Aluno: Augusto Rocha Marques		Escala:	Prancha:
Conteúdo: Informado		Indicada	10/10

4.1.7 – Parâmetros urbanísticos

O terreno se encontra no zoneamento ZOP 3, e seus parâmetros urbanísticos encontram-se no quadro 5.

Coeficientes de Aproveitamento do terreno – CA e Parâmetros Urbanísticos								
ZONAS	Coeficiente de Aproveitamento (CA)			Afastamento Frontal (m) Mínimo (*1) (Quadro VI)	Altura Máxima das Edificações (m)	Gabarito (Número máximo de pavimentos)	Taxa de Ocupação Máxima (%)	Taxa de Permeabilidade (%)
	Mínimo	Básico	Máximo					
URBAN								
Zona de Ocupação Prioritária								
ZOP 1	0,2	1	-	5,00 m	9,00 m	2 pavimentos	60	10
ZOP 2		2,92	3,5	3,00 m	37,40 m	10 pavimentos		
ZOP 3		2,5	-		52,60 m	15 pavimentos		
ZOP 4		-	-		-	-		
ZOP 5		3	4		-	-		

Quadro 5. Parâmetros Urbanísticos

Fonte: PMD de Vila Velha (2013). Adaptado.

O Coeficiente de aproveitamento (CA) mínimo é de 0,2, o básico é 2,50 e o máximo é 3,5. O afastamento frontal mínimo é de 3,00, a altura máxima é de 52,60 metros e o gabarito máximo é de 15 pavimentos. A taxa de ocupação (TO) máxima é de 60% e a taxa de permeabilidade mínima (TP) é de 10%.

A área do terreno escolhido é de 1.820,00 m² (35,00 m x 52,00 m), logo, seus parâmetros urbanísticos são:

- CA mínimo = 0,20 x 1.820 = 364,00 m²
- CA Básico = 2,92 x 1.820 = 5.314,40 m²
- CA Máximo = 3,50 x 1.820 = 6.370,00 m²
- TO Máximo = 60% de 1.820 = 1.092,00 m²
- TP Mínimo = 10% de 1.820 = 182,00 m²

A volumetria inicial do projeto atende, posto que seus índices são:

CA da edificação = 1,30 (área construída total = 2.377,47 m²)

TO da edificação = 34,74% (área projeção horizontal = 632,40 m²)

TP da edificação = 14,22% (área permeável = 258,93 m²)

Os afastamentos encontram-se no quadro 6. Como a edificação comercial está condicionada ao sistema construtivo, e pode ter no máximo 05 pavimentos, os afastamentos laterais e de fundos, com abertura, devem ser de no mínimo 3,00 metros, e sem abertura, o lateral deve ter no mínimo 1,50 metros e o de fundos 3,00 metros. A volumetria inicial do projeto atende a todos estes afastamentos.

Afastamentos mínimos: frontais, laterais e de fundos (em metros)				
N.º de Pavimentos de Uso Privativo	COM ABERTURA Lateral (ambos os lados) e Fundos (* 4)	SEM ABERTURA		Frontal (*3)
		Lateral (ambos os lados)	Fundos	
1 e 2 (*1)	1,5	-	(* 2)	3
3	2,3	1,5	3	3
4	2,7	1,5	3	3
5	3	1,5	3	3
6	3,2	1,5	3	3
7	3,5	1,5	3	3
8	3,9	2	3	3
9	4,3	2,5	3	4
10	4,7	2,5	4	4
11	5,1	3,5	4	5
12	5,5	3,5	4,5	5
13	6	4	5,5	6
14	6,5	4,5	6,5	7
15	7	5,5	7	8
Acima de 15	Acrescer 0,20m por pavimento	Acrescer 0,20m por pavimento	Acrescer 0,20m por pavimento	Acrescer 0,50m por pavimento

Quadro 6. Afastamentos
Fonte: PMD de Vila Velha (2013). Adaptado.

Quanto às vagas de garagem, podem ser observadas no quadro 7. Como cada sala tem no máximo 35,00 m², é necessário 01 vaga de garagem por unidade de sala comercial, ou seja, são necessárias 34 vagas de garagem, ou seja, a volumetria inicial atende, posto que no estacionamento existem 35 vagas.

VAGAS PARA GUARDA E ESTACIONAMENTO DE VEÍCULOS AUTOMÓTIVOS		
EDIFICAÇÕES DESTINADAS A:	ÁREA COMPUTADA NO COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO	VAGAS POR METRO QUADRADO DE ÁREA COMPUTADA NO COEFICIENTE DE APROVEITAMENTO OU POR UNIDADE
Lojas ou salas comerciais isoladas ou em conjunto e atividades de comércio e serviço em geral não listadas abaixo	De 401,00 m ² Até 5.000,00 m ²	Unidades de até 35,00m ² de área computada no coeficiente - 01 vaga por unidade;
		Unidades maiores que 35,00m ² de área computável - 01 vaga para cada 35,00m ² de área computada no coeficiente.
	Maior que 5.000,00 m ²	A ser definido na análise do EIV

Quadro 7. Vagas de garagem
Fonte: PMD de Vila Velha (2013). Adaptado.

Quanto a poder edificar edifício comercial, categorizado como grau de impacto II, pode ser observado no quadro 8. Como o terreno escolhido está na ZOP 3, é permitida a construção de edificações com grau de impacto I e II, em outras palavras, a edificação comercial se caracteriza como atividade de grau de impacto I, posto que presta serviços em diversas áreas que são assim classificadas, como por exemplo, as

salas podem ser vendidas ou alugadas para empresas de vendas, de comércio, consultórios, clínicas e etc.

Quadro VIII. Enquadramento das atividades permitidas por Zona Urbana e Zona de Especial Interesse		
ZONAS URBANAS E DE ESPECIAL INTERESSE		GRAUS DE IMPACTO
Zona de Ocupação Prioritária	ZOP 1	Grau I e Grau II
	ZOP 2	Grau I e Grau II
	ZOP 3	Grau I e Grau II
	ZOP 4	Grau I e Grau II
	ZOP 5	Grau I, Grau II e Grau III

Quadro 8. Graus de impacto permitido pelo zoneamento do terreno

Fonte: PMD de Vila Velha (2013). Adaptado.

5- Resultados e Discussões

O projeto do edifício comercial atendeu ao objetivo proposto neste trabalho, visto que se utilizou da racionalização da construção porque analisou diversos fatores para a execução da obra, seguindo todas as etapas de execução preconizadas pelo fabricante dos blocos, ganhando assim otimização dos materiais de construção, economizou recursos humanos durante a obra e recursos temporais; apesar de maior investimento inicial, ainda é um sistema mais viável economicamente, já que a diferença entre o orçamento do prédio construído em sistema construtivo convencional e com o ICF ficou entre XX%.

Logo, se o prédio fosse construído com o sistema construtivo em ICF a qualidade do produto final estaria garantida e ainda executada dentro do prazo, o que é mais uma característica da racionalização da construção.

O sistema construtivo em ICF também é um método de gestão de técnicas construtivas, porque envolve a cadeia de produção (dos blocos que já são padronizados e modulados), da concepção do projeto (modulação condicionada aos blocos) e da execução da obra (seguindo todas as etapas do fabricante), o que garante o controle preciso da execução da obra, outras características da racionalização da construção.

Outras características que fazem parte da racionalização da construção e estão presentes no prédio comercial são: ser considerado uma construção enxuta, mais sustentável e que atende as normas de desempenho habitacional.

6- Considerações finais

Foi apresentada uma nova forma de se construir, utilizando blocos de ICF. Comparou-se esse método com uma construção de alvenaria convencional em concreto armado em questão de viabilidade econômica, especificou-se as características da racionalização da construção que estão presentes no sistema construtivo em ICF, e foram apontadas as vantagens em relação ao atendimento às normas de desempenho habitacional e as vantagens sustentáveis.

As vantagens do bloco de ICF em relação a alvenaria convencional são: prazo de execução menor e baixa geração de resíduos durante a obra, menor peso próprio dos elementos estruturais, maior desempenho térmico e acústico. Já suas desvantagens frente a alvenaria convencional são além do maior custo, existe pouca aceitação do sistema construtivo, seja por desconhecimento do sistema e seus benefícios ou por desconfiança, já que os blocos remetem à caixas de isopor que embalam mercadorias e aparentam ser frágeis.

Conclui-se que a construção em ICF, por ser racionalização da construção, apresenta um melhor desempenho térmico e de produtividade no canteiro de obras, apesar de possui um maior custo que a alvenaria convencional em concreto armado, além de contribuir consideravelmente para a redução de resíduos sólidos gerados, fatores estes, que tornam o seu uso viável em substituição ao sistema convencional em obras que buscam menores prazos, sustentabilidade e maior desempenho.

O sistema construtivo utilizando fôrmas ou blocos de Poliestireno Expandido além de ser um sistema racional, demonstra que a indústria da construção civil está em constante avanço tecnológico dos seus materiais, buscando soluções mais duráveis, sustentáveis e resistentes. Deste modo, este estudo fez até de um projeto maior, sendo indicado a sua continuação por outros docentes, por exemplo, na pesquisa da resistência mecânica dos blocos, seus efeitos higroscópicos, sua resistência a intempéries e a propagação das chamas, tensões de ruptura e inclusive a adoção desse sistema para habitações populares.

Referências

ABCP. **ABCP Associação Brasileira de Cimento Portland**. Sistemas construtivos permitem obras mais rápidas e eficientes. Imprensa. Notícias. 29 de agosto de 2012. Disponível em: <<https://abcp.org.br/imprensa/noticias/sistemas-construtivos->



racionalizados-permitem-obras-mais-rapidas-e-eficientes/>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química, Comissão Setorial de EPS. Disponível em: <<http://www.epsbrasil.eco.br/mercado.html>>. Acesso em: 13 de maio de 2021

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas, NBR 15.575-4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas — SVVIE. Rio de Janeiro, fev, 2013.

ABRAPEX – Associação Brasileira de Poliestireno Expandido, Disponível em: <<http://www.abrapex.com.br/01OqueeEPS.html>>. Acesso em: 13 de maio de 2021

ACMA. **ACMA:** construção civil Ltda. 2017. Notícias: Construção civil é importante para o PIB brasileiro. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/247956/referencia-site-abnt-artigos/>>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

ANAPE. **ANAPE: Associação Nacional de Poliestireno Expandido.** Formulários. Edificação. ICF's: formas de concreto isoladas. 2019. Disponível em: <<http://www.construccion-eps.com/index.php?accion=icfs>>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

ARXXBRASIL. **Revista Técnica ARXX.** Disponível em:<https://www.arxx.com.br/Downloads/REVISTA_ARXX.pdf> 2019. Acesso em: 14 de maio de 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA. ABCIC: **A história dos pré-fabricados e sua evolução no Brasil.** São Paulo, 1980. Disponível em: <<https://www.abcic.org.br/Publicacoes/Anuario>> Acesso em: 13 de maio de 2021

BARBOSA, Maria Teresa; CRUZ, Ana Flavia; CASTANÕN, José Alberto. Análise do processo de manutenção em diferentes sistemas construtivos no Brasil. **Revista de Engenharia da Universidade Católica de Petrópolis**, v. 11, n. 1, p. 33-43, 2017. Disponível em: <<http://200.156.15.185/seer/index.php/REVCEC/article/view/1399/653>>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

CBIC. **Agência CBIC.** 2020. Notícias: PIB reforça importância da construção civil para a retomada da economia. Disponível em: <<https://cbic.org.br/pib-reforca-importancia-da-construcao-civil-para-a-retomada-da-economia/>>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

COSTA, Luciano Rodrigues; TOMASI, Antônio de Pádua Nunes. De peão a colaborador: racionalização e subcontratação na construção civil. **Cad. CRH**, Salvador , v. 27, n. 71, p. 347-365, Aug. 2014 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-49792014000200009&lng=en&nrm=iso>. <https://doi.org/10.1590/S0103-49792014000200009>.KAUARK, Fabiana da Silva. Acesso em: 13 de maio de 2021.



EBERT, M. R; BALDISSERA, A. D. **Análise do Consumo de Energia Elétrica e Conforto Térmico em Apartamento no Oeste de Santa Catarina.** Revista Tecnológica. Chapecó, v. 3, n. 2, p. 50-63, set, 2015. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/79>> Acesso em: 13 de maio de 2021

FERRAZ, José Landim Macedo *et al.* Um modelo para o planejamento e controle de obras: a transição de um processo de racionalização tecnológica e administrativa para um ambiente de produção enxuta. 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/6481>> Acesso em: 13 de maio de 2021.

FOLHA VITÓRIA. **Itaparica cresce e puxa o desenvolvimento imobiliário em Vila Velha.** Vitória, ES. 05 de Junho de 2020. Disponível em: <<https://www.folhavoria.com.br/economia/publieditorial/06/2020/itaparica-cresce-e-puxa-o-desenvolvimento-imobiliario-em-vila-velha>>. Acesso em: 31 de maio de 2021

GBCBRASIL. **Green Building Council – Brasil.** Home. 2020. Disponível em:<<https://www.gbcbrazil.org.br/> 2019>. Acesso em: 14 de maio de 2021

G1. **Praia de Itaparica oferece qualidade de vida à beira mar.** Vitória, ES. 14 de Dezembro de 2020. Disponível em:<<https://g1.globo.com/es/espírito-santo/especial-publicitario/proeng/open-house-proeng/noticia/2020/12/14/praiade-itaparica-oferece-qualidade-de-vida-a-beira-mar.ghtml>>. Acesso em: 31 de maio de 2021

IBDA. **Instituto Brasileiro de Desenvolvimento da Arquitetura.** Fórum da Construção. Alvenaria Estrutural: diferenças entre alvenaria estrutural e convencional. 200?. Disponível em: <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=7&Cod=1642>> Acesso em: 14 de maio de 2021

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos; GOMES, Jefferson de O. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838**, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014. Disponível em: <<https://etech.sc.senai.br/edicao01/article/view/469>> Acesso em: 14 de maio de 2021

MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. Metodologia da pesquisa: um guia prático. 2010. Disponível em <<https://biblioteca.isced.ac.mz/bitstream/123456789/713/1/Metodologia%20da%20Pesquisa.pdf>>. Acesso em: 13 de abril de 2021.

MARIS, K; PARRISH, K. **The Confluence of Lean and Green Construction Practices in the Commercial Buildings Market.** 24th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Boston - US, p. 43-52, jul, 2016. Disponível em: <<http://iglc.net/Papers/Details/1343>> Acesso em: 13 de maio de 2021

MÁXIMO, Wellton. PIB da construção civil deve crescer 4% em 2021. **Agência Brasil.** Brasília, 12 de dezembro de 2020. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-12/pib-da-construcao-civil->



<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-30082017-091328/en.php>. >
Acesso em: 13 de maio de 2021.

SIQUEIRA, T. E. **Análise de Desempenho e Custos de Sistema de Vedação em EPS**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento Acadêmico de Construção Civil. Pato Branco, jun, 2017. Disponível em:
<<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/8614>> Acesso em: 13 de maio de 2021

SOUZA, Bruno Almeida *et al.* Análise dos indicadores PIB nacional e PIB da indústria da construção civil. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 17, n. 31, 2015. Disponível em:
<<https://revistas.unifacs.br/index.php/rde/article/view/3480/2711>>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

VAZ, Priscila Fernandes Lage. **Estudo sobre a racionalização na construção civil**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Disponível em:
<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5197/1/CM_COECI_2014_1_21.pdf>. Acesso em: 03 de abril de 2021.

VILA VELHA (Cidade). Prefeitura da Cidade de Vila Velha. **Plano Diretor Municipal**. Vila Velha: 2013.

WEATHERSPARK. **Condições meteorológicas médias de Vila Velha, Brasil**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/30847/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Vila-Velha-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 31 de maio de 2021