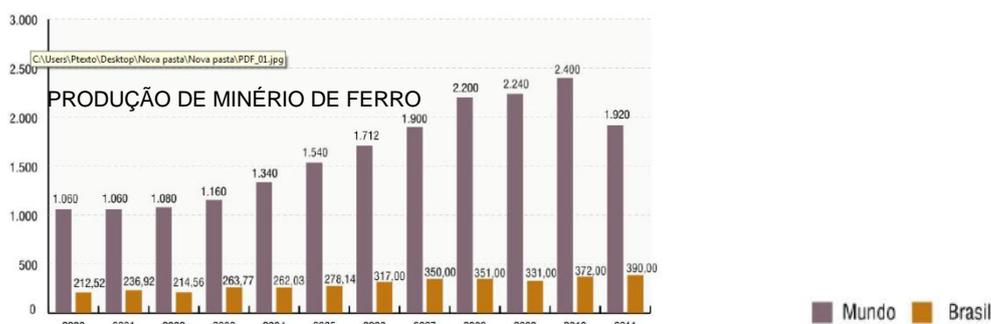


1. INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo, informar, educar e comprovar a viabilidade de dois métodos construtivos. Um deles será baseado na metodologia de trabalho da construção a seco, utilizando como principal componente estrutural o aço. O outro, em métodos convencionais, utilizando concreto principal componente estrutural.

As reservas de calcário (principal componente do cimento) abrangem cerca de 20 000 Km² de área e as de minério de ferro (principal componente do aço) atingem uma área que gira em torno de 8 000 Km², colocando o Brasil entre as maiores potências do mundo em extração, consumo e exportação desta indústria.



Ranking 2005	Ranking 2013	Pais / Região	Mil Toneladas 2005	Mil Toneladas 2013	Evolução em %
1º	1º	China	1.079,6	2.300	131%
2º	2º	Índia	146,8	280	90%
3º	3º	Estados Unidos	99,4	77,8	-22%
5º	4º	Irã	32,7	75	129,3%
13º	5º	Brasil	39,2	70	78,6%

Figura 1 – Produção de minério de ferro e de cimento no Brasil e no Mundo

Fonte: USGS – 2012 e cimento.org

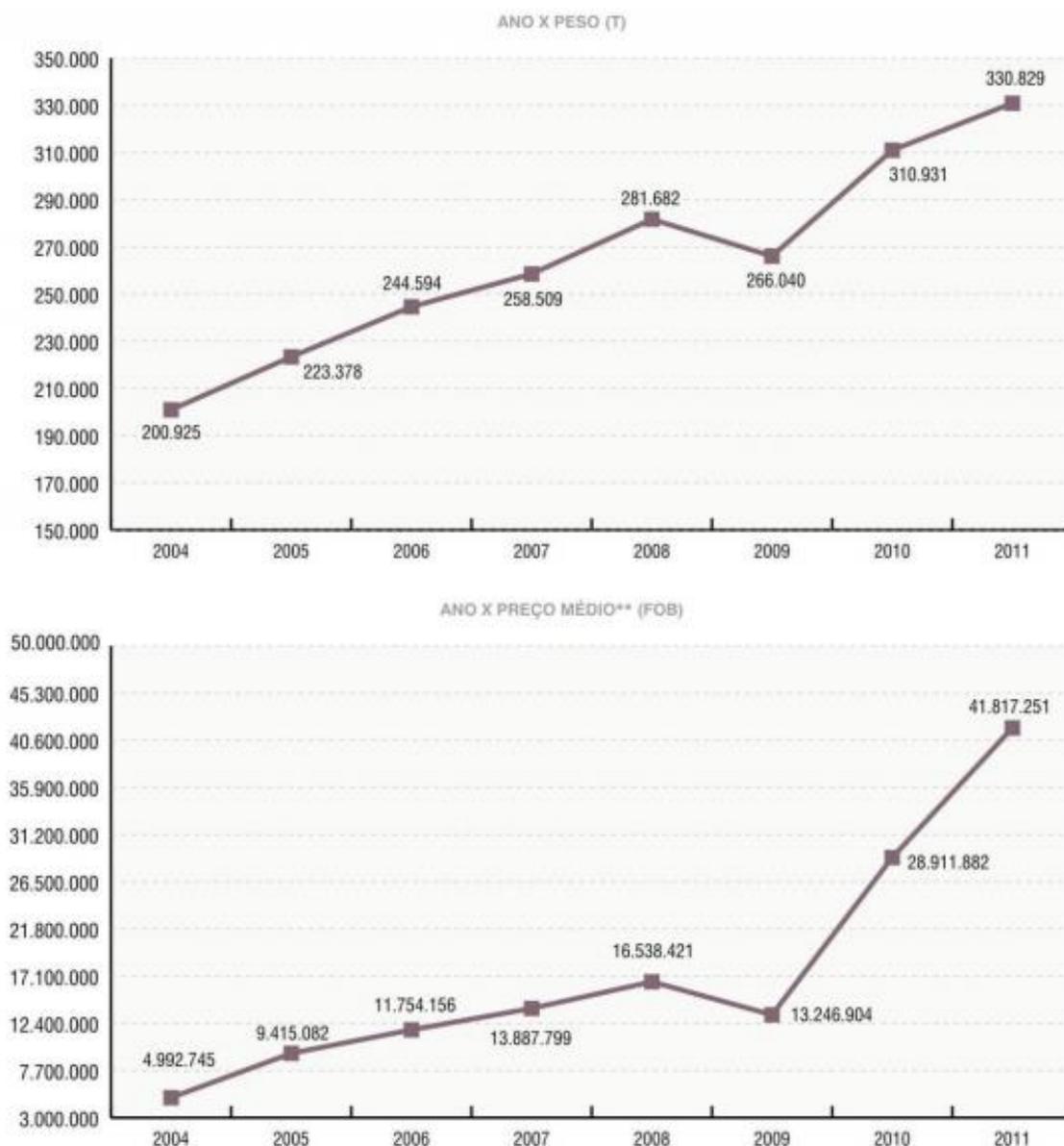


Figura 2 – Exportações Brasileiras - Ferro

Fonte: MDIC – 2012

O consumo de aço por habitante é de 131 kg e o de cimento é de 400 kg, enquanto os países desenvolvidos consomem acima de 400 kg de aço por habitante e buscam a utilização mais estratégica do cimento, os Estados Unidos, por exemplo, reduziu pela metade o consumo de cimento em 5 anos, já o Brasil em 30 anos aumentou apenas um 1 kg por ano no consumo de aço, segundo dados do Instituto Aço Brasil. Levando em consideração que o período em que esses países mais se desenvolveram, todos passaram por um

grande momento de produção e consumo de aço, independente das razões e necessidades que levaram a isso. O exemplo disto, hoje é a China. O país tem uma capacidade instalada de 48,4 milhões de toneladas por ano de aço bruto, já a capacidade de cimento atinge cerca de 74,9 milhões de toneladas por ano.

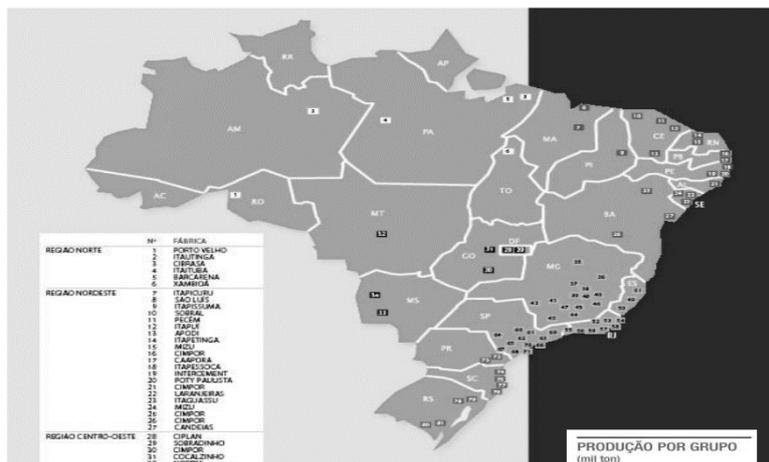


Figura 3 – Parque produtor de Aço e de Cimento no Brasil

Fonte: Instituto Aço Brasil e SNIC

A indústria da construção civil é uma das maiores consumidoras destes produtos, a combinação do aço com o concreto da origem ao concreto armado visto na Figura 4, sendo fundamental nos sistemas estruturais de qualquer projeto. É inegável que a combinação aço/concreto funciona perfeitamente, um com função de resistir aos esforços de tração e o outro com a função de resistir aos esforços de compressão. Dentro deste contexto, pode-se descrever

artesanal, algo que é feito sem recurso ou meios sofisticados ou técnicas elaboradas ou industriais, é sensato afirmar então que este sistema construtivo pode ser classificado como artesanal.

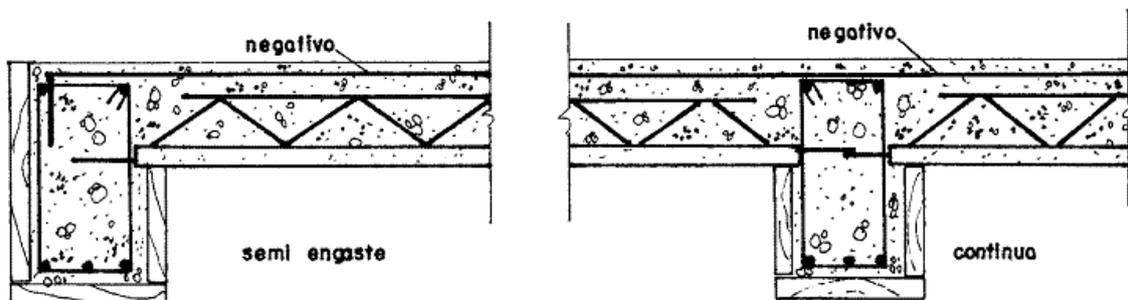


Figura 4 – Exemplo Estrutura de Concreto Armado

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=concreto+armado&es_sm=122

O objetivo deste trabalho é desenvolver o mercado da construção civil, utilizando técnicas mais competitivas, tendo como pilares de fundamento, a competitividade, a sustentabilidade e o meio ambiente. Utilizando materiais que sejam menos agressivos e visando a agilidade na entrega dos produtos finais com a maior qualidade possível, sem elevar o custo final da obra, simplesmente optando por outros materiais e comprovando de maneira racional a viabilidade ou não deste método.

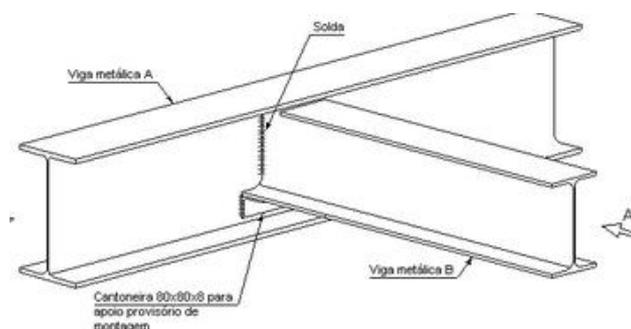


Figura 5 – Exemplo Estrutura de Aço

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=sistema+estrutura+de+a%C3%A7o>

1.2 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Os países mais desenvolvidos buscam aprimorar suas técnicas de construção, buscando obras mais competitivas, limpas e sustentáveis, incentivando a pesquisa, uso e o desenvolvimento de métodos cada vez mais modernos e assim diminuir o uso de materiais originados da extração de recursos naturais, em nosso país, para os interessados no assunto, encontram-se vários artigos que falam sobre e algumas empresas que estão inserindo este novo jeito de fazer construção no mercado, porém, existem dificuldades, seja por falta de incentivo, lobby ou paradigmas que ainda não foram quebrados.



Figura 6 – Edifício de 30 Andares Executado em 15 dias (China)

Fonte: <https://www.bsb.com>

O Brasil ocupa o Hall da indústria cimenteira como o sexto maior produtor e quarto maior consumidor do mundo, em 2013, foram produzidas 70 milhões de toneladas (KIHARA e VISEDO, 2014) e como projeção o SNIC (Sindicado Nacional da Indústria do Cimento) espera uma produção de 110 milhões de toneladas até 2016 (SANTOS, 2011).

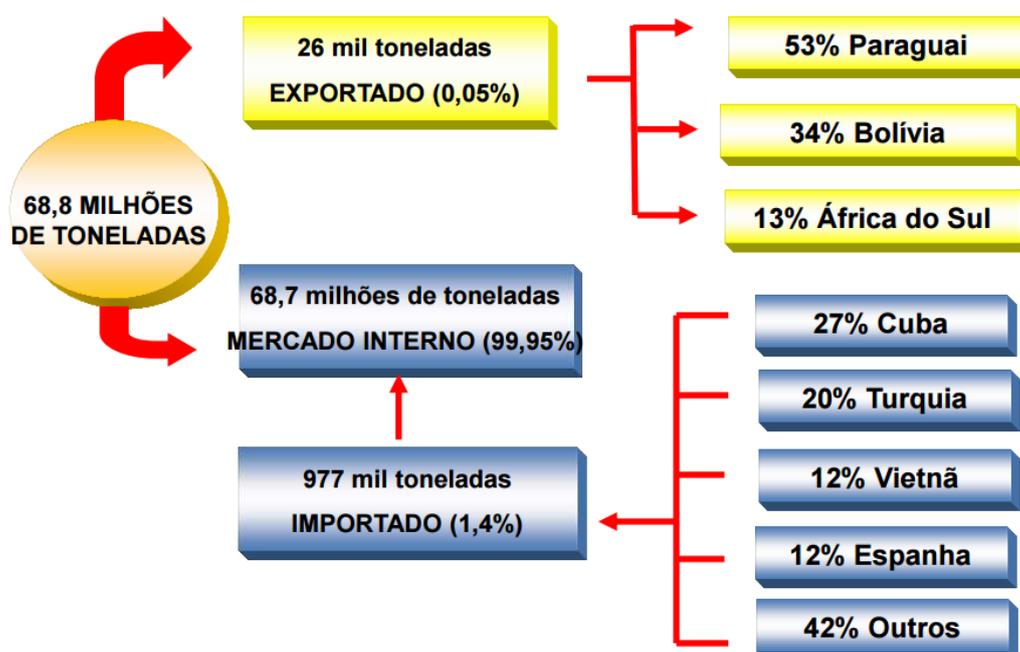


Figura 7 – Organograma do Mercado do Cimento no Brasil 2012

Fonte: SNIC

A base da construção civilista praticamente toda voltada para a indústria do cimento, única consumidora, impulsionada por obras de infraestrutura e habitação, motivo o qual possuem um longo cronograma de execução, necessidade de um elevado número de empregados para a realização de serviços, grande rotatividade, dificuldade em encontrar mão de obra qualificada, além do desperdício de material, geração de resíduos, poluição do meio, alto nível de agressividade para os trabalhadores, elevado peso próprio dos componentes, dificuldade de demolição, baixo grau de proteção acústica e térmica e as impossibilidades arquitetônicas que este método impõe nos levam a explorar alternativas mais inteligentes e que já estão a nossa disposição.

CBCA Centro Brasileiro de Construção em Aço									
ESCOLHA DO SISTEMA ESTRUTURAL									
Projeto:		Edifício comercial de 8 pavimentos							
Item	Características importantes da obra	Peso → de 1 a 5 Pela importância para a obra	Nota → 1 a 10 - Mérito do sistema estrutural						
			Sistema A		Sistema B		Sistema C		
			AÇO		CONCRETO		MISTO		
1	Fundações	Importantíssimo	5	Atende	8	Atende abaixo	5	Atende	8
2	Tempo de construção	Importantíssimo	5	Atende superior	10	Atende	8	Atende	8
3	Tipo de ocupação	Importantíssimo	5	Atende superior	10	Atende abaixo	5	Atende	8
4	Disponibilidade e custo Materiais	Importante	3	Atende	8	Atende superior	10	Atende superior	10
5	Recursos do construtor	Pouco importante	2	Atende	8	Atende	8	Atende	8
6	Local da obra e acessos	Importante	3	Atende	8	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
7	Possibilidade de adaptações e ampliações	Indiferente	1	Atende superior	10	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
8	Compatibilidade c/ sist. complementares	Importante	3	Atende superior	10	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
9	Manutenção e reparos	Importante	3	Atende	8	Atende	8	Atende	8
10	Vãos livres e altura da edificação	Importante	3	Atende	8	Atende	8	Atende	8
11	Proteção contra a corrosão	Muito importante	4	Atende	8	Atende superior	10	Atende superior	10
12	Proteção contra fogo	Muito importante	4	Atende abaixo	5	Atende	8	Atende	8
13	Estética	Pouco importante	2	Atende	8	Atende	8	Atende	8
14	Desperdício de materiais e mão de obra	Importante	3	Atende superior	10	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
15	Segurança do trabalhador	Importantíssimo	5	Atende	8	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
16	Custos financeiros	Importantíssimo	5	Atende	8	Atende	8	Atende	8
17	Adequação ambiental	Muito importante	4	Atende	8	Atende	8	Atende	8
18	Qualidade e durabilidade	Muito importante	4	Atende	8	Atende	8	Atende	8
19	Desempenho	Importantíssimo	5	Atende	8	Atende	8	Atende	8
20	Incomodos para as áreas próximas	Importante	3	Atende	8	Atende abaixo	5	Atende abaixo	5
Média = $\Sigma(\text{peso} \times \text{nota}) / \Sigma \text{peso} \rightarrow$			72	8,3		7,0		7,4	
Sistema mais adequado para a obra →		Sistema A							

Figura 8 – Planilha de Avaliação do Sistema Estrutural mais Adequado

Fonte: CBCA

CBCA Centro Brasileiro de Construção em Aço														
CONFIGURAÇÃO DO SISTEMA EM AÇO														
Projeto:		Edifício comercial de 8 pavimentos												
Item	Característica	Peso → de 1 a 5 Importância para a obra	Nota → 1 a 10 - Mérito do sistema											
			Estabilidade horizontal			Tipo de laje			Vedações internas			Vedações externas		
			Contraventada	Pórticos rígidos	Núcleo de concreto	Laje plana maciça	Steel-deck	Pré-laje Treliçada	Alvenaria	Dry-Wall	Blocos	Alvenaria	Painéis	Vidro
1	Influência no custo final	3	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
2	Influência no prazo de obra	5	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
3	Disponibilidade de fornecimento	3	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
4	Mão-de-obra disponível	4	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
5	Nível de capacitação da Mão-de-obra	4	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
6	Produtividade	4	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
7	Interferência com outros subsistemas	3	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
8	Durabilidade	3	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
9	Manutenção	3	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
10	Estágio de normalização	5	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
11	Perdas	5	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
12	Sustentabilidade	5	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
13	Valor percebido pelo cliente	4	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
14	Imagem da empresa	4	8	5	2	6	7	5	3	5	4	4	5	3
15														
Média = $\Sigma(\text{peso} \times \text{nota}) / \Sigma \text{peso} \rightarrow$		55	8,0	5,0	2,0	6,0	7,0	5,0	3,0	5,0	4,0	4,0	5,0	3,0
Estabilidade horizontal adotado →		Contraventada												
Tipo de laje mais adotado →		Steel-deck												
Vedações internas mais adotado →		Dry-Wall												
Estabilidade horizontal mais adotado →		Painéis												

Figura 9 – Planilha de Avaliação da Configuração do Sistema em Aço

Fonte: CBCA

O mercado atual chegou ao seu limite, percebemos que estamos necessitados em dar um passo em direção ao futuro, evoluir, construções mais práticas e competitivas, visando qualidade de produto, integração com o meio ambiente, conforto para os clientes, incentivo a qualificação dos funcionários e a progressão lucrativa dos investidores.

1.3 OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo principal propor diretrizes para utilização de novos métodos construtivos mais competitivos e de acordo com as novas exigências do mercado. Estas diretrizes consideram os aspectos técnicos multidisciplinares do projeto (Arquitetura, Engenharia e outras disciplinas), econômicos, mercadológicos e orçamentários. Nos quais estão relacionados os principais aspectos que influenciam na utilização destes métodos.

O desenvolvimento desta pesquisa baseia-se na linha de pensamento de que as premissas para o desenvolvimento de projetos com métodos mais modernos e mais competitivos, cujas decisões técnicas são consideradas levando em conta os requisitos de empresas, usuários e administradores prediais (operação e manutenção), podem ser utilizadas para aperfeiçoar e desenvolver as práticas de construção, torná-las mais eficientes e assim beneficiar ambas as partes envolvidas.

O refinamento deste estudo investiga a possibilidade de se propor uma linha de raciocínio específica para o desenvolvimento de projetos de empreendimentos, que além das possibilidades já existentes e disseminadas no mercado, tenham-se mais opções que proporcionem o desenvolvimento e a evolução na área da construção, gerando competição e assim a melhoria na qualidade dos produtos, sempre mantendo o foco no custo e no conforto do cliente.

Como meta, dispor de um empreendimento de altíssimo padrão, não elevando o custo da obra, simplesmente optando pela gama de materiais que já se encontram a disposição no mercado e utiliza-los da forma mais eficiente possível, mas que por alguma razão estas práticas ainda não foram disseminadas. Ao longo desta produção, cada etapa será detalhada minuciosamente com as qualidades e garantias que nos levaram a optar por uma das linhas.

Ao concluirmos as etapas citadas anteriormente, iremos levar este “novo método” ao mercado (indivíduo, empresas, meio acadêmico, etc.), pois estamos vendo uma ótima oportunidade de desenvolvimento no ramo, não somente para os idealizadores, mas para todos os envolvidos. Pretendemos também, incentivar empresas que estão tentando de alguma forma entrar no mercado e encontram várias dificuldades, por preconceito dos potenciais clientes, falta de conhecimento com relação à eficiência e custo/benefício.

1.4 OBJETIVO ESPECÍFICO

O Objetivo Específico deste trabalho é expandir o conhecimento sobre vários métodos construtivos, entender, compreender, aplicar e incentivar a utilização e a disseminação destes.

O aperfeiçoamento na utilização de softwares como AutoCad 2015, Revit 2015, Scia Engineer 2015 e Office, para o desenvolvimento dos projetos arquitetônicos, estruturais e de instalações, assim como para a criação das planilhas orçamentárias, necessárias para a comparação dos custos dos métodos construtivos que irão levar a conclusão deste trabalho.

A pesquisa permite que tenhamos noção do panorama global da construção civil no Mundo e no Brasil, nos direcionando a uma visualização de áreas com grande potencial para empreender e inovar. A busca por informações coloca em contato o autônomo, o empresário, o aluno e o cliente,

levando a uma ampla discussão sobre as melhores diretrizes para a área, analisando as opções é possível fazer uma projeção das tendências do mercado.

2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Após analisarmos o projeto inicial, verificamos que, desenvolvendo os dois métodos construtivos baseado em um mesmo arquitetônico iríamos agregar mais conhecimento. A partir deste pensamento criamos o projeto arquitetônico, locado no lote 8, Rua 7, condomínio Marina Ilha Verde, localizado em Pelotas-RS no bairro Laranjal, o terreno escolhido possui uma área total de 2464,89m² e a área construída é de 1875,56m².

O empreendimento possui no pavimento térreo, hall de entrada (63,82m²) com 2 escadas de acesso ao pavimento superior, uma cozinha (92,79m²) compartilhada com a sala de jantar, neste mesmo setor possui um lavabo (3,36m²). Possui um sala estar/bar (99,34m²) para integração dos dois ambientes, uma circulação (10,25m²) e um wc(14m²), uma churrasqueira (70,21m²), piscina (180,22m²), deck (463,89m²) onde faz a ligação da casa com o arroio. No pavimento superior o empreendimento possui uma circulação (61,99m²), 1ª dormitório (29,04m²), 2ª dormitório (30,24m²), wc para uso em conjunto (4,40m²), circulação (7,8m²), sala individual(16,6m²), escritório (22,23m²), sacada (8,74m²), na suíte máster, 1ª closet (11,22m²), 2ª closet (13,73m²), dormitório (71,04m²), wc suíte (35,69m²), área verde (6,98m²) e uma sacada (22,61m²).

O projeto que iremos executar tem como características construtivas de um dos métodos o concreto armado, a superestrutura conta com pilares, vigas e lajes revestidos com reboco, o fechamento é feito em alvenaria de vedação em bloco cerâmico 14x19x29cm, com chapisco, emboço e reboco totalizando 3 cm de espessura as 3 camadas de revestimento, a fachada será revestida na maior parte por pastilhas de vidro, vidro temperado e textura. As fundações serão definidas posteriormene, após a obtenção das reações através do projeto estrutural. O piso será frio na parte molhada e no resto piso flutuante de madeira.

O segundo método, em construção seca, possui característica construtivas com vigas e pilares em aço com perfil I, aparafusados in loco, a laje deste método executivo será executada com steel frame revestida (superior) com placa OSB, EPS de alta densidade, cimentícia e revestimento (piso frio ou flutuante com regularização de contrapiso) a inferior com Painel SIP (OSB/EPS/OSB) e pendural de gesso, o fechamento das paredes externas será feita com dry wall (OBS/EPS/placa cimentícea/revestimento), as paredes internas em dry wall, revestidas com acabamento de pintura, a fundação será definida após a obtenção das reações através do projeto estrutural.



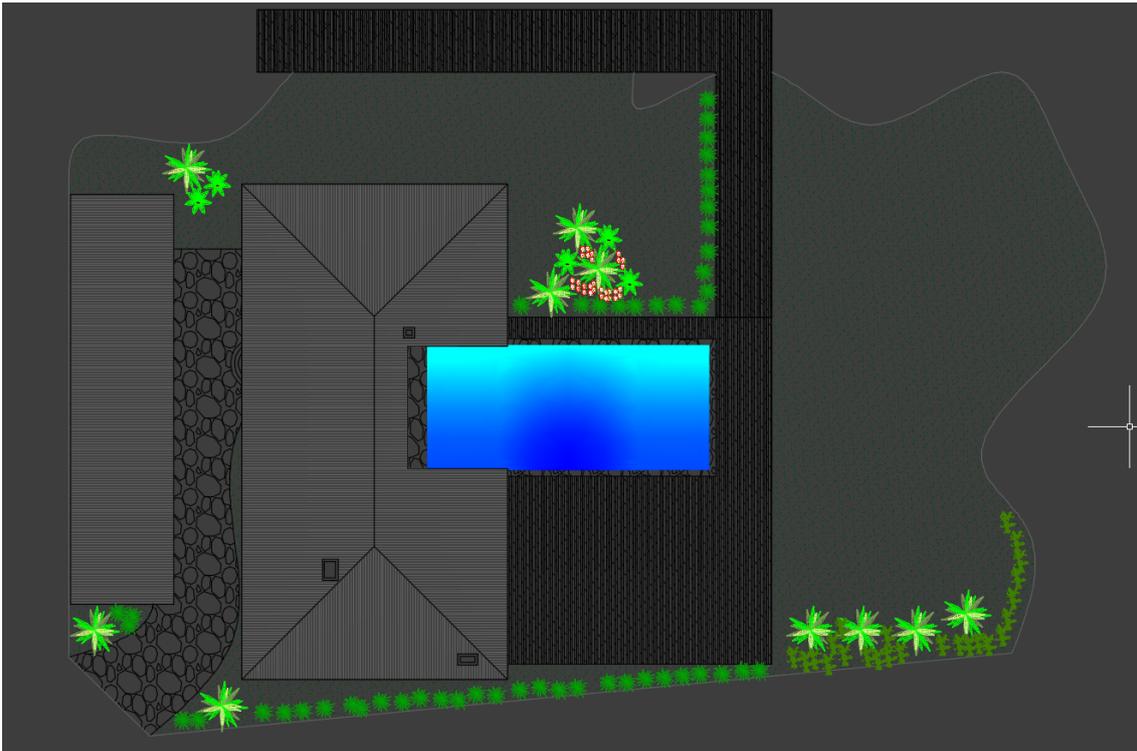


Figura 10 – Projeto Arquitetônico – Planta Baixa Térreo/Cobertura

Fonte: Autoral

2.2 ESTRUTURA

2.2.1 AÇO ESTRUTURAL

No Brasil a produção do aço em 2014 foi de 33,9 milhões de toneladas, queda de 0,7% em relação a 2013, ocupando a 9º colocação no ranking de produção mundial. A produção mundial de aço teve aumento de 1,2% no ano de 2014 em relação a 2013, totalizando 1,66 bilhões de toneladas, segundo a worldsteel, principal associação do setor.

A China, maior produtor de aço do mundo, terminou 2014 com um crescimento de 0,9% com a produção de 822,7 milhões de toneladas. A região que mais produziu foi o oriente médio com um aumento de 7,7% em relação ao ano passado, fechando o ano com uma produção de 28,5 milhões de toneladas. Nos Estados Unidos a produção aumentou em 1,7% e somou 83,2 milhões de toneladas. A Figura 10 mostra o cenário da produção mundial em 2010.

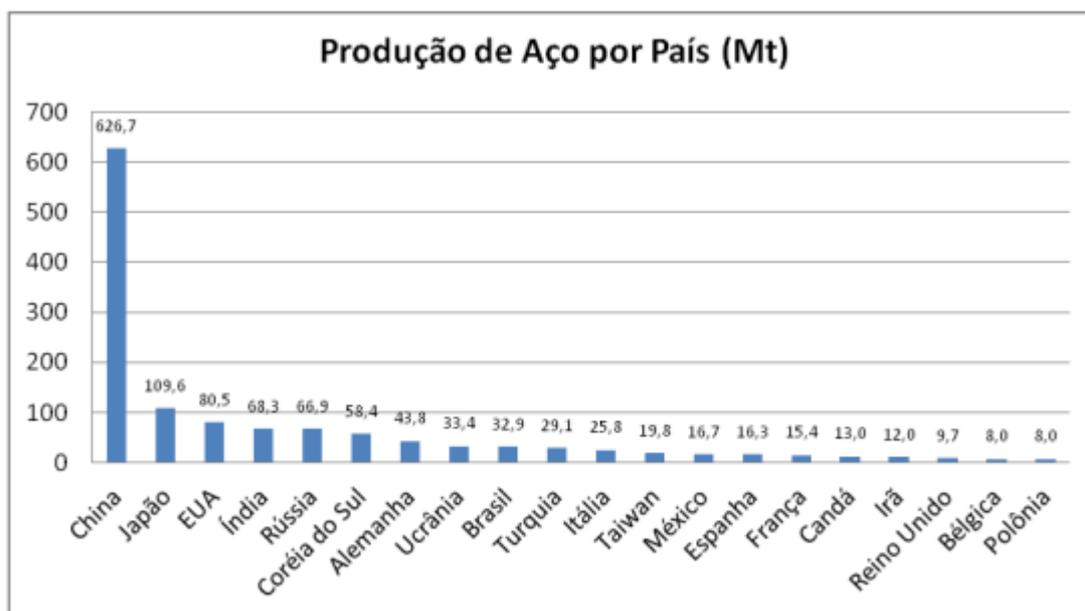


Figura 11 – Principais produtores de Aço no Mundo em 2010

Fonte: IABR, 2010

Existem muitos paradigmas negativos com relação à utilização do aço como componente estrutural único que podem estar impedindo uma análise correta sobre sua aplicação e uso como sistema estrutural. Os mais citados são: o custo, oxidação, dificuldades com interfaces e que necessidade de tratamentos térmicos para proteção contra fogo.

Resumidamente, de maneira geral, podemos dizer que sim, em alguns casos o aço é mais caro, porém, nem sempre o mais caro é o menos

adequado, se empregado corretamente pode trazer uma série de benefícios que podem reverter facilmente o custo final, mesmo com um custo específico maior, relacionado á oxidação, dependerá de qual será a vida útil do empreendimento, mas certamente não será isso que irá inviabilizar sua utilização, para as interfaces, existem muitos estudos a respeito, podem ser utilizados os manuais do CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço) nos quais propõe métodos e materiais para que não ocorram essas possíveis patologias, com relação a sua resistência ao fogo, este já é um tema amplamente estudado tanto pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) como pelo CBCA (Centro Brasileiro da Construção em Aço), a ABNT disponibiliza normas e o CBCA dispõe um manual (Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço) de como se deve proceder com a proteção deste material. Assim como qualquer elemento que se encontra exposto a intempéries este também precisa de algum revestimento de proteção. Ao concluir os estudos de Orçamento iremos analisar estas viabilidades.

Quanto ás verdades que tornam este sistema extremamente competitivo, podemos citar:

Sua rapidez, uma de suas características mais visíveis, na fase de montagem ela se torna extremamente eficiente se comparada com outros sistemas, esta característica também viabiliza um retorno mais rápido do capital investido, pois reduz drasticamente o cronograma de execução.



Figura 12 – Projeto com Estrutura Mista Instituto Moreira Salles, São Paulo

Fonte: <http://arcoweb.com.br/projetodesign/tecnologia/andrade-morettin-instituto-moreira-salles-sao-paulo>

Grande Flexibilidade, facilidade em executar reforços ou fazer alguma alteração de projeto, por exemplo, fazer uma abertura em algum local não projetado, essa é uma das razões de o aço ser muito utilizado pelas indústrias,

devido ao dinamismo do mercado, ocorrem muitas mudanças de layout quando a necessidade de aquisição de novos equipamentos.



Figura 13 – Layout Industrial, facilidade de alteração

Fonte: <http://www.moinhopiramide.com.br/estruturas-metalicas.php>

Grande Precisão, devido às tolerâncias milimétricas de produção do aço, as interfaces com outros equipamentos industrializados ligados a estrutura ficam muito mais fáceis, além de tornar a precisão da obra muito mais satisfatória.



Figura 14 – Ponte Helix, Marina Bay, Cingapura

Fonte: <http://wwwo.metalica.com.br/ponte-helix>

Alta Resistência, possibilidade de elementos estruturais com menores dimensões e possibilidade de vencer grandes vãos.



Figura 15 – Guindaste Pórtico Golias, Estaleiro Rio Grande

Fonte: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=1473405&page=203>

100% Reciclável, com relação a sustentabilidade e meio ambiente, a consciência ecológica compreende a vantagem de se utilizar um material que é 100% reciclável, além de reduzir a exploração de outros recursos naturais.

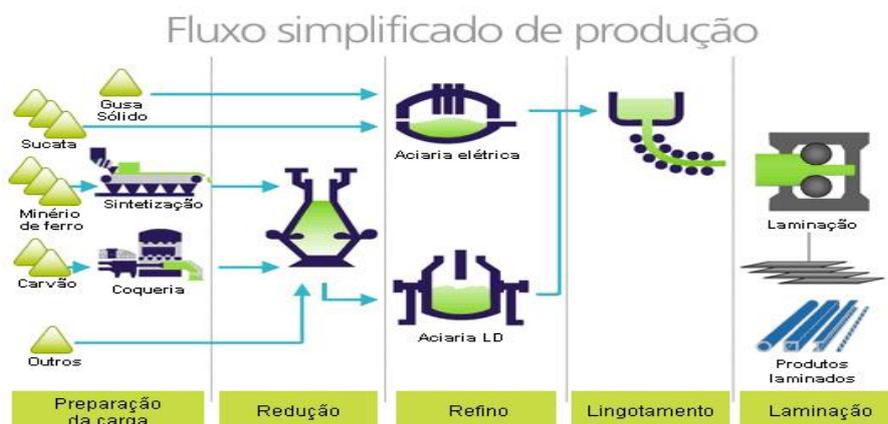


Figura 16 – Processo de Produção/Reciclagem do Aço

Fonte: Instituto Aço Brasil

Podemos concluir que a solução estrutural deve ser escolhida com base no conhecimento dos sistemas e suas características técnicas e não deve ser influenciada por paradigmas, preconceitos e desconhecimento dos demais sistemas. Com uma análise incompleta e distorcida podemos perder os benefícios de uma boa solução (CBCA). Pretendemos apresentar mais uma solução e que ela não seja escolhida por intuição, mas sim embasada em uma decisão lógica, racional e estruturada, levando em conta todos os aspectos que podem influenciar seu desempenho e assim optar pelo bom aproveitamento da obra.

2.2.2 CONCRETO ESTRUTURAL

Descoberto no ano de 1849 por Joseph Louis Lambot, um agricultor Francês, ele construiu um barco usando cimento reforçado com ferros. Até cerca de 1920 o concreto armado era chamado de “cimento armado”, o material possuía a desconfiança de todas mas aos poucos foi sendo superado. Em 1902 foi erguido o primeiro grande prédio comercial de grande altura, 64 metros, gerou polêmica pois os comentários seriam de que não agüentaria as ações do vento e a retração do concreto. Hoje o concreto é o segundo material mais consumido no mundo, é um material que apresenta alta resistência a tensão de compressão, porém, baixa resistência a tração, cerca de 10% da resistência a tração. Por esse motivo, é necessário a juntar o concreto a um material que tenha alta resistência a tração, por exemplo o aço. Com este material (concreto + aço) temos o concreto armado, onde a armadura absorve as tensões de tração e o concreto as tensões de compressão, onde o aço auxilia nas tensões de compressão (pilares, por exemplo).

No entanto, o conceito de concreto armado envolve a questão de aderência, que é essencial no concreto armado, sem a aderência da armadura no concreto não se tem concreto armado.

A armadura do concreto é chamado de “armadura passiva”, o que significa que as tensões e deformações nela aplicadas devem-se exclusivamente aos carregamentos aplicados nas peças onde ele está inserido. como armadura tem-se que ter um material com altas resistências mecânicas, principalmente resistência à tração. A armadura não tem que ser necessariamente de aço, pode ser de outro tipo de material, como fibra de carbono, bambu, etc. O trabalho conjunto, solidário entre o concreto e a armadura fica bem caracterizado na análise de uma viga de concreto simples (sem armadura), que rompe bruscamente tão logo surge a primeira fissura, após a tensão de tração atuante alcançar e superar a resistência do concreto à tração (Figura 12a). Entretanto, colocando-se uma armadura convenientemente posicionada na região das tensões de tração, eleva-se significativamente a capacidade resistente da viga.

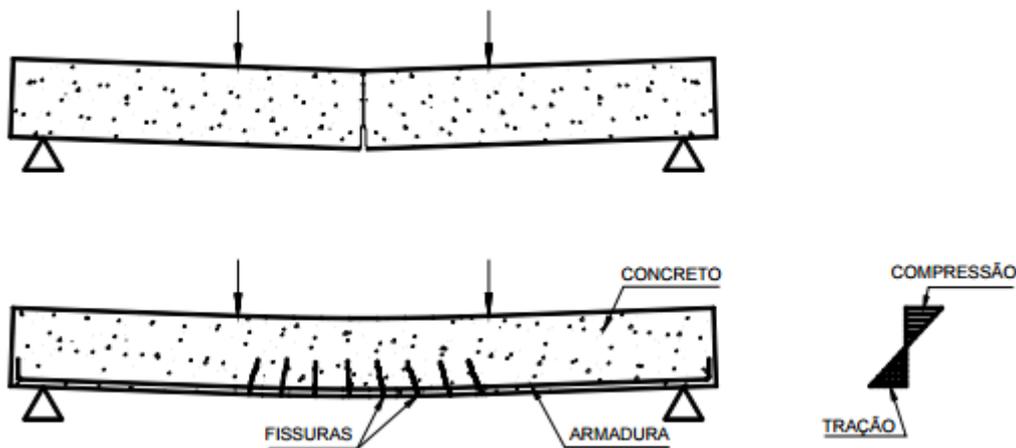


Figura 17 – Viga com e sem armadura

Fonte: www.portaldoconcreto.com.br/cimento/concreto/armados.html

Uma pesquisa feita pela fundação Getúlio Vargas (FGV), a pedido da Abcic (Associação brasileira da construção industrializada de concreto) revelou que 31,1% dos pré-fabricantes de concreto planejam investir mais em 2015, no ano de 2014 44% das empresas do segmento de pré-fabricados de concreto investiram mais do que em 2013.

2.3 STEEL FRAMING

O sistema steel framing é amplamente utilizado em países como EUA, Japão, Canadá, Argentina, Chile e Europa, caracterizado por um esqueleto estrutural leve composto por perfis de aço galvanizado que trabalham em conjunto e servem como base de fixação para o revestimento, este, formado por um conjunto de placas, externas e internas além de materiais para isolamento térmico e acústico. Pode ser utilizado como sistema estrutural de qualquer edificação, desde que projetado adequadamente, paredes externas e internas, tetos e pisos, conferindo tecnologia, resistência e sustentabilidade.



Figura 18 – Certificações da LEED (Órgão de certificação Mundial)

Fonte: <http://www.usgbc.org/leed>

A estrutura de steel framing possui um peso próprio relativamente menor do que os de sistemas de vedações ditos convencionais, sendo fundamental na etapa de cálculo considerar as cargas de vento, gerando economia nas etapas de fundações e menores dimensões no sistema estrutural, seu processo de fabricação é extremamente rigoroso, onde são exigidas precisões milimétricas em suas dimensões, além do processo de

cisalhamento eliminar totalmente o desperdício de material o que aumenta a eficiência e rapidez de montagem.

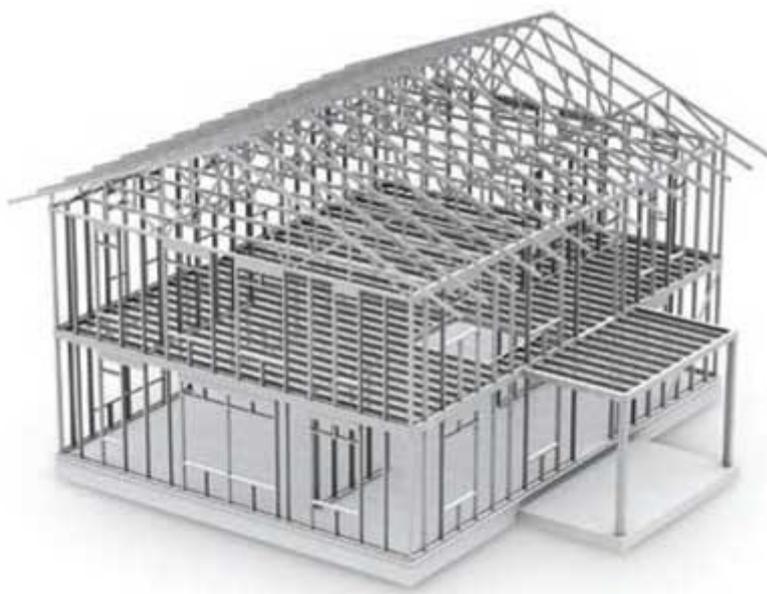


Figura 19 –Estrutura de Steel Framing

Fonte: <http://www.casaprefabricada.org/casas-industriais-steel-framing>

O revestimento externo pode ser feito com placa cimentícia parafusadas diretamente nos perfis da estrutura, sobre uma barreira de vapor que impede a entrada de água, porém este permite que a parede “respire”, evitando a condensação da água em seu interior, as bordas são tratadas com fitas e massas específicas, para dar um aspecto final sem frisos e criar uma superfície apta a receber qualquer tipo de acabamento. Outro revestimento externo utilizado no sistema é o EIFS (Exterior Insulation Finishing System) composto por painel OSB, barreira de vapor, EPS, tela em fibra de vidro e argamassa elastomérica. O revestimento interno pode ser variado, permite uma gama de materiais que podem ser utilizados separadamente ou em conjunto (placas de cimento, gesso acartonado, osb, etc.), possuem uma composição adequada para cada aplicação, áreas secas, úmidas, resistentes ao fogo e para

ambientes agressivos. Este tipo revestimento da um aspecto extremamente liso no acabamento final.



Figura 20– Casa mista, estrutura de aço/steel framing

Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=paises+que+mais+steel+framing>

As instalações elétricas e hidráulicas são projetadas e executadas seguindo os mesmos princípios e materiais utilizados na construção convencional. A grande vantagem oferecida pelo sistema é a facilidade de execução destas instalações, pois devido ao vazio interno das paredes e a presença de furos nos montantes (elementos verticais, guias são os elementos horizontais) permite uma execução rápida e sem demolição. Para um bom desempenho térmico e acústico são utilizadas mantas de lã de vidro ou de poliéster no interior das paredes e no forro.



Figura 21 – Instalações Hidrossanitárias e Elétricas

Fonte: <http://wwwo.metalica.com.br/steel-framing>

Ao final da obra não é possível diferenciar um sistema do outro, porém este sistema oferece um desempenho superior aos modelos convencionais de construção.



Figura 22 – Acabamento Final

Fonte: <https://framecad.com/en/>

2.4 VEDAÇÕES

2.4.1 Paredes (DRYWALL)

São paredes constituídas por placas de gesso parafusadas em uma estrutura de steel framing.

Esta estrutura é constituída por guias (elementos horizontais) e montantes (elementos verticais), podem ser de Wood Framing (estrutura de madeira) ou Steel Framing (estrutura de aço), sobre as quais são fixadas as placas de gesso, em uma ou mais camadas, gerando uma superfície apta a receber qualquer tipo de acabamento final.



Figura 23 – Wood Framing e Steel Framing

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=sistema+drywall&es_sm

Dentro das vantagens que este sistema dispõe podemos nos ater a várias, porém o objetivo não é este, iremos citar somente as principais como: montagem rápida com obra limpa e seca, ganho de área útil em decorrência da menor espessura das paredes, permite varias opções de acabamento, menor peso próprio (diminuindo custos com fundações), adaptabilidade a qualquer tipo de estrutura (madeira, concreto ou aço), facilidade de instalação e manutenção dos sistemas elétricos e hidráulicos, isolamento térmico e acústico, resistência ao fogo, entre outras.

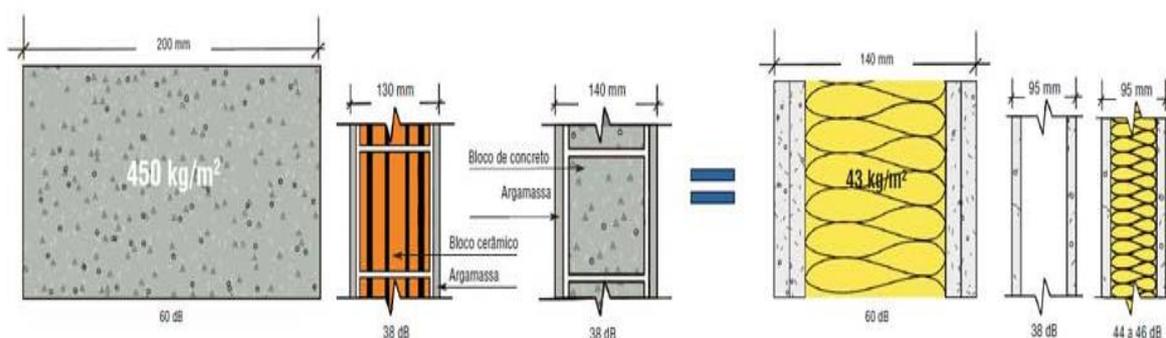


Figura 24 –Equivalência do Isolamento Acústico de cada tipo de parede

Fonte: <http://www.gessosagitarios.com.br/parede-drywall.htm>

A forma de montagem e os materiais utilizados definem o nível de desempenho que pode variar com o número de placas, dimensão das estruturas e incorporação de elementos isolantes térmicos e acústicos.



Figura 25 –Quantidade de Camadas conforme a necessidade do Projeto

Fonte: <http://aureimoveis.blogspot.com.br/2012/01/obra-seca-e-rapida.html>

São utilizadas internamente como paredes de distribuição, separativas e técnicas. Este sistema também pode ser uma alternativa muito interessante pelo fato de permitir a personalização dos espaços e deixá-los muito mais agradáveis, o gesso ainda pode ser reciclado indefinidamente, porém ainda não existem usinas de reciclagem de gesso no Brasil.



Figura 26 –Conforto x Personalização do Ambiente

Fonte: <http://www.gessoneto.com.br/>

2.4.2 Alvenaria de vedação

A alvenaria de vedação pode ser definida como alvenaria que é apenas para suportar o seu próprio peso e não para resistir a ações diferentes. A vedação é responsável pelo fechamento da edificação para proteção de intempéries e para compartimentação dos ambientes internos .

Alvenaria de Vedação Racionalizada

O princípio básico da alvenaria racionalizada é tomar todas as decisões quanto aos passos de execução na fase de projeto e documentá-los em forma de desenho ou observações descritivas. Assim, o projeto contempla todo o detalhamento executivo, estrutural, alvenaria e instalações, compatibilizando tudo. Quando se pretende implantar conceitos de racionalização da construção, deve-se iniciar pela estrutura da edificação. Em seguida, priorizar a alvenaria de vedação. Isso porque o subsistema de vedação vertical interfere nos demais subsistemas da edificação: revestimento, impermeabilização, esquadrias, instalações elétricas e de comunicação e instalações hidrossanitárias. Todos esses serviços somados representam uma parcela considerável do custo de uma obra.

Em contraponto à alvenaria tradicional, a alvenaria racionalizada apresenta as seguintes características:

- Utilização de blocos de melhor qualidade, com furos na vertical para a passagem de instalações.

- Planejamento prévio da paginação da alvenaria, cada bloco está desenhado no seu devido lugar.
- Projeto da produção, projeto compatibilizando estrutura, alvenarias e demais subsistemas.
- Treinamento da mão-de-obra.
- Utilização de família de blocos com blocos compensadores para evitar a quebra de blocos na execução.
- Redução drástica do desperdício de materiais, sem quebras e sem remendos.
- Melhoria nas condições de limpeza e organização do canteiro de obras.

A racionalização construtiva pode ser entendida como a aplicação mais eficiente dos recursos em todas as atividades desenvolvidas para a construção do edifício.



Figura 27 – Alvenaria de vedação racionalizada, detalhe para instalações embutidas

Fonte: <http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias%20introducao+vedacao.pdf>

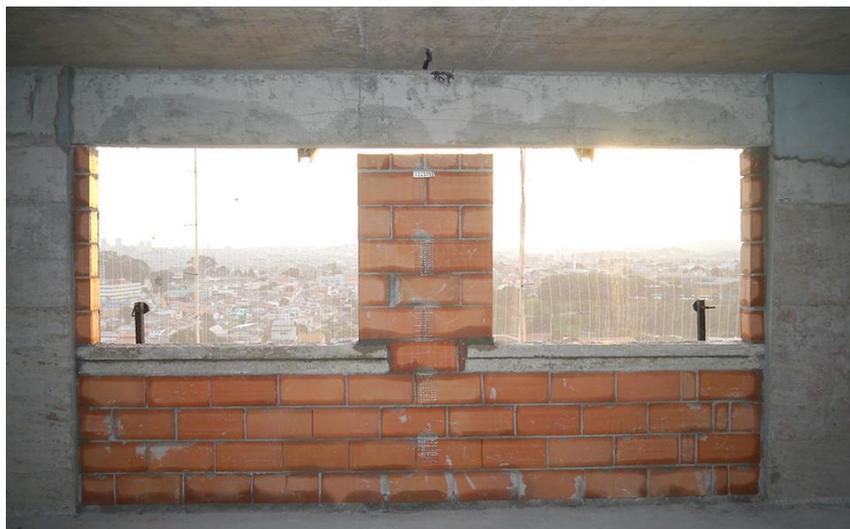


Figura 28 – Alvenaria de vedação racionalizada

Fonte: http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao+vedacao.pdf

2.5 LAJES

2.5.1 Piso Estrutural

Podemos caracterizar este elemento como uma estrutura de aço leve, steel framing, composta por duas guias com perfil “C”, laminado a frio, travadas por um sistema de treliças fixadas entre elas.

Na parte superior das armações é fixada uma placa que pode ser de Aglomerado, OSB ou compensado, esta espessura varia de 18 a 22mm, logo acima uma placa de contra placado de 9 a 18mm, a partir daí a superfície está pronta para receber qualquer tipo de revestimento, um material de isolamento acústico pode ser adicionado entre os tabuleiros com espessura e densidade variadas, também há outros materiais com possibilidade de serem adicionados

para redução de impacto e isolamento térmico, sua aplicação irá variar conforme a necessidade do projeto.

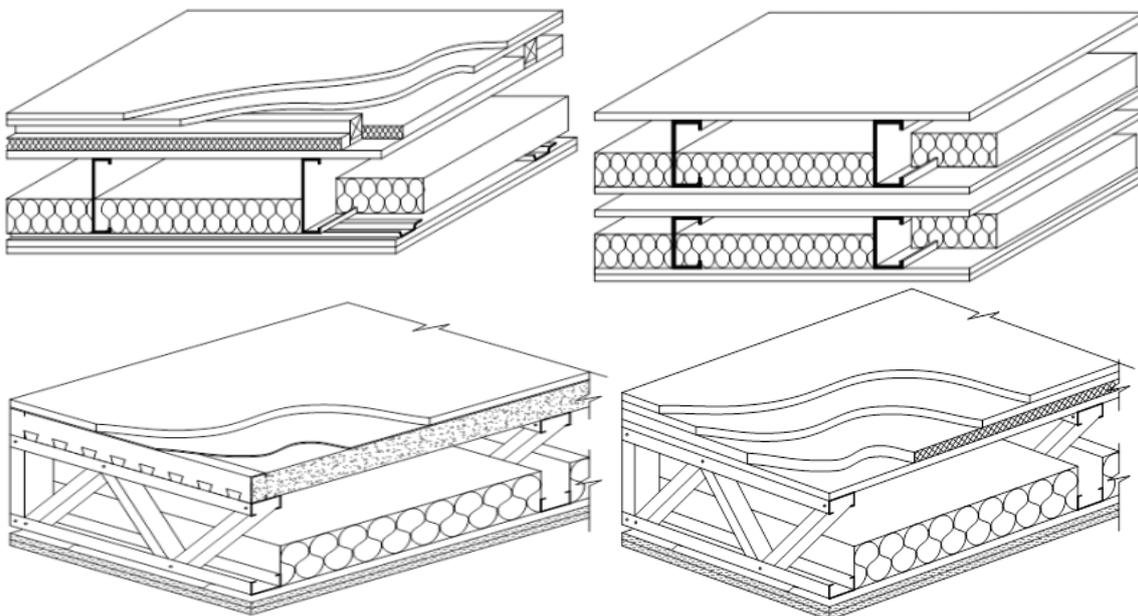


Figura 29 –Opções de Laje (Piso/Teto)

Fonte: <http://www.encon.co.uk/products/view/1161/icw-acoustic-deck-28-32-52w>

2.5.2 Teto

Para o revestimento do teto, utilizam-se duas placas de gesso sobrepostas com espessuras e densidades conforme a necessidade do projeto.

Possui uma importante característica, são resistentes ao som, também podem ser utilizadas placas de fibra de gesso. A fixação das placas no teto é realizada na parte inferior dos tabuleiros.

2.5.3 Tratamento Termo acústico

São colocadas mantas de lã mineral entre as vigas com densidades e espessuras variáveis de acordo com a necessidade do projeto. Hoje já existem

outros materiais que substituem a lã mineral, porém ainda não foram incorporados ao mercado brasileiro, haveria necessidade de uma avaliação mais completa para poder confirmar se é viável ou não produzi-lo ou importá-lo. Então como o esta indústria ainda não nos permite outra gama de materiais para que possamos optar, acabamos por recorrer a ela.

2.5.4 Lajes em concreto armado

As lajes podem ter vários modelos sendo eles: Laje maciça, laje treliçada, laje pré fabricada entre outras. Podem ter a sua disposição da armadura sendo armada em uma só direção e armada nas duas direções. Lajes são elementos estruturais bidimensionais planos com cargas preponderantemente normais ao seu plano médio, considerando uma estrutura convencional, as lajes transmitem as cargas do piso às vigas, que as transmitem, por sua vez, aos pilares, através dos quais são as cargas transmitidas às fundações, e daí ao solo.

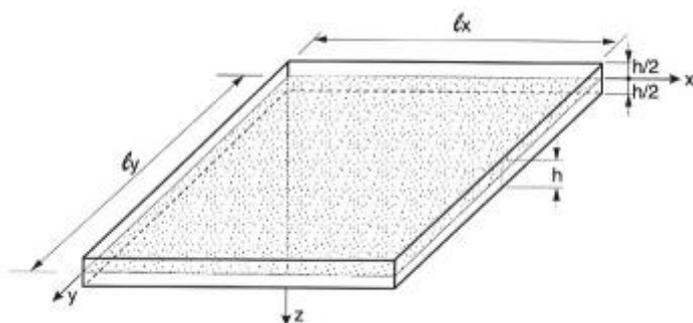


Figura 30 – Laje em concreto armado

Fonte: <http://usuarios.upf.br/~zacarias/Cap-2-%20Lajes-de-Concreto-Armado.pdf>

O comportamento estrutural primário das lajes é o de placa, que por definição, é uma estrutura de superfície caracterizada por uma superfície média (S) e uma espessura (h), com esforços externos aplicados perpendicularmente a S. As lajes possuem um papel importante no esquema resistente para as

ações horizontais, comportando-se como diafragmas rígidos ou chapas, compatibilizando o deslocamento dos pilares em cada piso. As cargas verticais que atuam sobre as lajes são consideradas geralmente uniformes, algumas o são de fato, outras, como o caso de paredes apoiadas em lajes armadas em cruz, são transformadas em cargas uniformes utilizando hipóteses simplificadoras. Referimo-nos sempre às lajes de edifícios residenciais ou comerciais; no caso de lajes de pontes, por exemplo, o cálculo deve ser mais preciso. As principais cargas a se considerar são: Peso próprio da laje; Peso de eventual enchimento; Revestimento; Paredes sobre lajes; Carregamento acidental.

Admitem-se três tipos de apoio para as lajes: f

Bordo livre: quando não há suporte (Ex.: laje em balanço)

Bordo apoiado: quando não há restrição dos deslocamentos verticais, sem impedir a rotação das lajes no apoio (Ex.: laje isolada apoiada por vigas)

Bordo engastado: quando há impedimento do deslocamento vertical e rotação da laje neste apoio (Ex.: lajes apoiadas por vigas de grande rigidez).



Figura 31 – Laje armada em duas direções

Fonte: http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes_Macicas_EESC.pdf

2.6 SUSTENTABILIDADE

2.6.1 – Aço

Temos o desafio de modernizar a construção, o objetivo da nova geração é diminuir o impacto da construção civil no meio ambiente, utilizando materiais menos agressivos e recicláveis, a sustentabilidade tem sido amplamente discutida, incentivada e, na medida do possível exigida pelos órgãos vigentes.

Dentro do cenário em que estamos, obviamente temos que aliar isso a competitividade das empresas e tornar estes sistemas menos agressivos viáveis para que elas atendam essa nova perspectiva do mercado.

Tendo isso como foco, entende-se que é necessário agir e explorar estes novos conceitos de construção e buscar formas, maneiras e explicações concretas para disseminar isso dentro do meio construtivo, para que não seja uma exceção e nem uma regra, mas para que seja uma situação de normalidade e para que se insira dentro da nossa cultura empresarial.

Há uma defasagem com relação aos países desenvolvidos, não podemos apontar um culpado pela falta de incentivo, o governo deveria incentivar mais? Sim. Mas assim como o governo tem sua parcela de responsabilidade, nós também temos.

A informação nunca esteve tão acessível como nos tempos de hoje, então também cabe a nós buscá-la e transmiti-la. Devemos utilizar nossos conhecimentos matemáticos, técnicos e científicos na criação, aperfeiçoamento

e planejamento de utilidades, sejam elas de natureza material, estrutural, econômica ou ecológica.



Figura 32 –Sustentabilidade

Fonte: <http://pt.dreamstime.com/foto-de-stock-sustentabilidade-da-terra-image22474840>

2.6.2 – Concreto

O Engenheiro e professor da Universidade de São Paulo, Javier Mazariegos Pablos, desenvolveu o concreto ecologicamente correto, que substitui areia, pedra e água por materiais reaproveitados, uma das soluções para modificar esse cenário de destruição é o reaproveitamento. Levando ao pé da letra o significado da palavra “reaproveitar”, o Instituto de Arquitetura e Urbanismo da USP idealizou um concreto, feito de materiais alternativos reaproveitados, que economiza quase 100% de recursos naturais utilizados em concretos normais. Segundo o engenheiro autor do estudo, Javier Mazariegos

Pablos, a idéia principal do projeto é preservar os recursos naturais e evitar a enorme contaminação dos aterros industriais. “O concreto tradicional emprega cimento, areia, pedra e água, enquanto o sustentável substitui 70% da areia natural por areia de fundição – utilizada na fabricação de moldes de peças metálicas e 100% da pedra por escória de aciaria – resíduo que sobra da produção do aço, além de reduzir em grande quantidade o uso de água”, explica.

Os moldes feitos para a fabricação de peças de metal são compostos basicamente de areia de fundição e argila. “O metal, derretido a quase 1400 graus, é colocado no molde, depois de tomar a forma, o molde é destruído, porém somente 10% do que restou dele pode ser reaproveitado para a fabricação de novos moldes, os outros 90% são descartados”, conta. O pesquisador explica que a areia de fundição é facilmente doada pelas fabricas, que descartam cerca de 400 toneladas dessa areia por mês. “No fim das contas os dois lados ganham com o uso desse material. Para o descarte, os aterros industriais cobram em média R\$ 200 por tonelada, ou seja, doar acaba sendo bastante vantajoso para as fábricas”, ressalta.

O concreto sustentável, além de evitar o grande descarte de resíduos, colabora para que a areia não seja retirada do meio ambiente. “O concreto convencional é, na maioria das vezes, feito com areia retirada dos leitos dos rios, isso pode causar assoreação e mais uma série de danos”, comenta.

De acordo com Javier, por conta da facilidade em conseguir a matéria prima, o custo da produção do concreto sustentável é bem menor do que o do concreto normal. “O produto que nós desenvolvemos ainda não está à venda, mas duas industrias já estão interessadas em comprar a patente, e se comercializado, certamente vai custar mais barato que os outros”, conta. Segundo ele, o projeto, desde o início, nunca teve pretensão em concorrer no mercado com outros concretos.

“O objetivo final não é lucrar com vendas, mas sim melhorar as condições do meio ambiente e preservar os recursos que ainda nos restam”, afirma.

O concreto sustentável não pode ser usado para fins estruturais, somente para pavimentação, calçadas, contrapisos e outras áreas que não sofrem tanto esforço. “Na verdade esse concreto é tão resistente quanto o convencional, mas como ainda não foram feitos os estudos, que levam mais de 20 anos de observação do comportamento do material, não é aconselhável usar”, alerta.

Segundo ele, vários testes foram feitos para comprovar a resistência do produto. “Quando aplicado em calçadas, por exemplo, agüenta toneladas sem sofrer danos. Isso acontece porque as calçadas são apoiadas no chão, diferente das paredes, que sustentam o peso da casa”, esclarece.

3. METODOLOGIA

O método proposto consiste em comparar duas metodologias construtivas baseadas em um mesmo modelo arquitetônico. De maneira sucinta este, as diferenças entre eles são nas partes de, estrutura principal, fundações, vedações e instalações.

O objeto da pesquisa é analisar a viabilidade de cada método. Além disto, aplicar as informações técnicas multidisciplinares mais relevantes que devem ser consideradas na profissão, em nosso ponto de vista. Sendo assim, a pesquisa foi organizada de forma a abordar os temas relacionados á macro-atuação, justamente para passar a idéia do todo, até chegar dentro do contexto regional. As linhas de pesquisa estão citadas a seguir:

1ª - Onde o aço esta sendo bem explorado e as vantagens que isto traz;

2ª - O panorama geral da construção civil no Brasil e no Mundo;

- 3ª - A competitividade de nossos sistemas construtivos;
- 4ª - A disponibilidade de materiais;
- 5ª - As tendências do Mercado;
- 6ª - As vantagens e desvantagens do sistema á seco;
- 7ª - A descrição de cada componente;
- 8ª - O método construtivo em si;
- 9ª - A comparação com o sistema convencional;
- 10ª - O estudo de viabilidade;
- 11ª - Relação Custo/Benefício;

Deste modo, a metodologia da pesquisa foi estruturada de maneira a abordar e caracterizar as vertentes acima citadas:

A primeira esta relacionada á produção e consumo de aço em um âmbito global e o quão ele se tornou importante para o desenvolvimento dos países, desenvolvida através de buscas a sites de órgãos e empresas que estão envolvidos com estes mercados, além de algumas revisões bibliográficas, tendo a possibilidade de consultar dados e tabelas que direcionam ao momento e situação real.

A segunda, intencionada a expor como esta o mercado da construção civil, com relação aos métodos construtivos empregados, se, encontram-se ou não de acordo com o que acontece ou aconteceu em outros países que fazem jus a comparação com o Brasil, para estas conclusões não bastando o conhecimento prático, houve a necessidade de um estudo de situação em cada país, a utilização da internet como ferramenta de busca foi fundamental, além de algumas entrevistas com profissionais da construção civil.

A terceira tem como intenção chegar aos fins com uma análise crítica sobre as boas práticas de construção no País, para os objetivos, além de uma reflexão a respeito de obras as quais houve participação tanto na fase de projeto como na fase de execução por parte dos autores, foram realizadas

buscas na internet a respeito do assunto e também foram ouvidas as opiniões de profissionais do ramo.

A quarta, foi realizada uma pesquisa de mercado, se há disponibilidade de todos os materiais necessários, condições de fornecimento, prazos, identificando os potenciais fornecedores, utilizando como ferramenta de busca a internet e o conhecimento, por parte dos autores, dentro do mercado da construção.

A quinta atende por esclarecer as novas tendências mercadológicas, o que os construtores pretendem construir, quais produtos os corretores venderiam com mais facilidade e o conceito fundamental do cliente final, qual sua busca no mercado, se hoje o mercado atende as necessidades dos consumidores, com relação a prazos, preços e qualidade. Para chegar ao ponto de vista geral foram ouvidas todas as partes relacionadas dentro do processo.

A sexta tende expor a origem do sistema, os paradigmas que estão envolvidos, como e por que esta sendo incorporado por vários empresários, vantagens e desvantagens que acompanham o sistema, por que optar por este método, seus benefícios, sua relação com o meio ambiente, onde a construção á seco está relacionada com a sustentabilidade e a sua viabilidade de acordo com a necessidade do projeto. As conclusões sobre este método foram obtidas através de uma profunda análise do sistema, entrevistas com profissionais que adotaram parcialmente este sistema e os que vão contra sua utilização.

A sétima tem como intenção apresentar, detalhar e descrever cada componente envolvido na execução do sistema construtivo a seco, revisões bibliográficas foram feitas para obtenção de todos os dados necessários, entrevistas com profissionais da área, assim como o conhecimento prático.

A oitava simplesmente descreve o método construtivo, seria um roteiro para execução, como fonte, foram utilizados sites de empresas, revisões bibliográficas e entrevistas com os práticos da área.

A nona parte para a prática do assunto, realização dos projetos, estrutural, água, esgoto e eletricidade, painéis para vedação e lajes, sequência de execução, finalizando com orçamento para obtenção do custo final da obra.

A décima e a décima primeira estão vinculadas, pois os estudos de viabilidade são baseados nas etapas de projetos e orçamentos, com a conclusão dos mesmos, posteriormente, é possível desenvolver e chegar racionalmente a uma relação de custo/benefício, embasado no conhecimento adquirido ao longo desta produção.

4. ETAPAS

As etapas consistem em toda a seqüência de itens que serão desenvolvidos para organizar e simplificar a realização do Trabalho de Conclusão de Curso. Descritas a seguir.

4.1 PESQUISA

A pesquisa baseia-se em revisões bibliográficas para análise dos processos que estão envolvidos, dos métodos construtivos, do mercado da construção civil no Brasil, do panorama global, da disponibilidade de materiais, do grau de inovação do país e na busca para a total compreensão e entendimento dos assuntos que serão desenvolvidos ao longo desta produção.

4.2 PROJETO ARQUITETÔNICO, ESTRUTURAL E INSTALAÇÕES

Por se tratar de um comparativo, torna-se necessário um projeto arquitetônico que servirá de base para a aplicação dos métodos construtivos.

O terreno foi escolhido aleatoriamente, esta localizado no condomínio Marina Ilha Verde em Pelotas, possui uma área de aproximadamente 2475 metros quadrados e é delimitado pelo Arroio Pelotas em sua lateral direita e fundos.

Os projetos complementares e estruturais dos dois sistemas construtivos são de nossa autoria, assim todos os quantitativos e orçamentos serão efetuados para podermos comparar os dois métodos aplicados em nosso TCC.

4.3 ELABORAÇÃO DO PROJETO PELO MÉTODO CONVENCIONAL E MÉTODO ALTERNATIVO

Tendo como base os projetos por nós desenvolvidos, utilizaremos o método convencional de concreto armado e o método alternativo de estrutura em aço. Utilizaremos a comparação entre esses dois métodos para definição dos tipos de materiais a serem utilizados, dimensionamento da estrutura de aço e concreto, expor alguns materiais pouco vistos no mercado da construção brasileira, além de projeto de instalações e seqüência de execução.

4.4 ORÇAMENTAÇÃO

Após a conclusão das etapas de projeto, será realizada a orçamentação de ambos os métodos, com a intenção de comparar e concluir sobre a viabilidade de ambos, de forma lógica, técnica e racional.

4.5 ESTUDOS DE VIABILIDADE CONCLUSIVOS

De acordo com os resultados obtidos conforme o orçamento executado na etapa anterior, será possível distinguir, caracterizar, comparar e concluir sobre a relação de custo benefício que cada método oferece, justificando-os através dos valores finais de cada orçamento.

5. DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

Os sub itens deste capítulo tem como objetivo descrever o raciocínio utilizado no desenvolvimento da solução de cada etapa e as metodologias aplicadas, de normas e de outras bibliografias especializadas em cada assunto.

5.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

A concepção do projeto arquitetônico era criar uma edificação que exigisse o máximo dos aspectos estruturais, ou seja, vãos extensos, pouca quantidade de elementos e peças com grandes áreas de laje, respeitando os conceitos arquitetônicos, como orientação solar e proporção volumétrica, as exigências normativas e o plano diretor da cidade.

O projeto foi concluído dentro do AutoCAD 2015, porém as pranchas serão apresentadas de acordo com a compatibilização deste com os projetos complementares dentro do Revit 2015.



Figura 33 – Planta de Situação

Fonte: Autoral.



Figura 34 – Planta de Planta Baixa

Fonte: Autoral

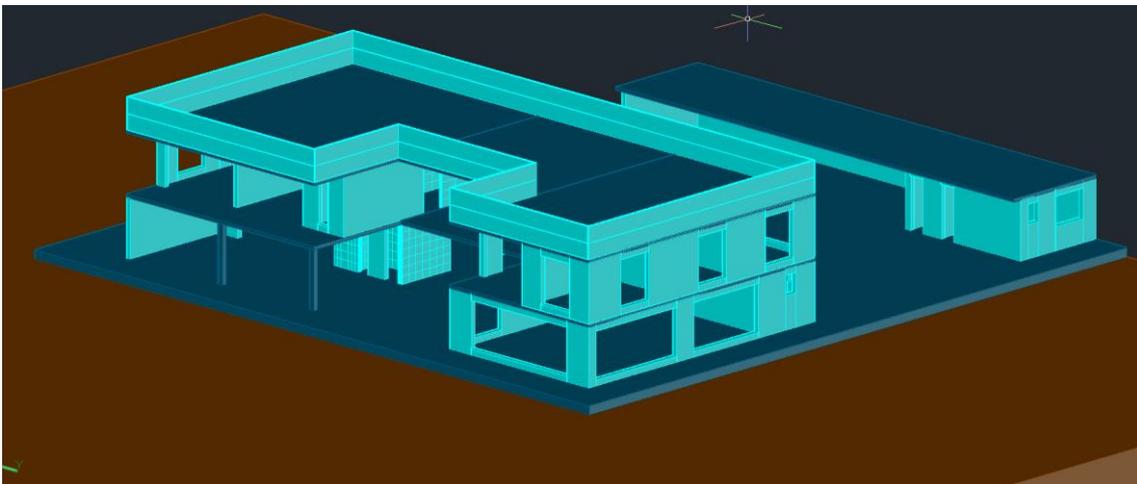


Figura 35 – Lançamento 3D do volume

Fonte: Autoral



Figura 35A – Render 3D

Fonte: Autoral



Figura 36 – Pré Lançamento Steel Framing no Revit 2015

Fonte: Autoral

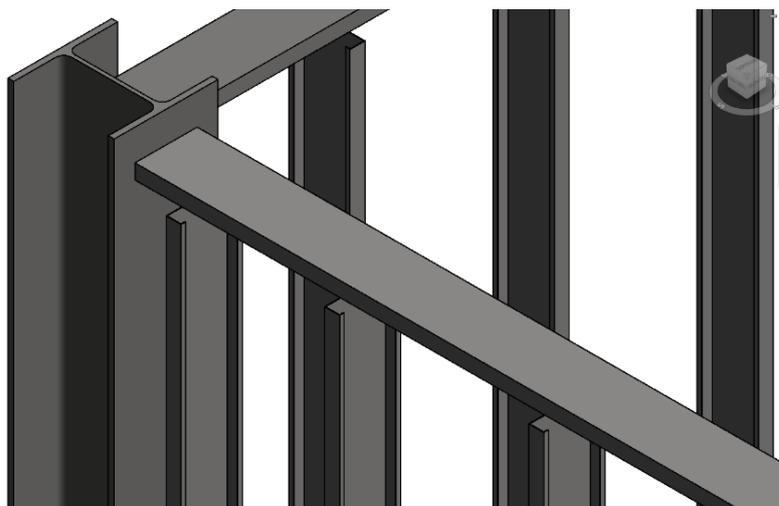


Figura 37 – Pré Lançamento Steel Framing no Revit 2015 Detalhe

Fonte: Autoral

5.2 PROJETOS ESTRUTURAIS

Partindo do projeto arquitetônico devidamente definido e lançado foi possível fazer o pré lançamento da estrutura, locação de vigas e pilares, este lançamento serviu para os dois métodos, atendendo a premissa de que as estruturas devem ser idênticas, posteriormente fizemos os pré dimensionamentos (arbitrar valores de dimensão para os componentes estruturais) de ambas, liberando o lançamento e o dimensionamento dentro do software.

O vento foi calculado de acordo com a ABNT NBR 6123 - Forças devido aos Ventos, foram feitos os carregamentos a zero e a noventa graus para ambos os casos.

O software utilizado para o dimensionamento das estruturas foi o Scia Engineer 15, a Nemetschek (empresa detentora do software) dispõe de uma licença estudantil mediante cadastro, o programa trabalha na plataforma BIM, portanto, é compatível com o Revit 15. Uma das grandes vantagens do Scia é permitir que o usuário faça todo o projeto dentro de uma plataforma 3D, se tornando assim, eficiente, interativo e competitivo.

5.2.1 Scia Engineer

Software de análise e dimensionamento multimaterial para todos os tipos de projetos, sua grande variedade de funcionalidades o torna útil para todos os tipos de projetos. Além de uma ferramenta de modelagem especial, gerador de malhas automática e um solver de alta performance, suas funcionalidades agilizam a checagem e otimização da estrutura, além de possuir diversas normas internacional.

O Scia Engineer esta integrado com vários tipos de plataformas: IFC, SDNF, MS Excel, XML, VRML, DWG, DXF. O Software trabalha em cima de uma plataforma CAD 3D, portanto, é possível fazer todos os lançamentos e verificações em três dimensões, sendo um dos seus diferenciais, outro que podemos citar é a velocidade de processamento da estrutura, neste caso específico, nenhuma verificação levou mais de 30 segundos, dando uma grande velocidade durante a produção. O Scia Engineer permite integrar todas as fases do projeto em um único projeto: modelagem, análise, dimensionamento, verificações, desenhos, memória de cálculo e também um relatório final dentro de uma plataforma word do próprio programa, a utilização desta plataforma funciona da seguinte maneira: conforme a necessidade do usuário, ele seleciona os itens que deseja documentar, como quantidade de material utilizado por exemplo. O programa superou as expectativas, a rápida e intuitiva visualização da estrutura em 3D, a possibilidade do usuário fazer todo o

trabalho em três dimensões, torna o processo interativo e autosugestivo com melhor visualização desde sua criação até a finalização do projeto.

Exemplo de aplicação dentro do Scia Engineer:

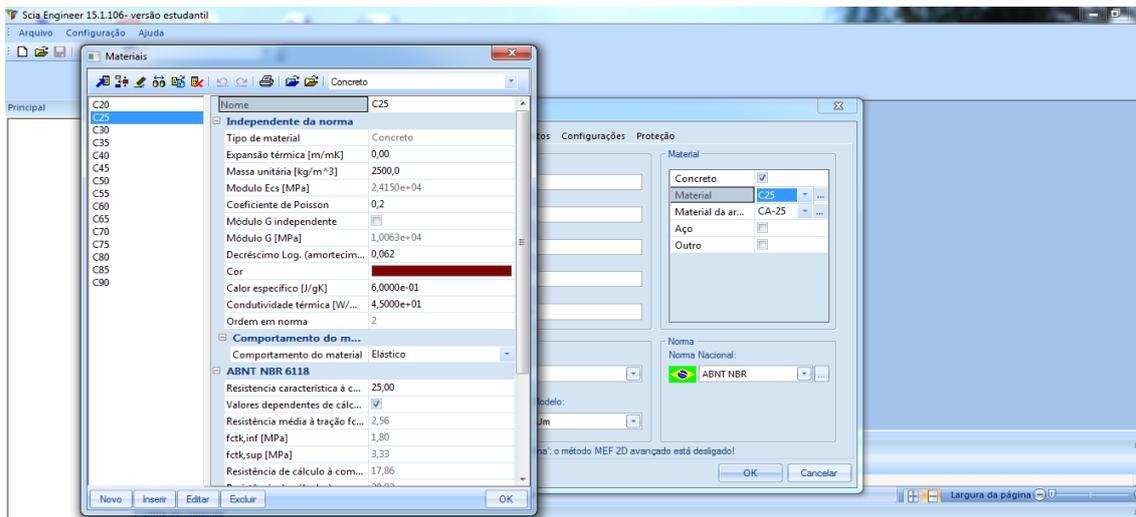


Figura 38 – Funcionalidade do programa, escolha do material e suas características

Fonte: Autoral

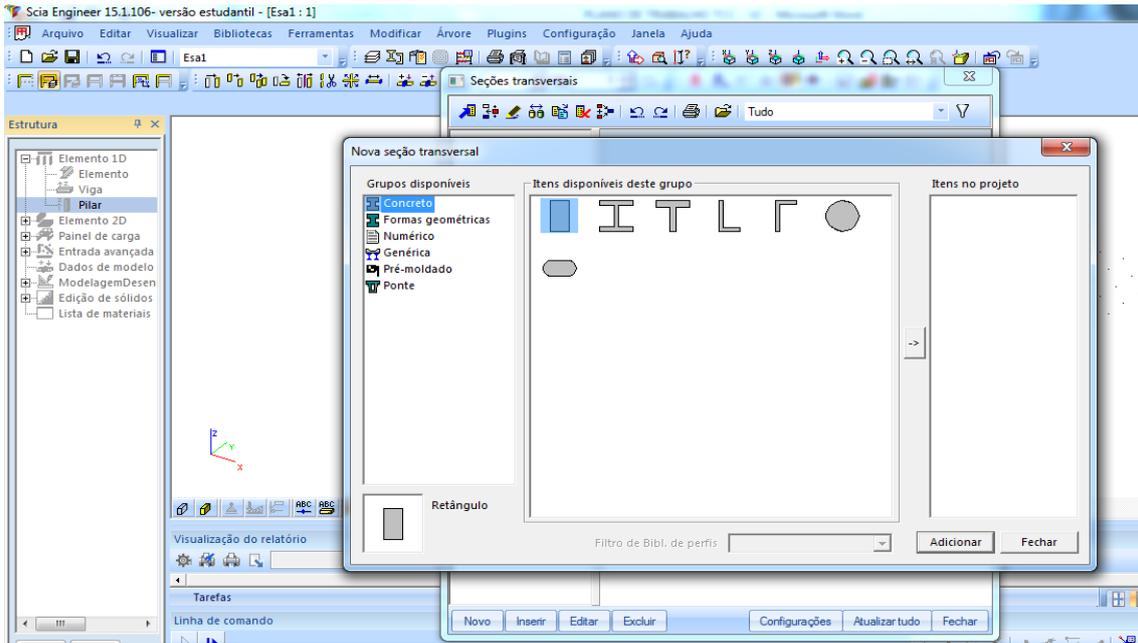


Figura 39 – Escolha da seção transversal de pilar

Fonte: Autoral

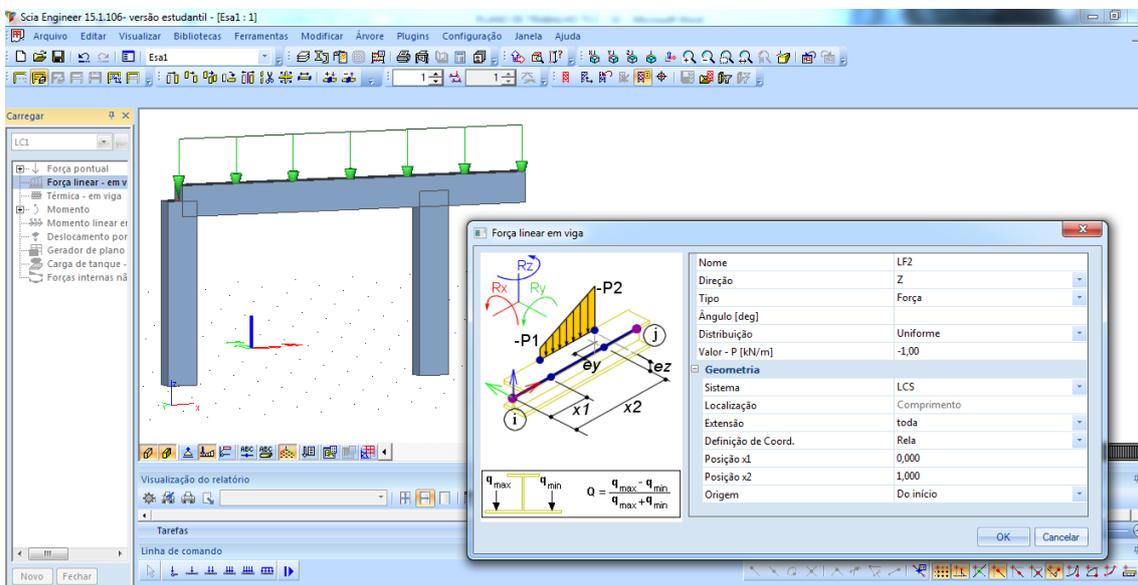


Figura 40 – Lançamento e carregamento da estrutura

Fonte: Autoral

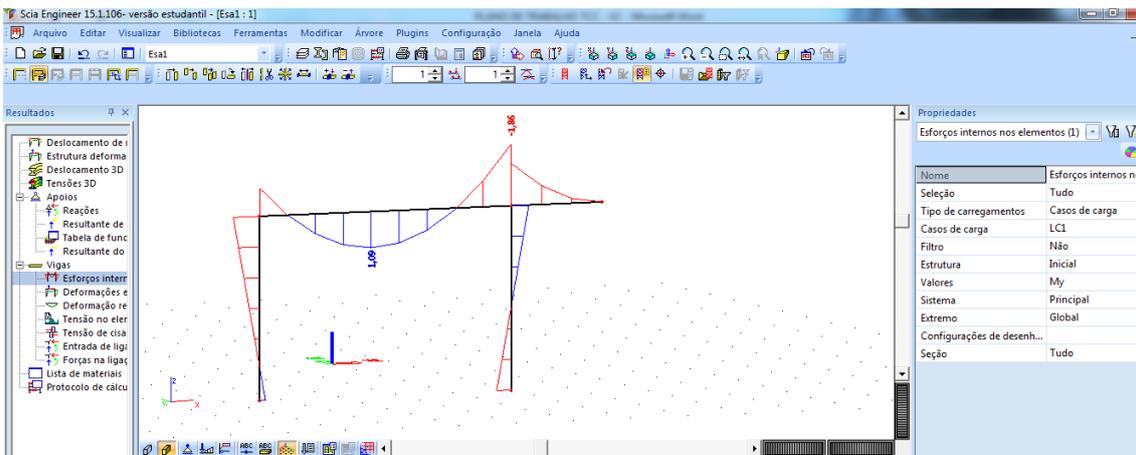


Figura 41 – Esforços internos na estrutura

Fonte: Autoral

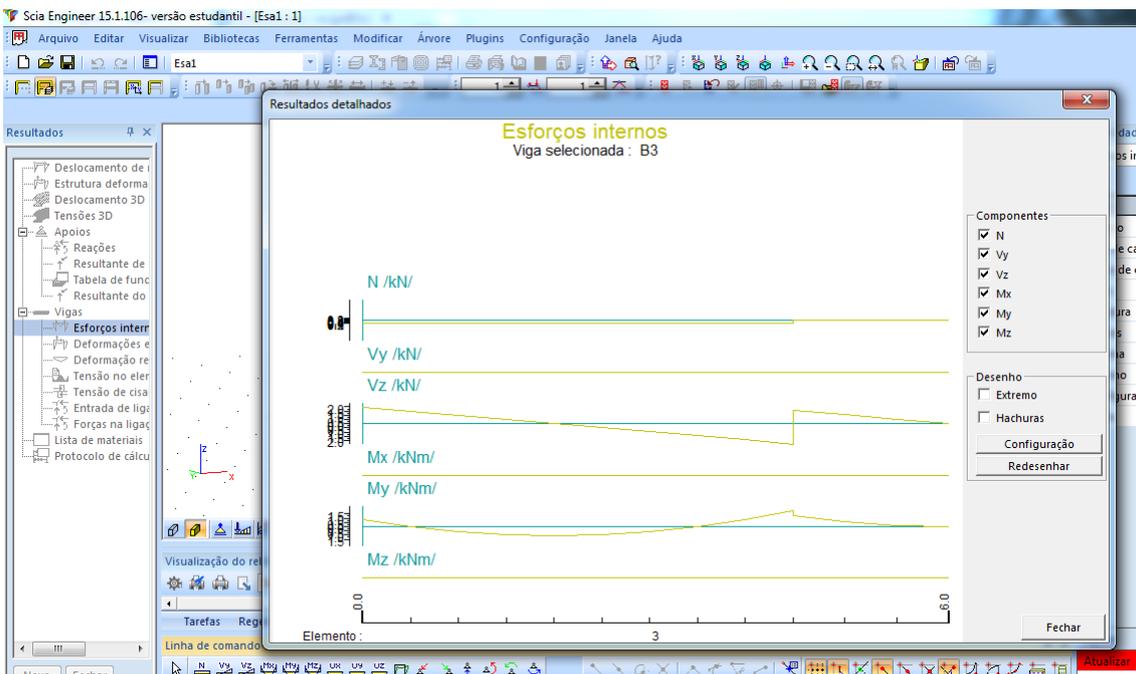


Figura 42 – Visualização detalhada dos esforços internos na viga selecionada

Fonte: Autoral

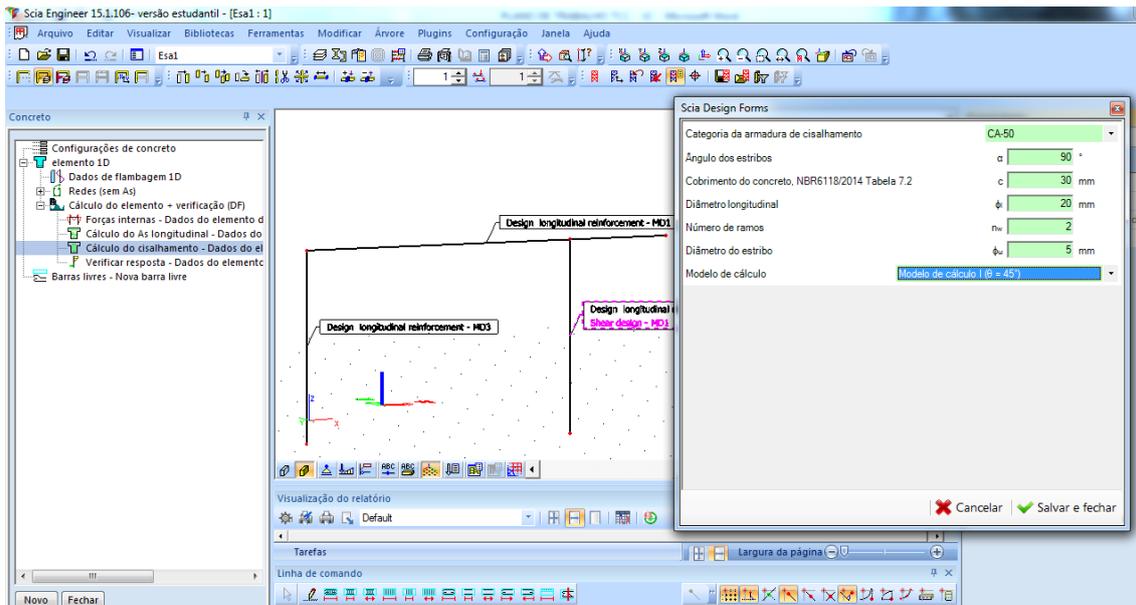


Figura 43 – Janela Design forms, onde consegue-se visualizar o diâmetro da armadura longitudinal e estribos

Fonte: Autoral

O dimensionamento da Estrutura de Aço foi feito de acordo com as exigências da Norma Americana (IBC), lembrando que a Norma Brasileira para Estruturas de Aço (ABNT NBR 8800) é embasada na Norte Americana, portanto as normativas são muito semelhantes.

As Bibliotecas do Programa trabalham em simultaneidade, então, todos os perfis estão de acordo com o mercado brasileiro. O cálculo é feito pelo Método dos Elementos Finitos e a verificação estrutural pode ser feita tanto pelo Método das Tensões Admissíveis, quanto pelo Método dos Estados Limites Últimos, optamos pelo segundo em ambos os casos. As ligações metálicas foram consideradas rígidas, em razão de o projeto arquitetônico não permitir contraventamentos verticais, logo, a estrutura trabalha como um pórtico rígido, este tipo de ligação é padrão do programa, lançada automaticamente e caso o usuário queira dar graus de liberdade é possível através de ferramenta específica. Neste caso será adicionado um custo de material e mão de obra somente para as ligações, considerando-as.

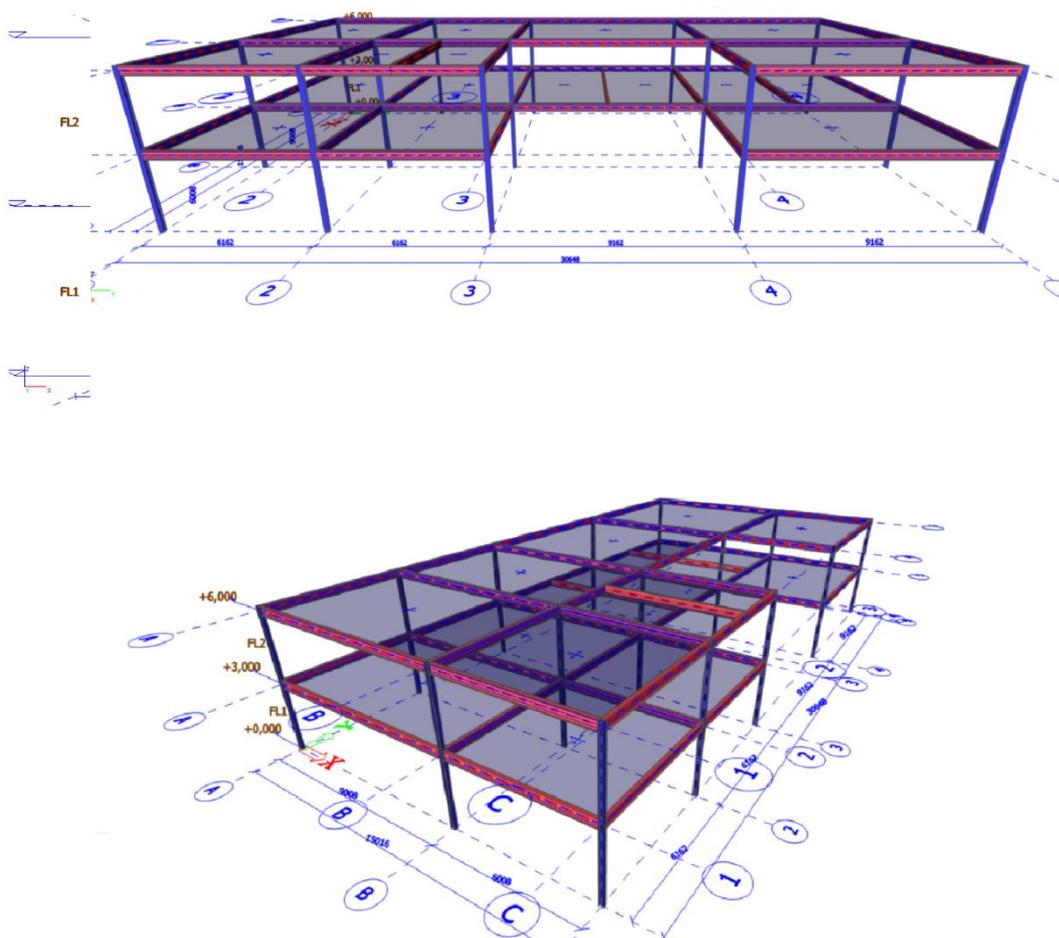


Figura 44 – Estrutura de Aço - Lançamento Estrutural

Fonte: Autoral

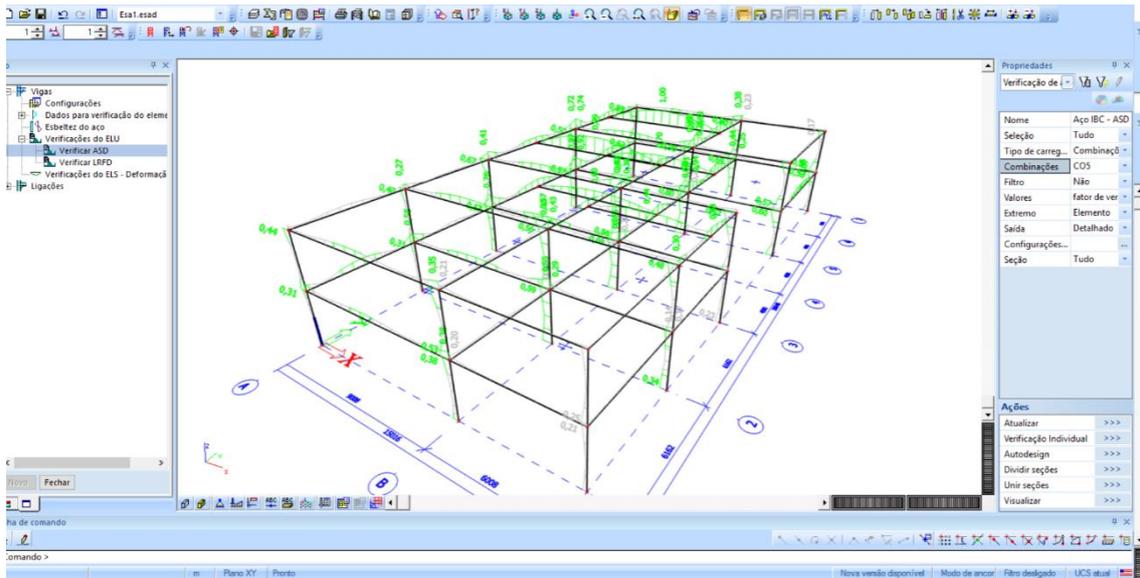


Figura 45 – Estrutura de Aço – Análise dos Esforços por Elemento

Fonte: Autoral

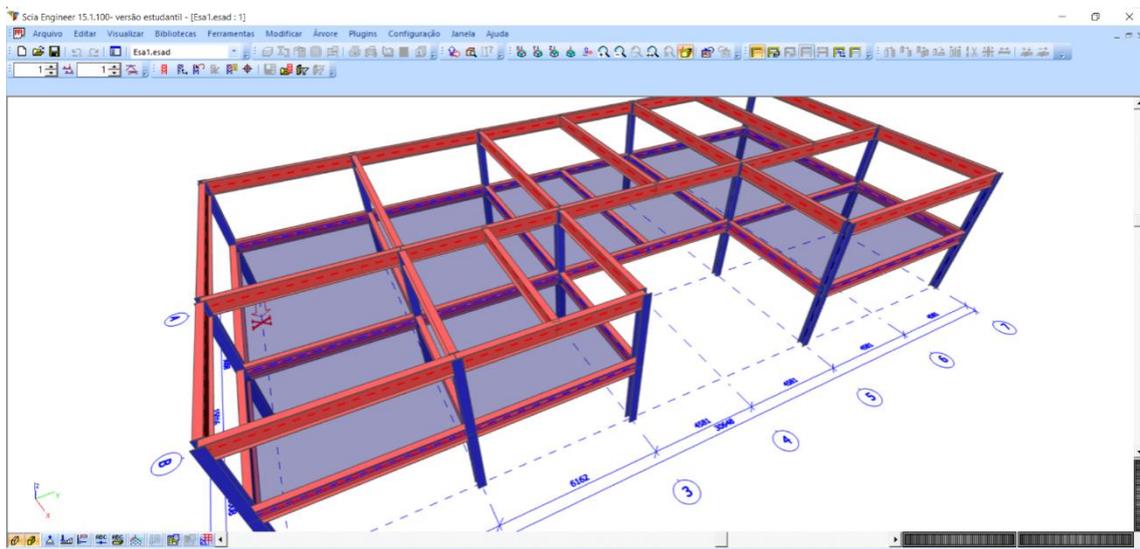


Figura 46 – Estrutura de Aço – Pré Dimensionamento

Fonte: Autoral

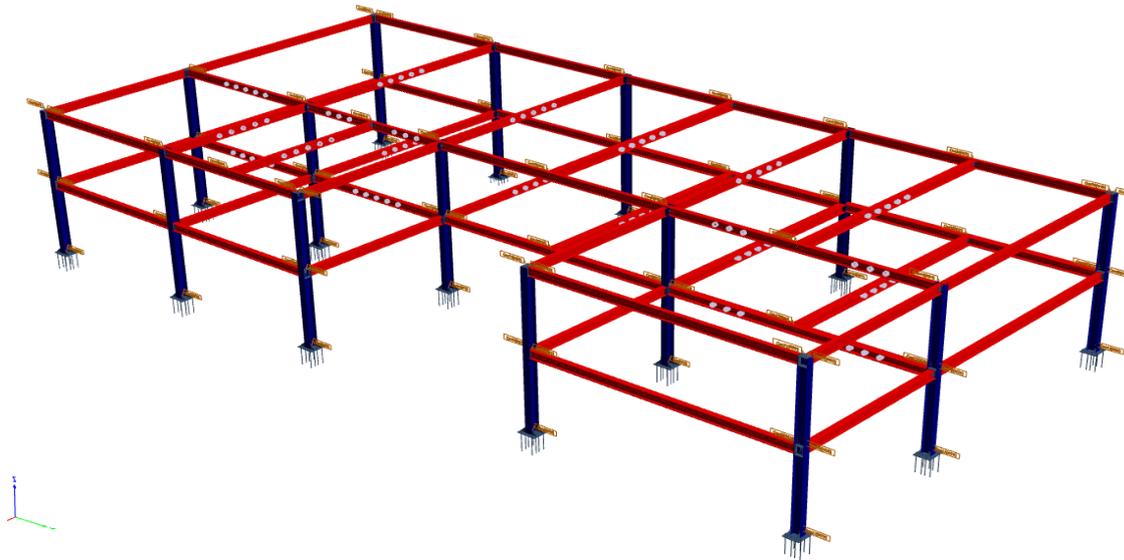


Figura 47 – Estrutura de Aço – Estrutura com ligações finalizadas

Fonte: Autoral

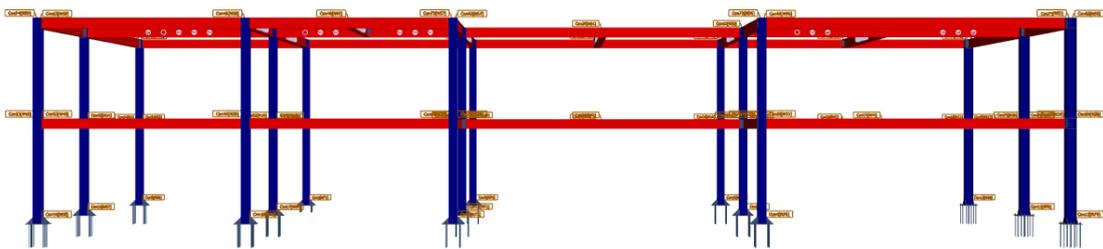


Figura 48 – Estrutura de Aço – Estrutura finalizada vista frontal

Fonte: Autoral

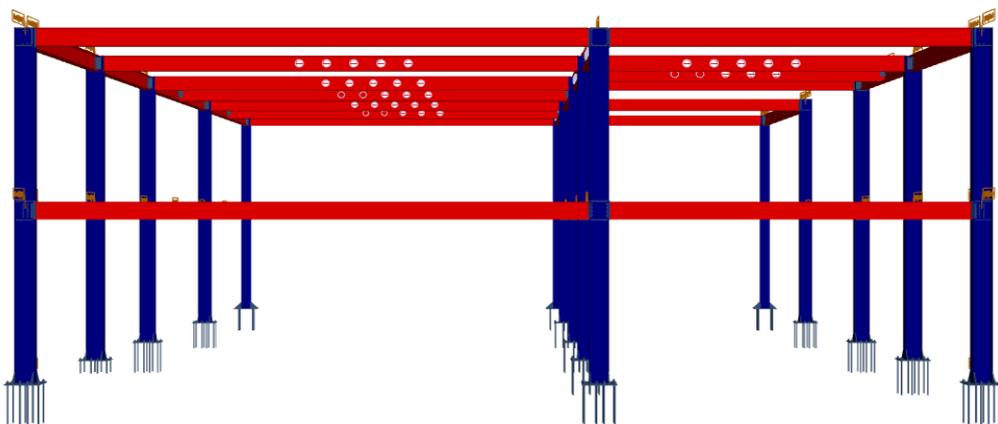


Figura 49 – Estrutura de Aço – Estrutura Finalizada vista lateral

Fonte: Autoral

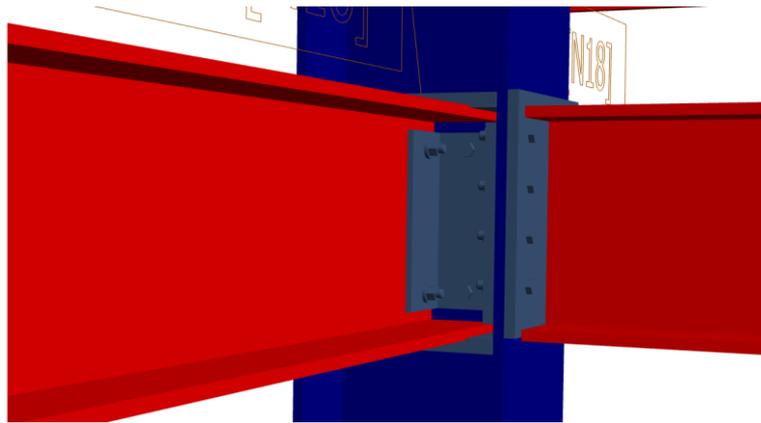


Figura 50 – Estrutura de Aço – Detalhes das ligações

Fonte: Autoral

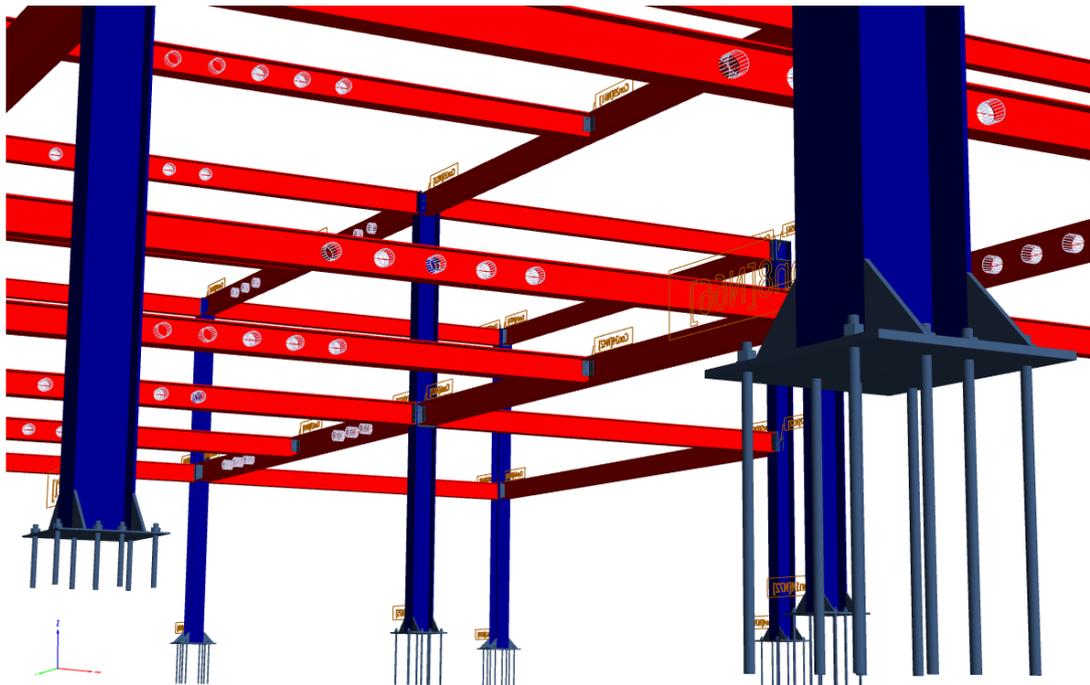


Figura 51 – Estrutura de Aço – Estrutura Final

Fonte: Autoral

A estrutura de concreto seguiu as exigências da Norma Brasileira, os cálculos e as verificações são feitos através dos métodos citados anteriormente, a estrutura trabalha como pórtico rígido, portanto todas as ligações são engastadas, também geradas automaticamente pelo programa.

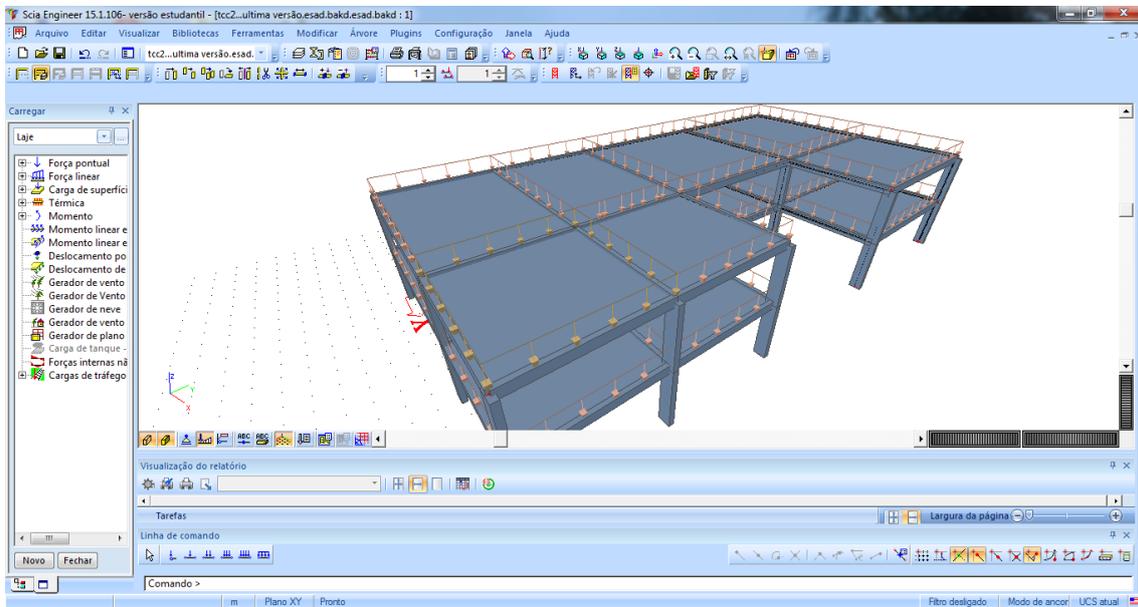


Figura 52 – Estrutura de Concreto – Ação da Laje

Fonte: Autoral

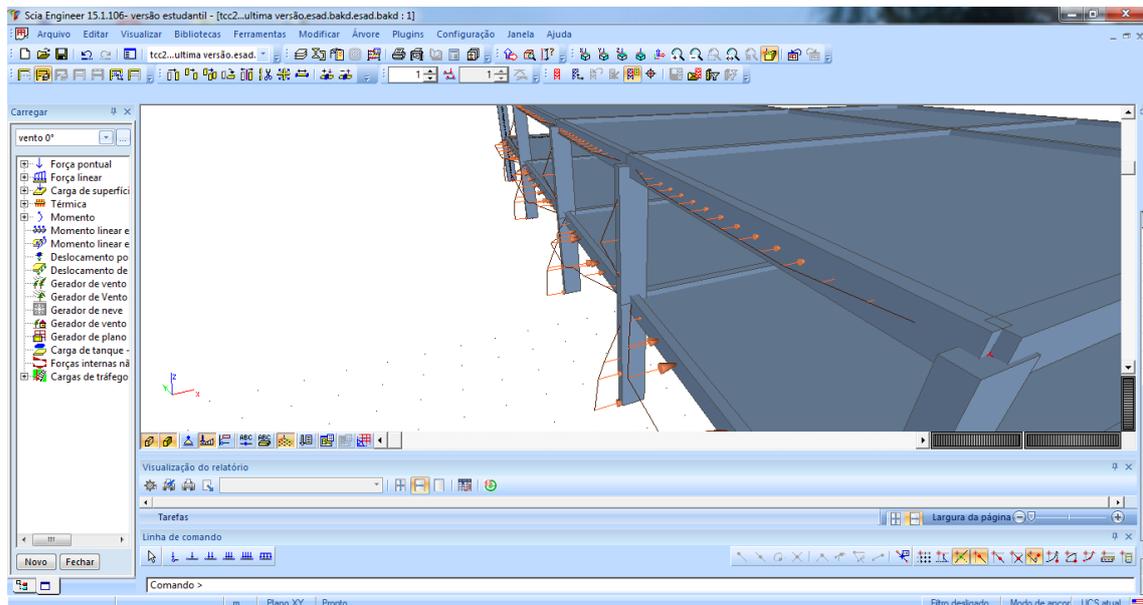


Figura 53 – Estrutura de Concreto – Ação do Vento 0°

Fonte: Autoral

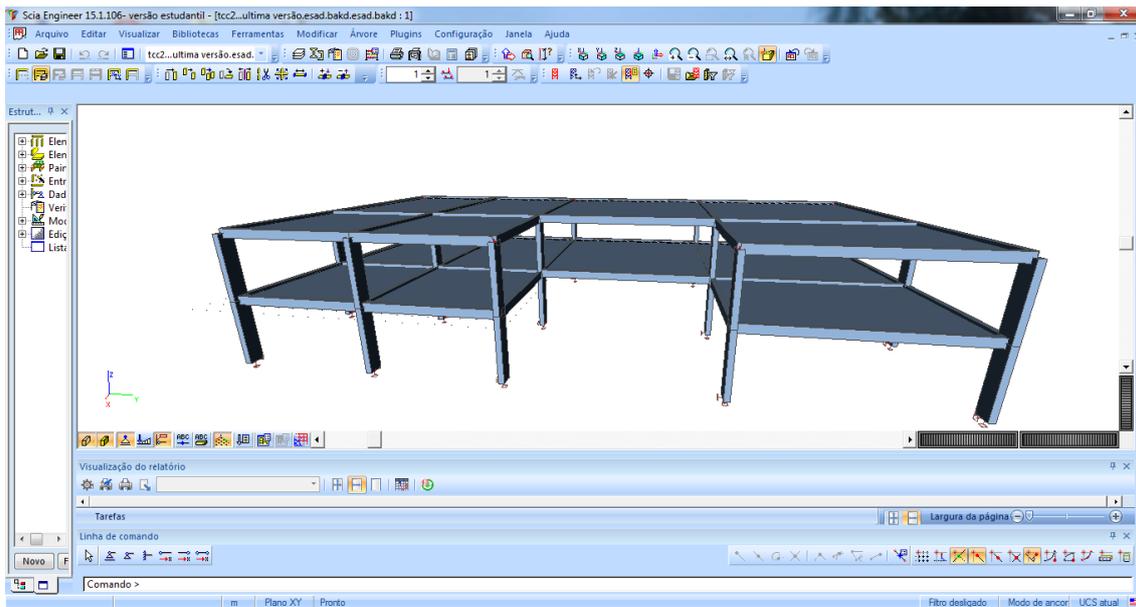


Figura 54 – Estrutura de Concreto – Estrutura Final

Fonte: Autoral

O software nos permitiu modelar os tipos de carregamentos que a nossa estrutura necessitou, além de utilizar o cálculo de elementos finitos (é uma importante ferramenta computacional para executar cálculos que na prática seriam muito difíceis ou até mesmo impossíveis). O software também utiliza análises de segunda e terceira ordem. A renderização é uma ferramenta muito útil do programa para melhor visualização da estrutura, com o uso do software podemos visualizar a estrutura em 3D, podemos analisar a estrutura em 360°.

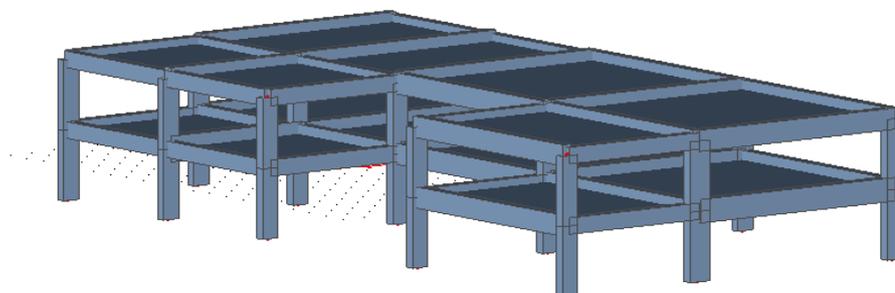


Figura 55 – Estrutura de concreto – Estrutura Final

Fonte: Autoral

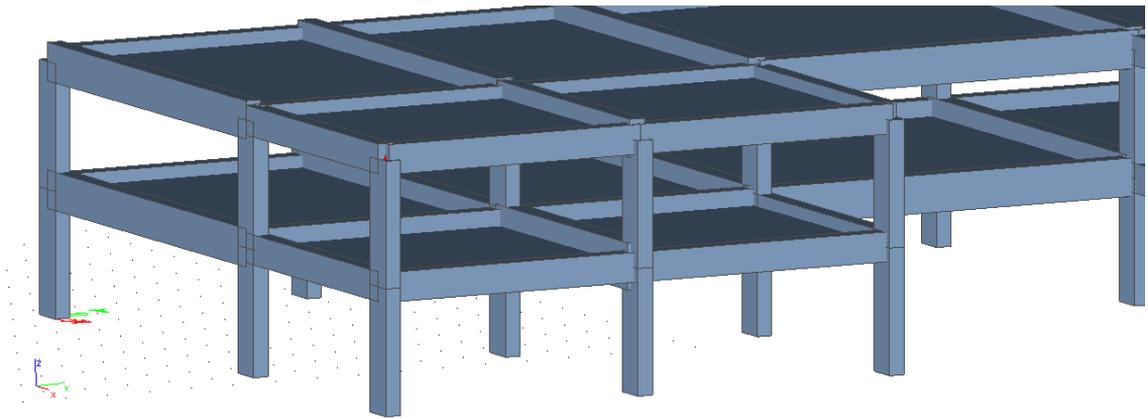


Figura 56 – Estrutura de concreto – Estrutura finalizada

Fonte: Autoral

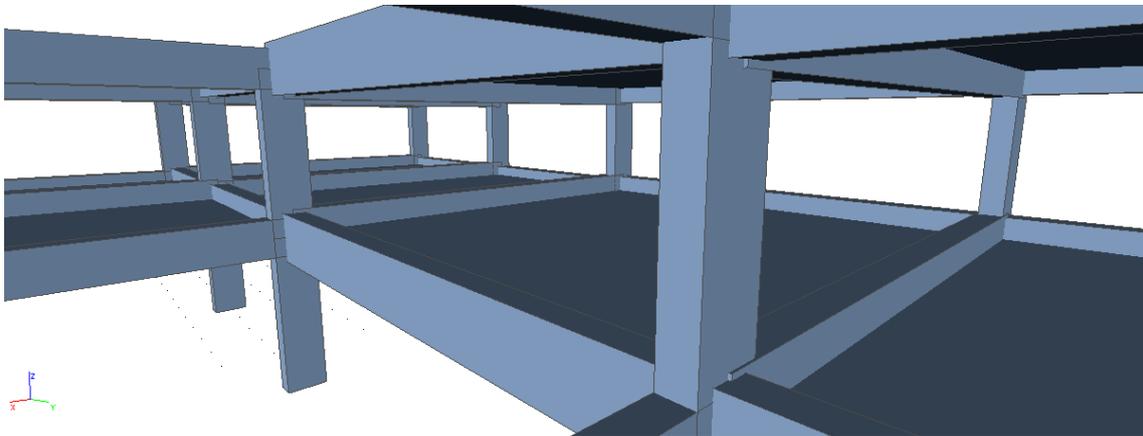


Figura 57 – Estrutura de concreto – Detalhe dimensão das vigas e pilares

Fonte: Autoral

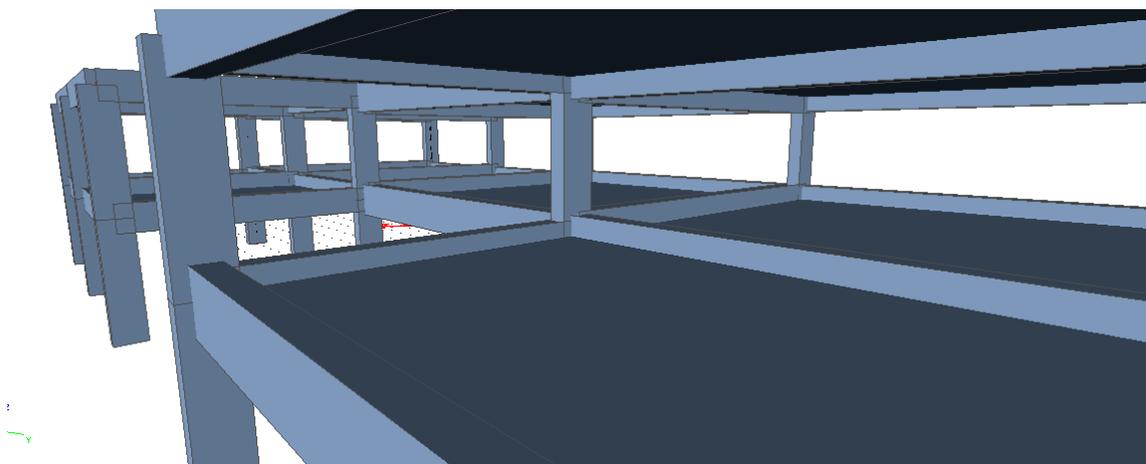


Figura 58 – Estrutura de concreto – Vista de dentro da edificação

Fonte: Autoral

Detalhe da armadura em 3D : neste formato, fica clara a visualização da disposição da armadura em toda a sua estrutura

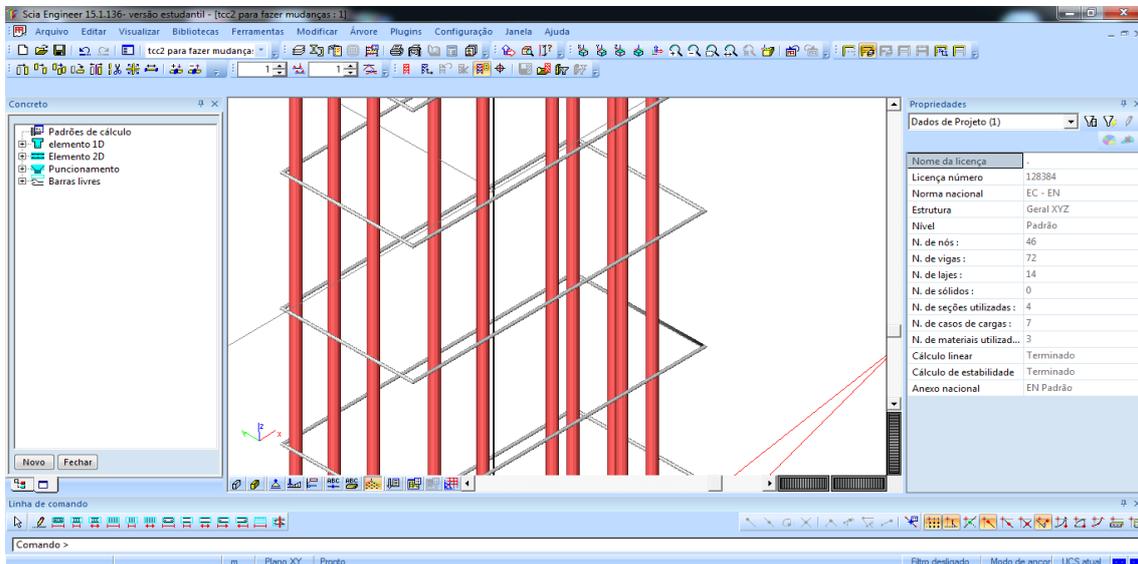


Figura 59 – Estrutura de concreto – Detalhe da armadura 3D

Fonte: Autoral

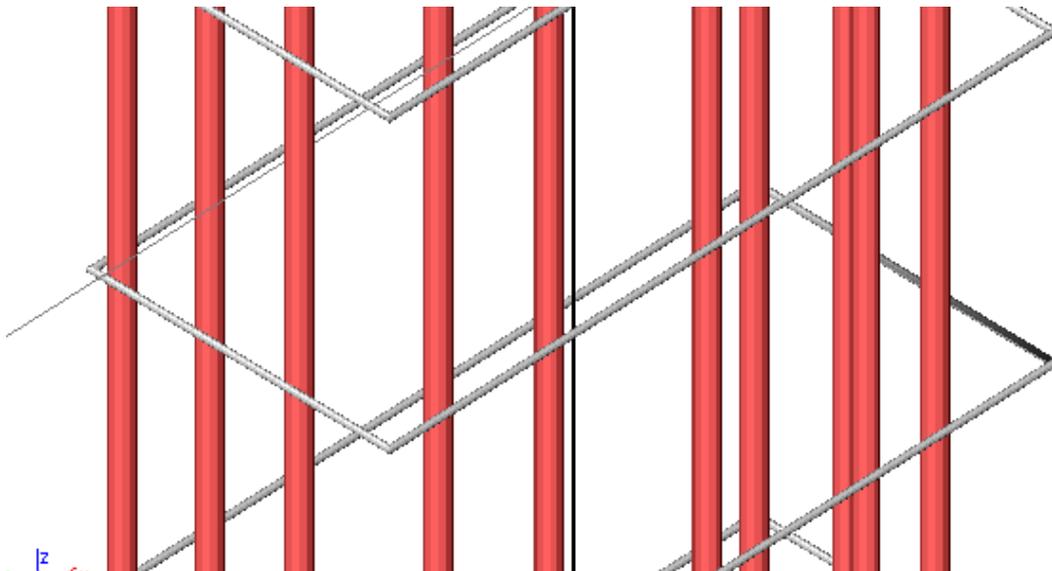


Figura 60 – Estrutura de concreto – Armadura 3D

Fonte: Autoral

Verificação da armadura para possíveis edições da mesma.

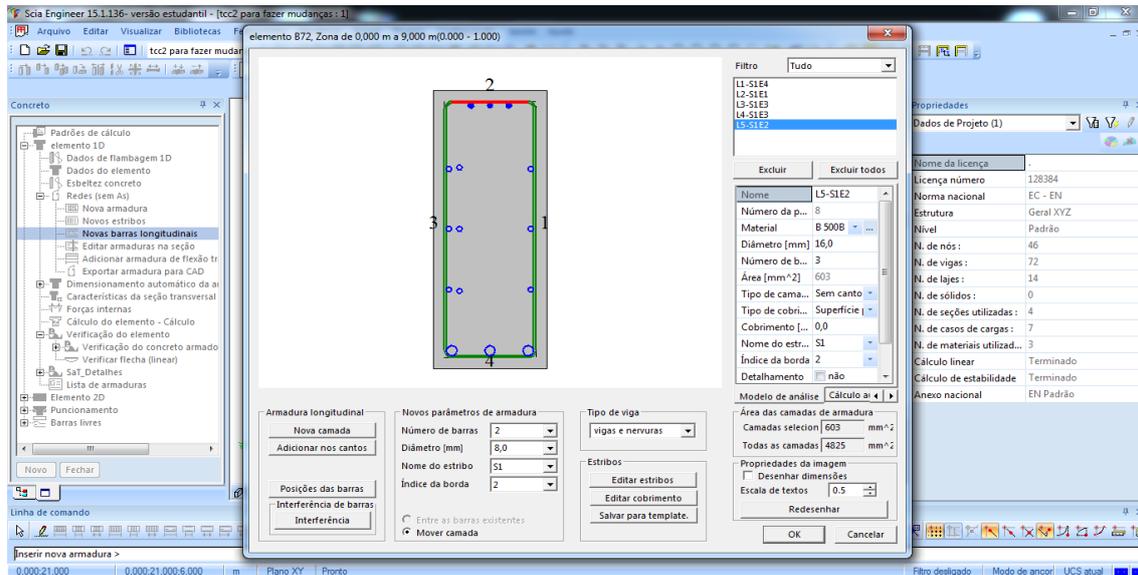


Figura 61 – Estrutura de concreto – Software, geração da armadura para possíveis edições

Fonte: Autoral

Verificação individual da estrutura selecionada:

Disposição das armaduras, verificações gerais de momento e esforços de corte.

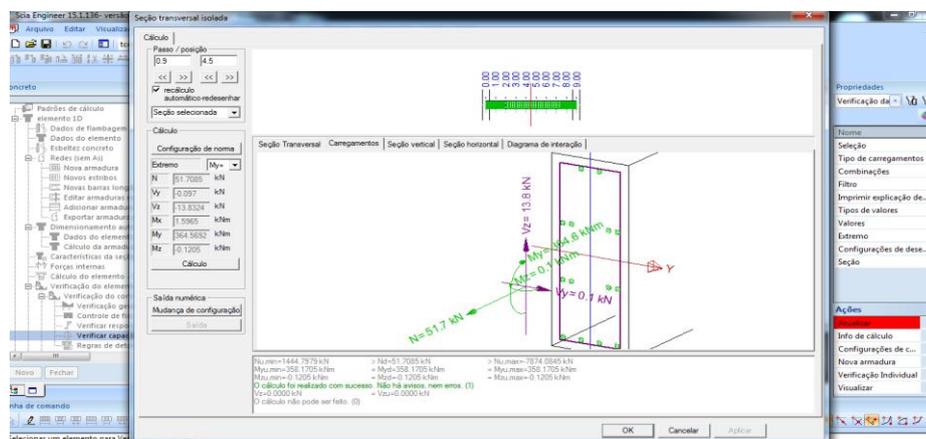


Figura 62 – Estrutura de concreto – verificações de momento e esforço de corte

Fonte: Autoral

Visualização geral da estrutura com a armadura

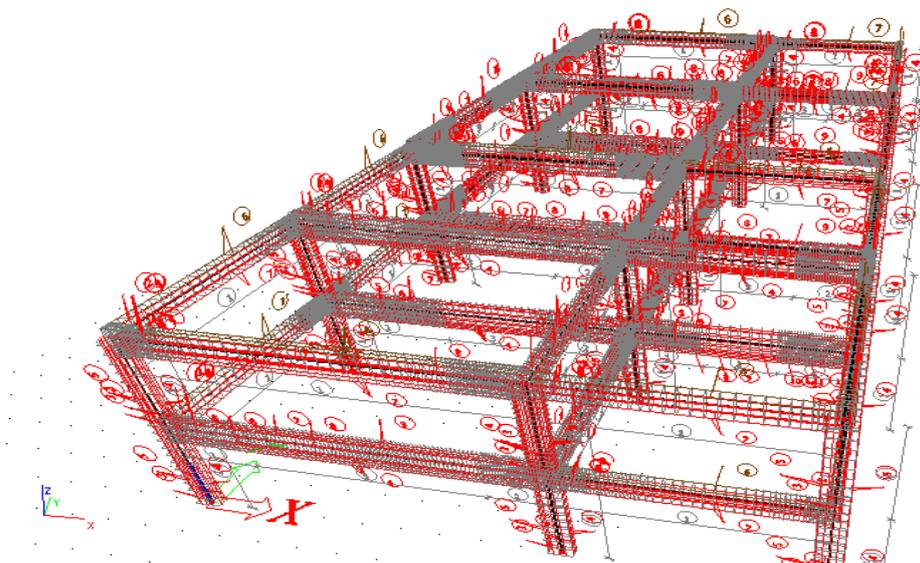


Figura 63 – Estrutura de concreto – Armadura total da estrutura

Fonte: Autoral

Comparativo das normas :

OBSERVAÇÃO: Devido algumas limitações de verificação e análise ainda não estarem adaptadas para a Norma Brasileira, utilizou-se para o dimensionamento da estrutura de concreto a Eurocode.

A NBR 6118 (2003) e o EUROCODE 2 (2003) utilizam como princípio, a treliça generalizada de Mörsch. Estas normas permitem que o ângulo de inclinação α das bielas de tração (armadura transversal) varie de 45 a 90° e prescrevem 45° como o valor máximo para o ângulo θ da biela comprimida de concreto. O EUROCODE 2 permite a utilização de θ com um valor mínimo de 21,8° enquanto a NBR 6118 limita este valor mínimo em 30°. A definição do valor deste ângulo θ , em ambas as normas, é de livre escolha do projetista. Na

verificação da ruptura por tração diagonal, observa-se que o EUROCODE 2 não leva em consideração a contribuição dos mecanismos complementares à treliça, isto é, a armadura transversal absorve integralmente todo o esforço cortante de cálculo. Quanto à verificação da ruptura por esmagamento do concreto, ambas as normas apresentam índice de fragilidade do concreto, sendo o valor do EUROCODE mais conservativo. Portanto, com a utilização do EUROCODE, são esperados resultados mais conservativos que os alcançados com a NBR 6118.

www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/PASA-7RKFWH/171.pdf?sequence=1

TABELA 2.1 – Critérios de Dimensionamento ao Esforço Cortante em Vigas com Estribos Perpendiculares ao Eixo Longitudinal ($\alpha = 90^\circ$)

Norma	Verificação da Tensão na Biela de Concreto	Verificação da Tração Diagonal
NBR 6118 (2003) Modelo I $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd2}$ $\tau_{rd2} = 0,27 \alpha_2 f_{ctd}$ $\alpha_2 = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd3} = \tau_c + \tau_{sw}$ $\tau_c = \tau_{c0} = 0,126 (f_{ck})^{2/3}$ $\tau_{sw} = 0,9 \rho_w f_{ywd}$ $f_{ywd} \leq 435 \text{ MPa}$
NBR 6118 (2003) Modelo II $f_{ck} \leq 50 \text{ MPa}$ $30^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd2}$ $\tau_{rd2} = 0,27 \alpha_2 f_{ctd} \text{ sen } 2\theta$ $\alpha_2 = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right)$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd3} = \tau_c + \tau_{sw}$ $\tau_c = \tau_{c1} = \tau_{c0} \left(\frac{\tau_{rd2} - \tau_{ct}}{\tau_{rd2} - \tau_{c0}}\right)$ $\tau_{sw} = 0,9 \rho_w f_{ywd} \text{ cotg } \theta$ $f_{ywd} \leq 435 \text{ MPa}$
EUROCODE 2 (2003) $f_{ck} \leq 90 \text{ MPa}$ $21,8^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd,mix}$ $\tau_{rd,mix} = 0,45 v_1 f_{ctd} \text{ sen } 2\theta$ $f_{ck} \leq 60 \text{ MPa}: v_1 = 0,6$ $f_{ck} > 60 \text{ MPa}: v_1 = \left(0,9 - \frac{f_{ck}}{200}\right)$	$\tau_{rd} \leq \tau_{rd,sv}$ $\tau_{rd,sv} = 0,9 \rho_w f_{ywd} \text{ cotg } \theta$ $\tau_c = 0$ $f_{ywd} = 80\% f_t$
ACI 318 (2005)		$\tau_w = \tau_c + \tau_s$

Figura 64 – Norma – Comparativo entre normas

Fonte: www.bibliotecadigital.ufmg.br

5.3 PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS

O projeto de Instalações hidrossanitárias seguiu as premissas da ABNT-NBR 5626-1998 – Instalação Predial de Água Fria, ABNT-NBR 8160-1999 – Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário, ABNT-NBR 7198-1993 – Projeto e execução de Instalações Prediais de Água Quente, além de outras bibliografias complementares. Vale ressaltar que estes projetos são básicos, somente para

possibilitar o dimensionamento e levantamento de quantidades, feitos através do AutoCAD.

5.3.1 Projeto de Distribuição de Água

A rede de distribuição de água foi projetada diferentemente para cada um dos métodos construtivos, logo, o sistema de construção a seco tem sua distribuição de água realizada através do sistema PEX e o sistema convencional através do sistema convencional ou PVC rígido.

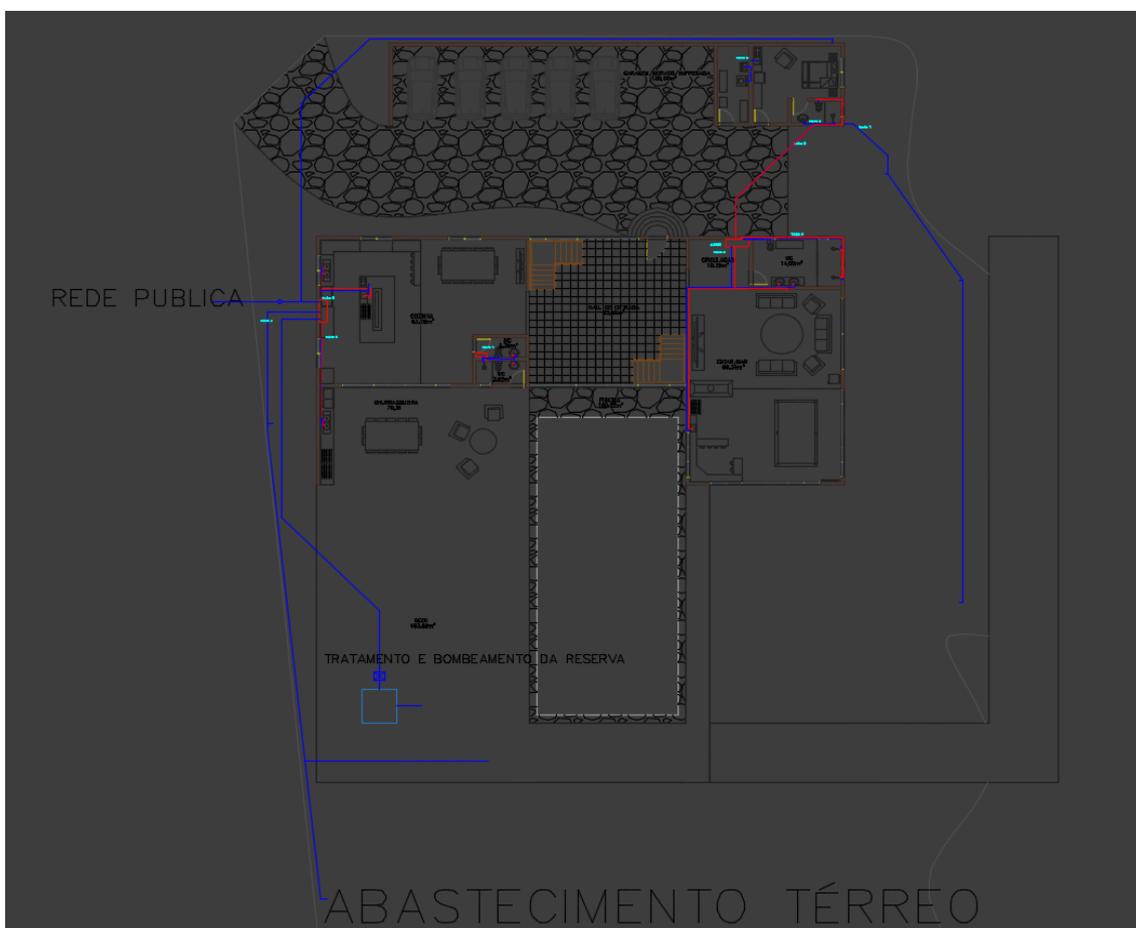


Figura 65 –Rede de distribuição de água – Projeto finalizado

Fonte: Autoral

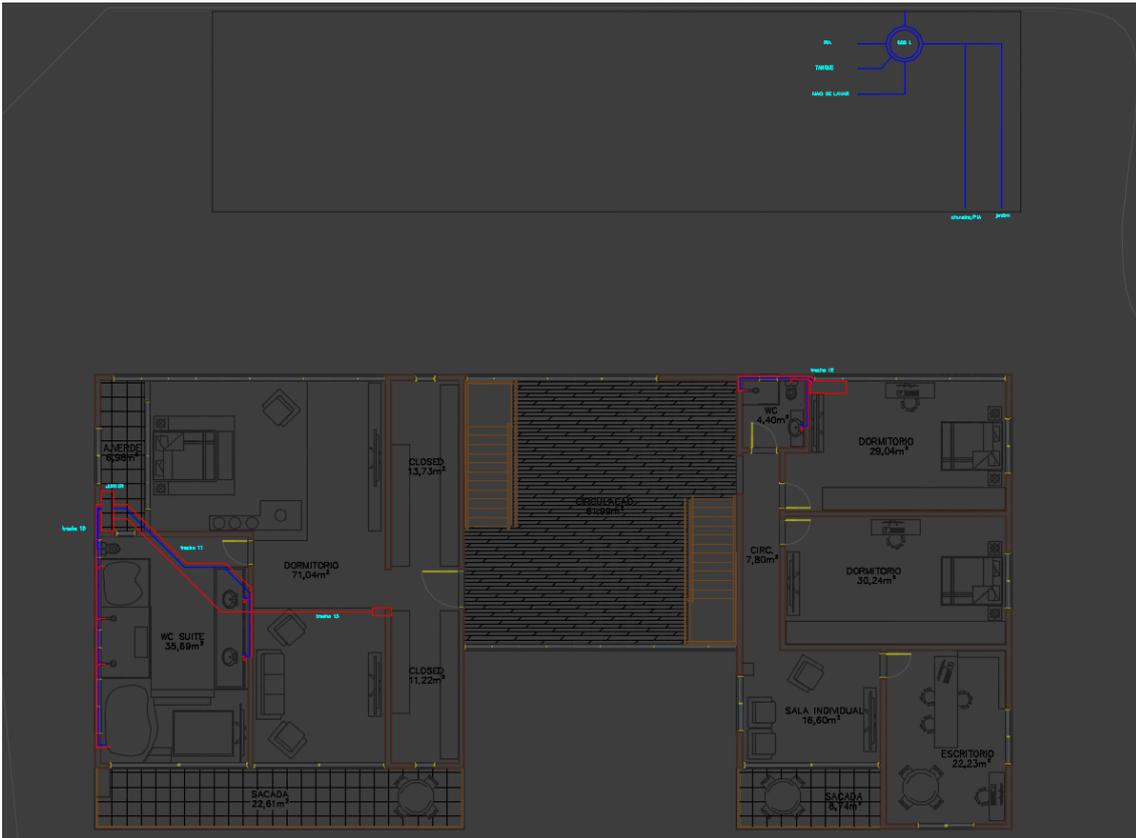


Figura 66 – Rede de distribuição de água – Projeto finalizado

Fonte: Autoral

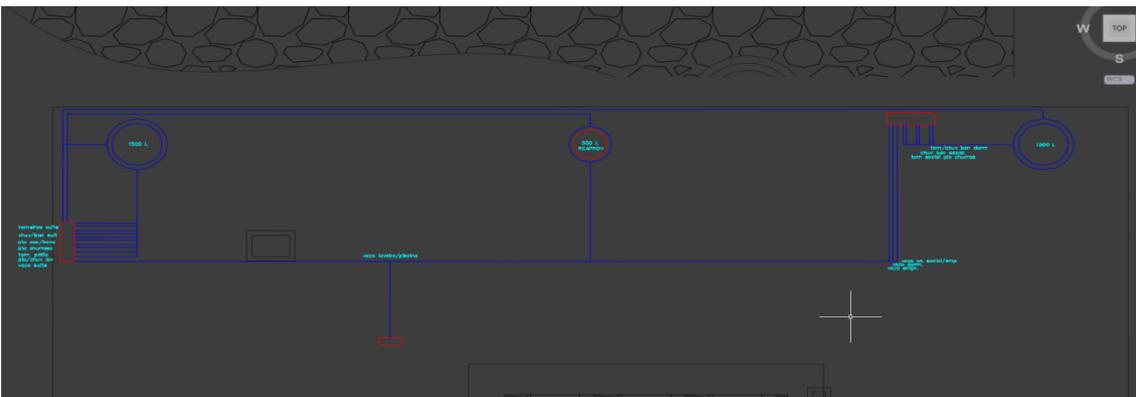


Figura 67 – Rede de esgoto – Projeto finalizado

Fonte: Autoral

Tabela A.1 - Pesos relativos nos pontos de utilização identificados em função do aparelho sanitário e da peça de utilização

Aparelho sanitário	Peça de utilização	Vazão de projeto L/s	Peso relativo	
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15	0,3	
	Válvula de descarga	1,70	32	
Banheira	Misturador (água fria)	0,30	1,0	
Bebedouro	Registro de pressão	0,10	0,1	
Bidê	Misturador (água fria)	0,10	0,1	
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20	0,4	
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10	0,1	
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30	1,0	
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15	0,3	
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga	0,50	2,8
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório	0,15	0,3
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha	0,3	
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25	0,7	
	Torneira elétrica	0,10	0,1	
Tanque	Torneira	0,25	0,7	
Torneira de jardim ou lavagem em geral	Torneira	0,20	0,4	

Figura 68 – Hidrossanitário – Valores dos pesos dos aparelhos

Fonte: ABNT-NBR 8160-1999

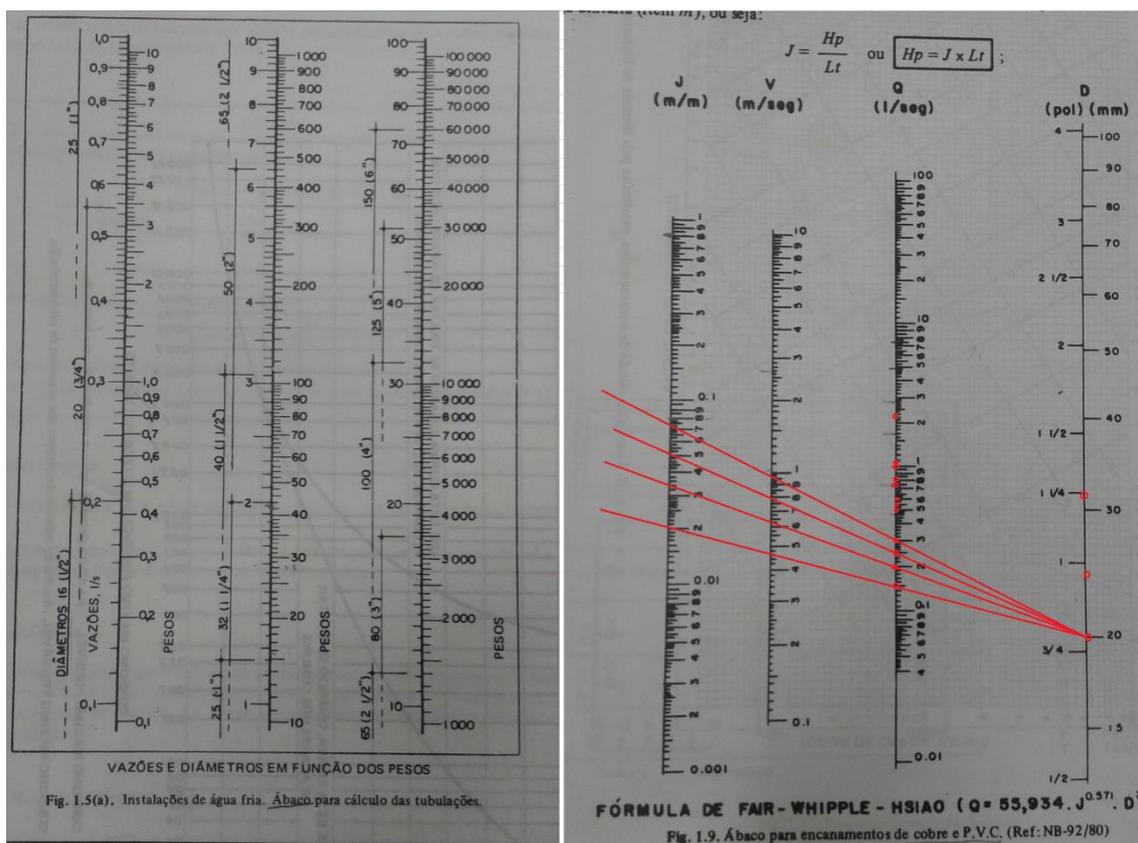


Figura 69 – Hidrossanitário – Ábacos para diâmetros, vazões e perdas de carga

Fonte: ABNT-NBR 8160-1992

Tabela A.3 - Perda de carga em conexões - Comprimento equivalente para tubo liso (tubo de plástico, cobre ou liga de cobre)

Diâmetro nominal (DN)	Tipo de conexão					
	Cotovelo 90°	Cotovelo 45°	Curva 90°	Curva 45°	Tê passagem direta	Tê passagem lateral
15	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3
20	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4
25	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1
32	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6
40	3,2	1,0	1,2	0,6	2,2	7,3
50	3,4	1,3	1,3	0,7	2,3	7,6
65	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8
80	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0
100	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3
125	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0
150	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1

Figura 70 – Hidrossanitário – Valores de perda de carga por conexão

Fonte: ABNT-NBR 8160-1999

O PEX é um sistema de tubulação plástico que pode ser utilizado para água quente e fria, suporta até 95° Celsius, não sofre corrosão, sua característica mais importante é a flexibilidade. A capacidade de fazer curvas diminui consideravelmente a necessidade de conexões, diminuindo a perda de carga e aumentando a pressão disponível em cada ponto, outras vantagens, como a facilidade de manutenção, execução, transporte, estocagem, grandes trechos sem conexões, porcentagem de perda e baixa condutividade térmica também devem ser consideradas na escolha.

O PVC rígido ainda é a melhor opção para instalações de esgoto, porém, para instalações de distribuição de água, deve ser feita uma análise criteriosa, com análise de custos, composições e vantagens de cada sistema, há também alguns estudos que comprovam uma larga vantagem do PEX, inclusive no custo final de material e mão de obra.

Alguns valores de pressão requerida no ponto foram negativos, ou seja, a água não teria força suficiente para chegar até determinado aparelho, em função da quantidade de perda de carga ao longo do percurso, a solução foi colocar uma bomba de pressão na saída de cada caixa, aumentando a pressão disponível em 18 kpa, com isso, todos os valores de pressão ficaram a cima das margens mínimas, cuja máxima mínima é de 15 kpa, conforme norma.

5.3.2 Projeto de Esgoto com cisterna de reaproveitamento

Visando o meio ambiente e as próximas gerações, as concepções deste projeto está baseada no reaproveitamento das águas e na separação de cada tipo de esgoto para um melhor tratamento dos resíduos, por essa razão, os sistemas de esgoto foram divididos em três linhas de projeto: distribuição de água, esgoto com cisterna de reaproveitamento de águas provenientes de chuveiros, pias e precipitações, esgoto com gordura e esgoto cloacal, toda tubulação é constituída por PVC rígido e o cálculo da mesma foi realizado através do método das Unidades Hunter, conforme norma.

Tabela 3 - Unidades de Hunter de contribuição dos aparelhos sanitários e diâmetro nominal mínimo dos ramais de descarga

Aparelho sanitário		Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga <i>DN</i>
Bacia sanitária		6	100 ¹⁾
Banheira de residência		2	40
Bebedouro		0,5	40
Bidê		1	40
Chuveiro	De residência	2	40
	Coletivo	4	40
Lavatório	De residência	1	40
	De uso geral	2	40
Mictório	Válvula de descarga	6	75
	Caixa de descarga	5	50
	Descarga automática	2	40
	De calha	2 ²⁾	50
Pia de cozinha residencial		3	50
Pia de cozinha industrial	Preparação	3	50
	Lavagem de panelas	4	50
Tanque de lavar roupas		3	40
Máquina de lavar louças		2	50 ³⁾
Máquina de lavar roupas		3	50 ³⁾

¹⁾ O diâmetro nominal *DN* mínimo para o ramal de descarga de bacia sanitária pode ser reduzido para *DN* 75, caso justificado pelo cálculo de dimensionamento efetuado pelo método hidráulico apresentado no anexo B e somente depois da revisão da NBR 6452:1985 (aparelhos sanitários de material cerâmico), pela qual os fabricantes devem confeccionar variantes das bacias sanitárias com saída própria para ponto de esgoto de *DN* 75, sem necessidade de peça especial de adaptação.

²⁾ Por metro de calha - considerar como ramal de esgoto (ver tabela 5).

³⁾ Devem ser consideradas as recomendações dos fabricantes.

Figura 73 – Hidrossanitário
– Valores de unidades
Hunter

Fonte: ABNT-NBR 7198-
1993

Tabela 5 - Dimensionamento de ramais de esgoto

Diâmetro nominal mínimo do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição UHC
40	3
50	6
75	20
100	160

Figura 74 – Hidrossanitário – Definição do dimensionamento de ramais de esgoto

Fonte: ABNT-NBR 7198-1993

Tabela 6 - Dimensionamento de tubos de queda

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição	
	Prédio de até três pavimentos	Prédio com mais de três pavimentos
40	4	8
50	10	24
75	30	70
100	240	500
150	960	1 900
200	2 200	3 600
250	3 800	5 600
300	6 000	8 400

Tabela 7 - Dimensionamento de subcoletores e coletor predial

Diâmetro nominal do tubo <i>DN</i>	Número máximo de unidades de Hunter de contribuição em função das declividades mínimas %			
	0,5	1	2	4
100	-	180	216	250
150	-	700	840	1 000
200	1 400	1 600	1 920	2 300
250	2 500	2 900	3 500	4 200
300	3 900	4 600	5 600	6 700
400	7 000	8 300	10 000	12 000

Figura 75 – Hidrossanitário – Dimensionamento de tubos de queda

Fonte: ABNT-NBR 7198-1993

Tabela 8 - Dimensionamento de ramais de ventilação

Grupo de aparelhos sem bacias sanitárias		Grupo de aparelhos com bacias sanitárias	
Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação	Número de unidades de Hunter de contribuição	Diâmetro nominal do ramal de ventilação
Até 12	40	Até 17	50
13 a 18	50	18 a 60	75
19 a 36	75	-	-

Figura 76 – Hidrossanitário – Dimensionamento de tubos de ventilação

Fonte: ABNT-NBR 7198-1993

As calhas foram dimensionadas conforme a solução proposta por uma empresa especializada na área, funciona da seguinte maneira: calcula-se a vazão de projeto em litros por minuto que é igual a área de projeção do telhado multiplicada pela intensidade pluviométrica (maior volume ocorrido no tempo em horas) divididos por 60 minutos, em posse destes valores é feita consulta em tabela.

TABELA DE CALHAS						
Capacidade de condução de calhas tipo meia cana com declividade de 2% [litros por segundo]						
DIÂMETRO	POLEGADAS	4	6	8	10	12
	MILÍMETROS	100	150	200	250	300
	Chapa Galvanizada:	7,1	22,8	50,2	90,8	154,3
	PVC:	12,7	38,7	81,6	146,8	239,1

Figura 77 – Dimensionamento de Calhas

Fonte: Engeplas

TABELA DE CONDUTORES VERTICAIS		
Capacidade de condução de condutores verticais PVC ou Chapa Galvanizada		
DIÂMETRO		VAZÃO [litros por segundo]
POLEGADAS	MILÍMETROS	
2	50	0,57
3	75	1,76
4	100	3,83
6	150	11,43

Figura 78 – Condutores Verticais

Fonte: Engeplas

TABELA DE CONDUTORES HORIZONTAIS		
Capacidade de condução de condutores verticais PVC ou Chapa Galvanizada		
DIÂMETRO		VAZÃO [litros por segundo]
POLEGADAS	MILÍMETROS	
4	100	6,75
5	125	12,25
6	150	19,85
8	200	42,84
10	250	77,67
12	300	126,50

Figura 79 – Condutores Horizontais

Fonte: Engeplas

5.4 PROJETO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

A elaboração do projeto elétrico foi baseada nas normas: NBR – 5410:2004, NBR 5419 aterramento, NBR 5413 iluminância desejada e normas da concessionária local CEEE(RIC). Em função de a casa possuir uma grande área total, o modelo de entrada de energia é o tipo C modelo trifásico fornecimento de 4 fios (3 fases e neutro) cuja potência instalada se restringe a 25kW e 75kW, a tensão utilizada padrão 220V.

Foi realizada a quantificação do sistema, com o levantamento da previsão de cargas da nossa edificação, determinando a quantidade, potência nominal e localização dos pontos de utilização (tomadas, iluminação, ar condicionado e etc.), posteriormente foi elaborado o quadro de previsão de cargas que nada mais é que, a tabela que contem todas as informações de distribuição das cargas de uma instalação. A localização dos pontos elétricos foi estrategicamente posicionada para melhor utilização dos moradores, assim como, o percurso percorrido pelos eletrodutos onde verificamos o menor trajeto possível. A divisão dos circuitos foi realizada para um melhor conforto dos moradores, foi dividido em 21 circuitos, caso necessite algum ponto de reparo ou para possíveis curto circuitos, poder identificar mais rapidamente e com segurança o problema.

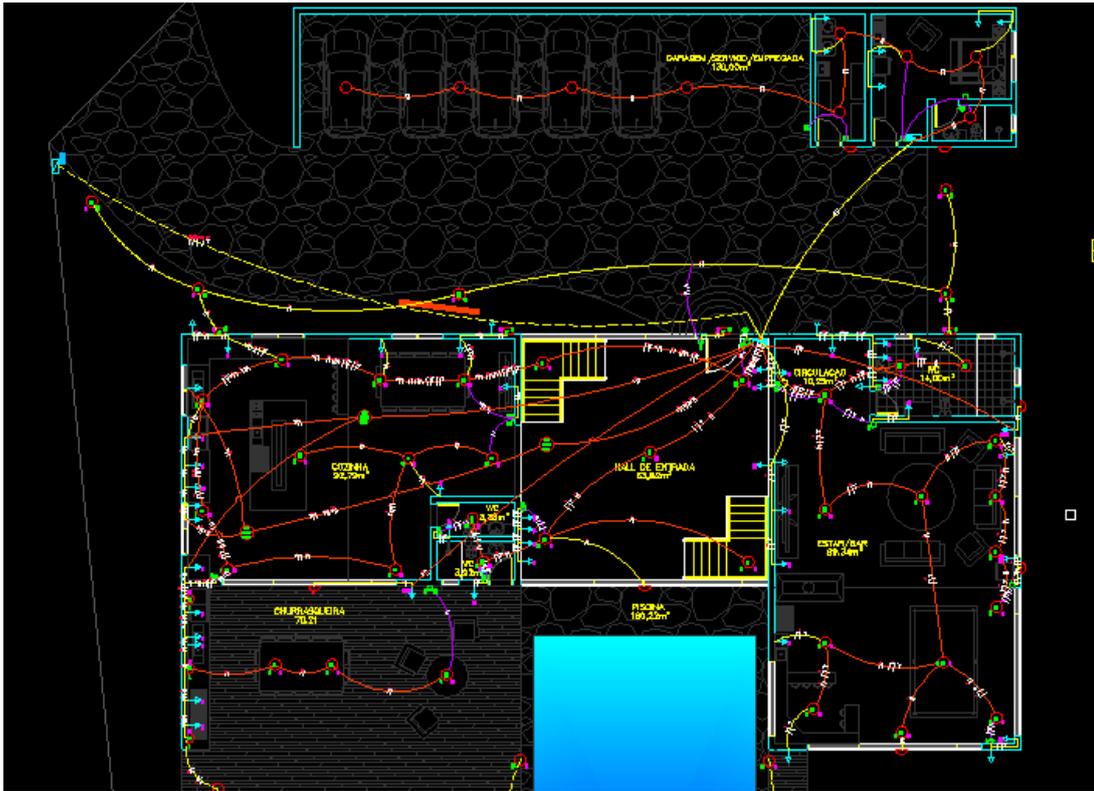


Figura 80 – projeto elétrico planta baixa pavimento térreo

Fonte: Autoral



Figura 81– projeto elétrico planta baixa deck piscina

Fonte: Autoral

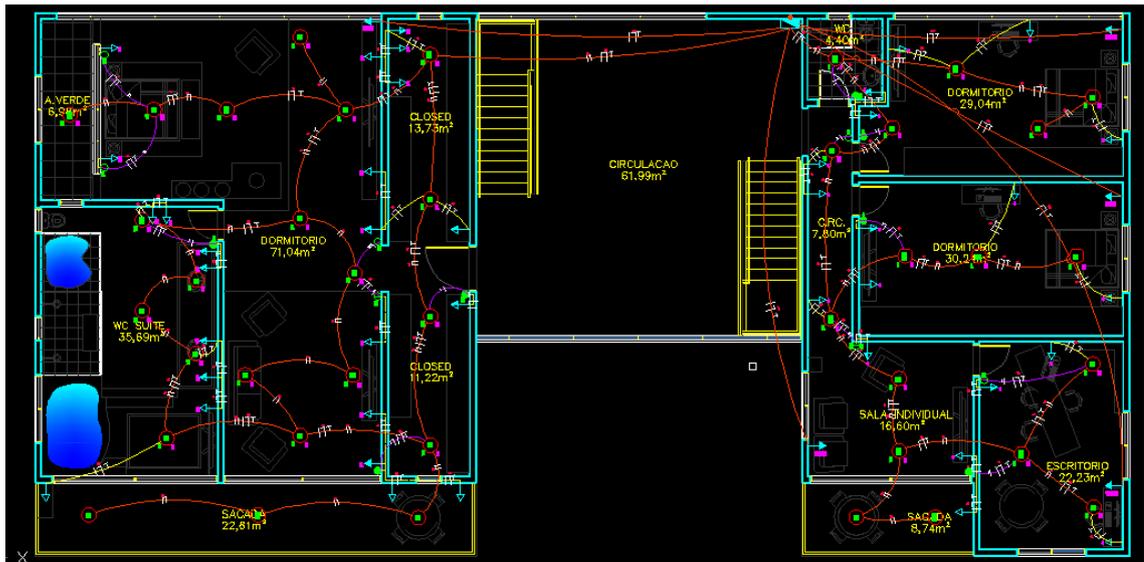


Figura 82 – projeto elétrico planta baixa segundo pavimento

Fonte: Autoral

QUADRO DE PREVISÃO DE CARGAS											
Dependência	Dimensões		Nº de Pontos	Iluminação		Nº de Pontos	TUG's		TUE's		
	Area (m²)	Perímetro (m)		Potência Unitária (W)	Potência Total (W)		Potência Unitária (W)	Potência Total (W)	Aparelho	Potência (BTU's)	Potência (W)
Pav. Térreo											
Cozinha	92,79	40,77	10	1(100) + 9(60)	640	12	3(600) + 9(100)	2700	Torneira/microondas	-	3000/1500
Wc 1	3,36	8,00	1	1(100)	100	1	1(600)	600	-	-	-
Wc 2	3,92	8,40	1	1(100)	100	1	1(600)	600	-	-	-
Hall de entrada	63,82	35,14	5	1(100) + 4(60)	340	7	7(100)	700	-	-	-
Circulação	10,25	12,80	1	1(100)	100	3	3(100)	300	-	-	-
Wc 3	14,00	15,60	2	1(100) + 1(60)	160	5	3(600) + 2(100)	2000	-	-	-
Churrasqueira	70,21	35,54	7	1(100) + 6(60)	520	7	7(100)	700	Ar Cond.	9000	2700
Estar/Bar	99,34	40,40	11	1(100) + 10(60)	700	8	8(100)	800	Ar Cond.	25000	7500
1º Pavimento											
Dorm. Suite master	71,04	40,57	9	1(100) + 8(60)	580	8	8(100)	800	Ar Cond.	12000	3600
Closet	24,95	29,60	4	1(100) + 3(60)	280	5	5(100)	500	-	-	-
Wc suite	35,69	24,46	5	1(100) + 4(60)	340	7	3(600) + 4(100)	2200	-	-	-
Área verde	6,98	12,72	2	1(100)	100	2	2(100)	200	-	-	-
Wc	4,40	8,40	1	1(100)	100	1	1(600)	600	-	-	-
Dorm. 1	29,04	22,93	6	1(100) + 3(60)	280	5	5(100)	500	Ar Cond.	9000	2700
Dorm. 2	30,24	22,8	3	1(100) + 2(60)	220	5	5(100)	500	Ar Cond.	9000	2700
Sacada 1	22,61	28,20	3	1(100) + 2(60)	220	8	3(600)	1800	-	-	-
Sacada 2	8,74	13,40	2	1(100) + 1(60)	160	1	1(600)	600	-	-	-
Sala individual	16,60	16,40	2	1(100) + 1(60)	160	2	2(600)	1200	Ar Cond.	9000	2700
Circulação	7,80	15,40	2	1(100) + 1(60)	160	3	3(100)	300	-	-	-
Escritório	22,23	19,20	3	1(100) + 2(60)	220	4	4(100)	400	Ar Cond.	9000	2700
Área Externa											
Frente	180,00	73,34	10	1(100) + 9(60)	540	3	3(1000)	3000	-	-	-
Fundos	803,39	217,20	19	1(100) + 18(60)	1180	3	3(1000)	3000	Piscina (Bomba 2cv)	-	1600
TOTAIS	435,00	-	55	-	7200	75	-	24000	-	-	30700
CARGA TOTAL (W)	61900										
CARGA RESERVA (W)	10000										
TIPO DE INSTALAÇÃO	TRIFÁSICA										

*Obs - A casa dispõe de um sistema de aquecimento a gás.

Figura 83 – Quadro de previsão de cargas

Fonte: Autoral

Circuito	Ambiente	Aparelho	Potência (W)	Corrente (A)
1	Pav. Térreo	Iluminação	2660	12,09
2	1ª Pav.	Iluminação	2820	12,82
3	Área externa	Iluminação	540	2,45
4	Área externa	Iluminação	1180	5,36
5	1º pav.	TUG	4800	21,82
6	1º pav.	TUG	4800	21,82
7	Pav. Térreo	TUG	3800	17,27
8	Pav. Térreo	TUG	4600	20,91
9	Cozinha	TUG	2300	10,45
10	área externa frente	TUG	3000	13,64
11	área externa fundos	TUG	3000	13,64
12	Cozinha	Torneira	3000	13,64
13	Cozinha	Microondas	1500	6,82
14	Cozinha	Aq. De passagem	6000	27,27
15	Churrasqueira	Ar condicionado	2700	12,27
16	Estar/Bar	Ar condicionado	7500	34,09
17	Dorm. Suíte	Ar condicionado	3600	16,36
18	Dormitório	Ar condicionado	2700	12,27
19	Dormitório	Ar condicionado	2700	12,27
20	Sala Individual	Ar condicionado	2700	12,27
21	Escritório	Ar condicionado	2700	12,27
22	Previsão aumento	Previsão	10000	45,45

Figura 84 – Divisão de Circuitos

Fonte: Autoral

5.5 FUNDAÇÕES

As fundações foram personalizadas de acordo com cada método construtivo e calculadas com base em bibliografias especializadas, para o radier a obra de Braja Das – *principles of foundation engineering 7th* -, todas citadas na Bibliografia. O intuito é oferecer a solução mais barata e tecnicamente viável para cada situação, logo, para o método de construção a seco optamos por superficiais do tipo radier (em virtude do baixo peso deste tipo de estrutura), e para o método convencional, profundas por estaca cravada, o perfil SPT do local foi baseado nos resultados reais obtidos por alunos da UCPel em função de seu trabalho de conclusão, em 2014, portanto

são confiáveis, porém, justamente o perfil local do terreno escolhido apresentou resultados duvidosos, com valor médio de N_{spt} na faixa de 3 ao longo dos 24 metros ensaiados, extremamente baixos, visto que o terreno está situado em um loteamento, portanto, estes valores deveriam ser maiores.

A macrozona 07 (Marina Ilha Verde) foi elaborado um perfil geral através dos pontos: (MF15 /MF01 /MF02 /MF03 /MF04 /MF08 /MF12 /MF15 /MF17 /MF19). A Marina Ilha Verde é um condomínio privado, foi construído às margens do Arroio Pelotas, se localizam a direita da estrada do Laranjal sentido praia antes da ponte do Arroio pelotas.

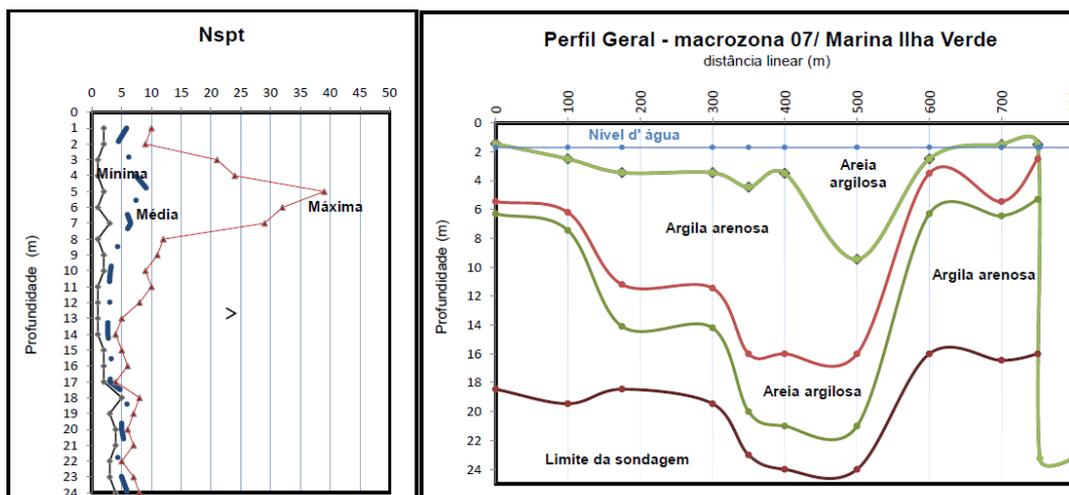


Figura 85 – Perfil N_{spt} do solo onde se localiza o terreno

Fonte: TCC - Investigação geotécnica dos solos de Pelotas usando o SPT como ferramenta de análise

O dimensionamento final do radier apresentou dimensões finais de 15,7 metros de largura por 30,7 metros de comprimento e 45 centímetros de espessura. A tensão máxima no solo devido ao carregamento externo foi de 22,8 kN/m². As verificações apresentaram 38,7 kN/m² para tensão admissível do solo (resultado satisfatório), recalque imediato igual a 9,03 milímetros (resultado satisfatório) e para recalque por adensamento igual a 19,1 centímetros (resultado não satisfatório), o recalque total é igual a soma do imediato mais o de o por adensamento igual a 20,13 centímetros, visto que o máximo permitido por norma é de 25 milímetros, a solução apresentada não satisfaz a necessidade do projeto. Neste caso específico a solução seria

encontrar uma camada com valor de N_{spt} aceitável e aplicar uma fundação profunda, fazer um melhoramento deste solo e reduzir o peso da construção.

A proposta para o método convencional é a utilização de estacas pré-moldada cravadas com dimensões de 35x35cm, para viabilizar o dimensionamento desta fundação, foi arbitrada um melhoramento do perfil do solo a partir da cota 13 metros, com valores de N_{spt} na faixa de 15. Optamos pela estaca pré-moldada em virtude dela poder ser usada abaixo do nível d'água, por não sofrer com ataques de organismos aeróbios e organismos inferiores. Os cálculos para a determinação das fundações foi pela NBR-6122:2010, o cálculo da capacidade de carga foi realizado pelos métodos que estão sendo muito utilizados na atualidade, sendo eles, Método Aoki Velloso – 1975 e Decourt Quaresma – 1985, que são baseadas nas correlações de valores. Os blocos de fundação foram dimensionado seguindo a norma NBR-6118:2003, em função das cargas de reação dos pilares serem valores consideravelmente altos, o empreendimento possui blocos de fundação com estacas que variam de 2 à 7 unidades por bloco, sendo o bloco com sete estacas a mais carregada. Através dos cálculos realizados podemos observar que a estaca pré-moldada possui uma capacidade de carga maior que a estaca hélice contínua, com basicamente as mesmas dimensões, em função desta observação e pelo custo final optamos pelo método da estaca pré-moldada cravada.

5.6 COMPATIBILIZAÇÃO NO REVIT

A compatibilização dos projetos complementares foi uma das propostas deste trabalho, assim como a validação da tecnologia BIM na transferência dinâmica de arquivos gerados por softwares diferentes e integrados dentro do REVIT, todos os testes foram aprovados. Neste caso, o teste da interface do arquivo gerado pelo Scia Engineer com o REVIT, não houve nenhuma falha na vinculação e os programas funcionaram perfeitamente, porém, para fazer

qualquer alteração na estrutura dimensionada, somente no arquivo de origem dentro do programa de origem, após esta alteração a estrutura automaticamente se atualiza dentro do REVIT. Os demais projetos complementares não foram possíveis compatibilizar devido a ausência de licenças estudantis destes programas e de arquivos templates para o REVIT gratuitos.

Sequência de Compatibilização:

O fluxo de projeto funciona da seguinte maneira: no software de dimensionamento, após finalizar a estrutura, salvar o arquivo no formato IFC (formato universal) dentro de uma nova pasta, abre-se um novo arquivo dentro do REVIT, salvar este novo arquivo na mesma pasta que o IFC, dentro do revit, inserir arquivo com vínculo IFC, este arquivo virá em forma de bloco, ou seja, só é possível altera-lo dentro do programa de dimensionamento.

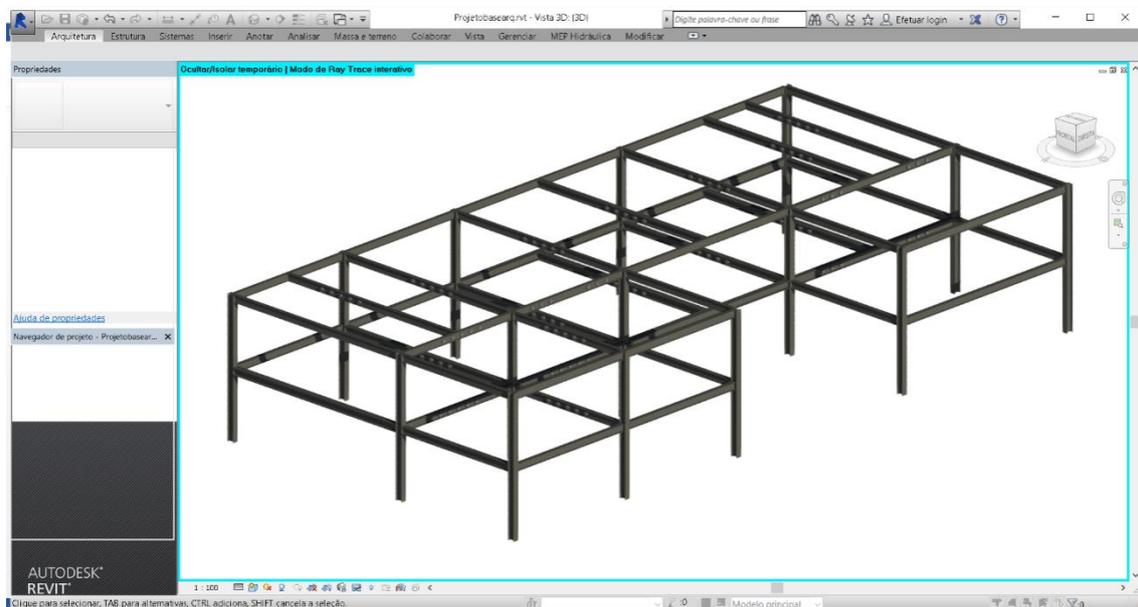


Figura 86 – Vinculação da estrutura entre o Scia e o Revit

Fonte: Autoral

Após o lançamento da estrutura no Revit, inicia-se o dos outros componentes através do programa, fundações, lages, paredes, telhado, escadas, etc, é feito de forma bem simples, tanto em 2 como em 3 dimensões, conforme escolha do usuário, as dificuldades ficam por conta das configurações específicas de cada projeto. A aba de navegação de projeto permite selecionar cada pavimento ou cada corte da vista, onde é possível alinhar os elementos e alterar qualquer configuração geométrica, outra aba importante é a de propriedades, onde são feitas alterações de característica do material.

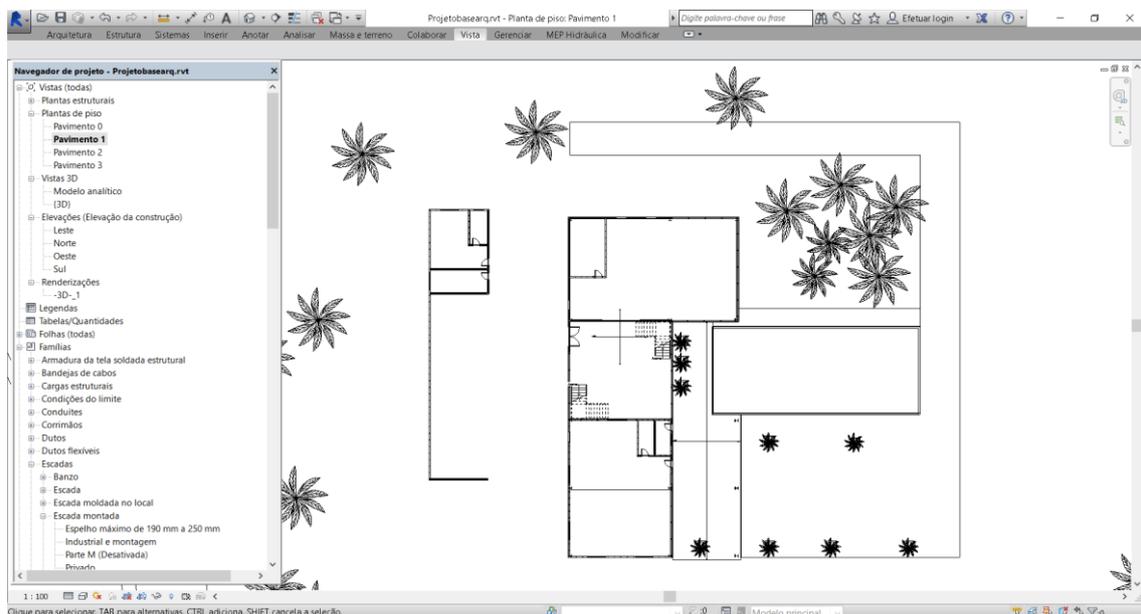


Figura 87 – planta baixa como interface de trabalho

Fonte: Autoral

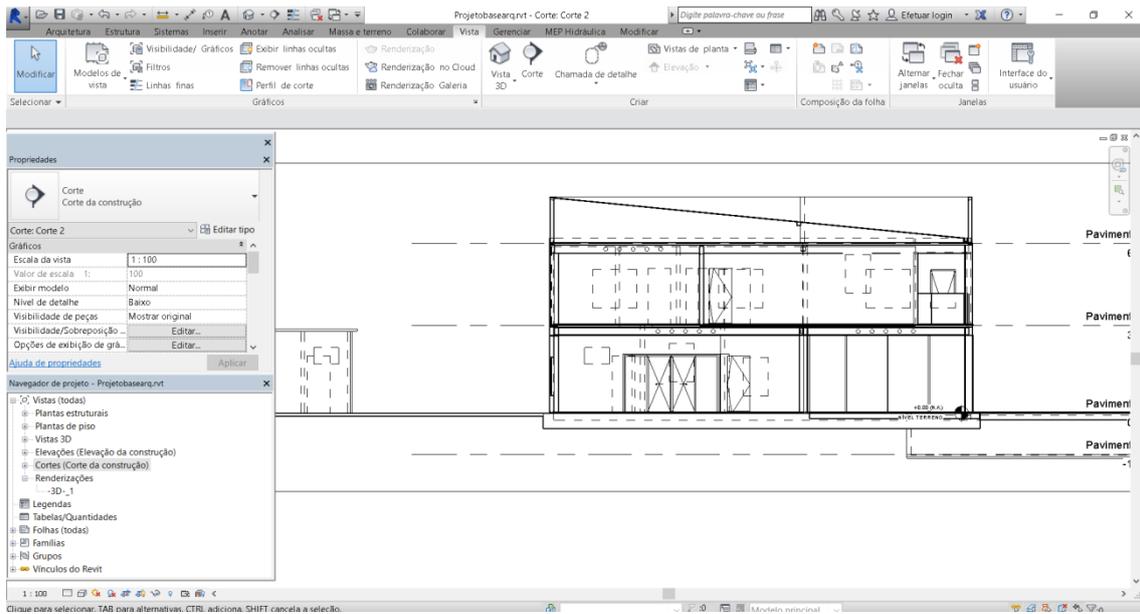


Figura 88 – corte como interface de trabalho

Fonte: Autoral

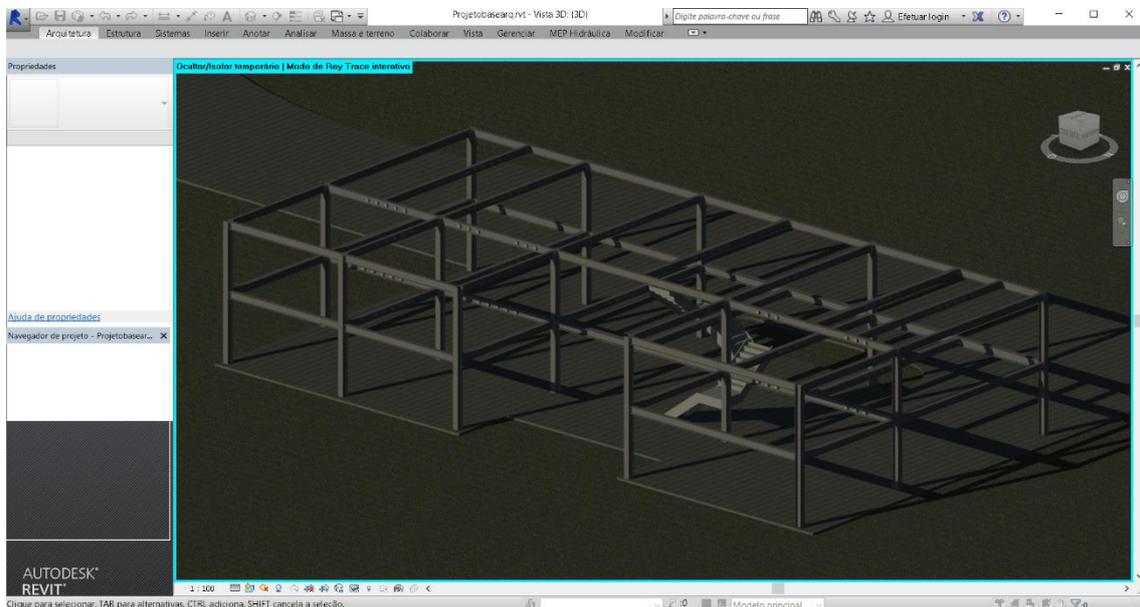


Figura 89 – laçamento de radier e escadas

Fonte: Autoral

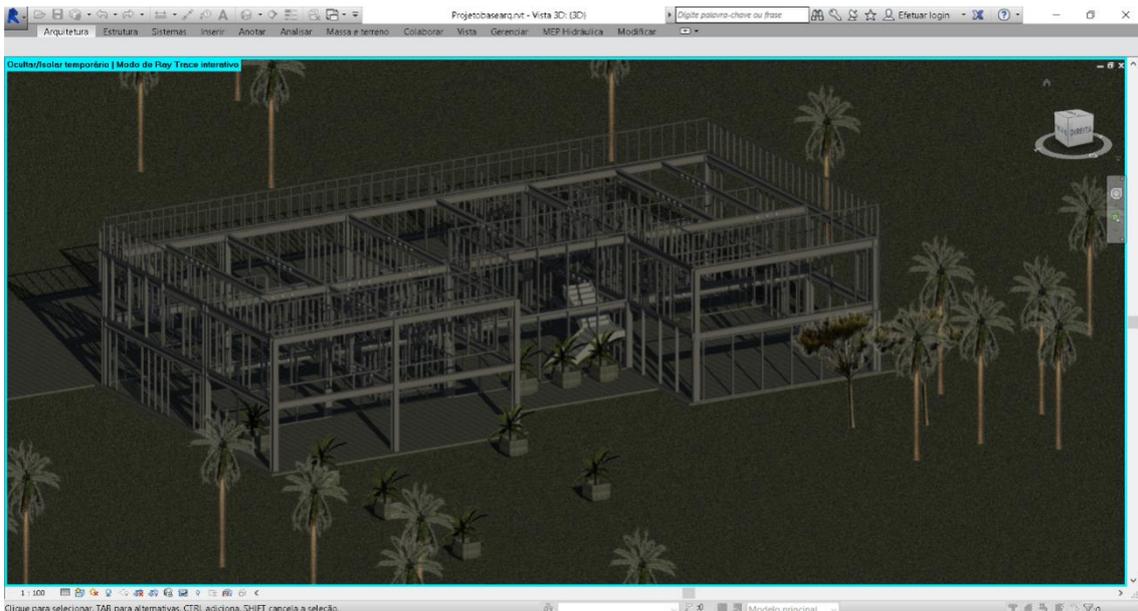


Figura 90 – lançamento estrutura interna das paredes em steel framing

Fonte: Autoral

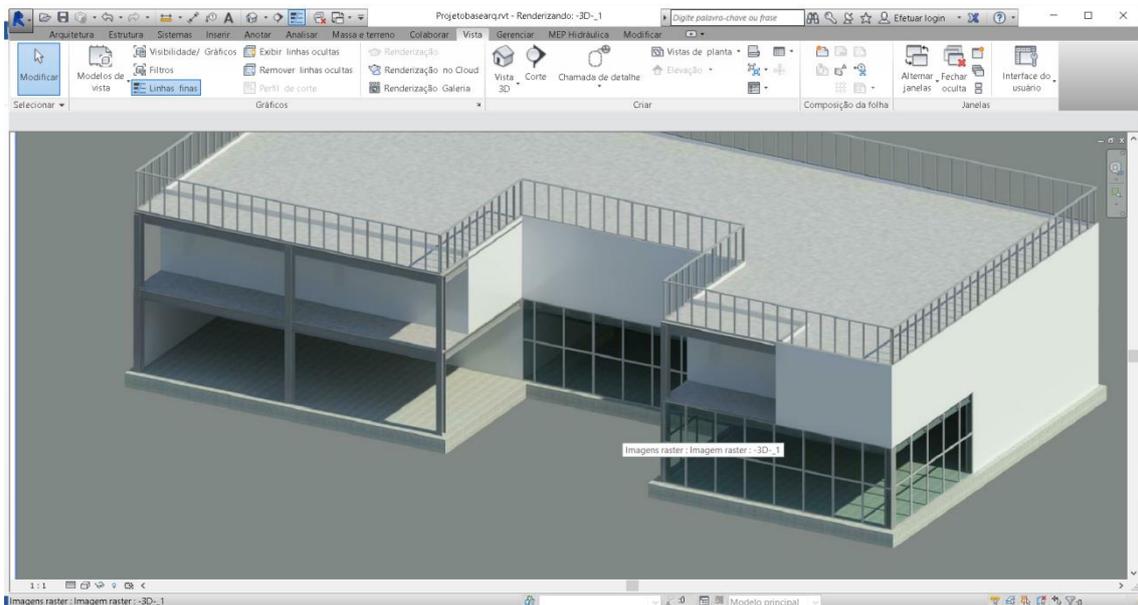


Figura 91– Lançamento das placas de fechamento

Fonte: Autoral

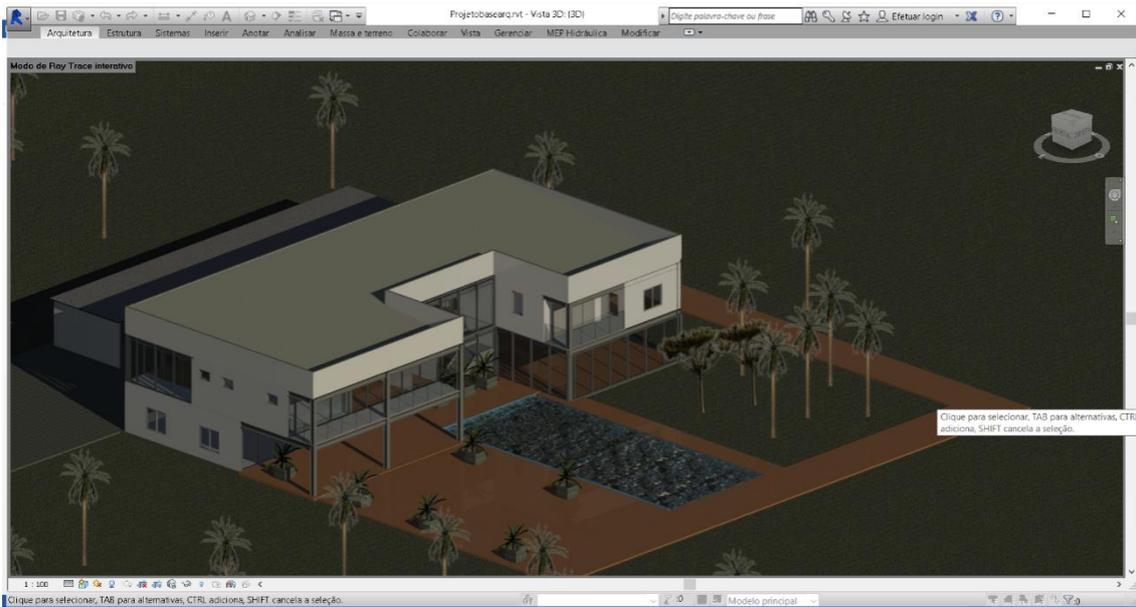


Figura 92 – Finalização do lançamento

Fonte: Autoral



Figura 93 – Projeto finalizado

Fonte: Autoral

5.7 ORÇAMENTAÇÃO

Os orçamentos foram estruturados conforme o PLEO, os valores para cada item, alguns, foram obtidos através das composições do mesmo e outros em consultas com empresas locais especializadas.

O início de cada orçamento se deu em função das atividades envolvidas em cada método construtivo, seguindo a sequência lógica de execução.

A segunda etapa iniciou com os levantamentos de quantidades e posteriormente os valores de cada serviço.

Após a obtenção do custo direto de construção foi feita a composição do BDI, conforme o TCPO 2013, porém, com valores atualizados.

A composição do tempo se deu através da produção média de cada atividade, conforme acompanhamento em canteiro e na base de dados do TCPO.

OSERVAÇÃO: O trabalho tem como proposta a comparação entre dois métodos construtivos, convencional (concreto/alvenaria) e construção a seco (hard steel framing), porém, devido a proximidade do hard steel framing com o steel framing, diferenciando-se somente na estrutura principal e nas fundações, estimamos o custo aproximado desta obra em steel framing. A título de curiosidade.

Os resultados serão apresentados através do Orçamento Sintético obtido após a conclusão do Estimativo, além do Cronograma Físico Financeiro.

Os valores de produção por hora ou dia, foram obtidos através de análise em campo, com situações reais, semelhantes as aplicadas nesta obra. Como definição, o Orçamento Estimativo pode ser caracterizado pela obtenção do valor global da obra obtido através de projetos básicos e fundamentado em planilhas que expressem a composição dos custos unitários, mais o BDI. O Sintético ou Reduzido corresponde a apresentação dos principais itens da discriminação e seus respectivos preços totais.

Serão feitos três comparativos:

- hard steel framing (sistema A) x steel framing (sistema B)
- hard steel framing (sistema A) x convencional (sistema C)
- convencional (sistema C) x steel framing (sistema B)

O comparativo se dará em função da porcentagem de redução do custo direto para cada item, do cronograma físico financeiro, do preço de venda e de parâmetros imensuráveis, como, segurança, probabilidade de acidente, visitas a obra, quantidade de pessoas no canteiro, equipamentos, tempo de retorno do investimento e etc.

orcamento sintetico ou reduzido estrutura de aço								total acumulado (%)
codigo	composicoes	custo total	% unitário	1º mês	2ºmês	3ºmês		
1	composicoes proprias	R\$ 138.581,67	8%	34,00%	33,00%	33,00%		7,51%
2	instalacao da obra	R\$ 63.371,23	3,43%	100,00%				10,95%
3	movimentacao de terra	R\$ 1.722,94	0,09%	100,00%				11,04%
4	infra-estrutura (fundacoes)	R\$ 217.020,76	11,78%	100,00%				22,80%
5	supra-estrutura	R\$ 306.536,30	27,45%	30,00%	30,00%			50,25%
6	elementos de vedação	R\$ 256.865,38	13,82%	30,00%	30,00%			64,18%
7	coberturas	R\$ 207.109,95	11,22%		100,00%			75,40%
8	pavimentação	R\$ 88.431,71	4,79%		100,00%			80,19%
9	esquadrias	R\$ 25.392,89	1,38%		100,00%			81,57%
10	ferragem para esquadrias	R\$ 2.868,25	0,16%		100,00%			81,72%
11	vidracaria	R\$ 11.456,26	0,62%		100,00%			82,35%
12	pinturas	R\$ 41.696,14	2,26%		30,00%	30,00%		84,61%
13	equipamento sanitario e abastecimentto	R\$ 66.239,97	3,59%			100,00%		88,20%
14	instalacoes hidraulico sanitarias	R\$ 38.179,38	2,07%		100,00%			90,26%
15	instalacoes electricas	R\$ 43.145,41	2,34%		100,00%			92,60%
16	diversos	R\$ 136.478,19	7,40%	34,00%	33,00%	33,00%		100,00%
total (BDI 43,58%) R\$		R\$ 1.845.096,65	100,00%	757.336,23	909.902,62	177.857,80		R\$ 1.845.096,65

Figura 94 – Orçamento sintético e cronograma físico financeiro estrutura de aço

Fonte: Autoral

orcamento sintetico ou reduzido steel framing								total acumulado (%)
codigo	composicoes	custo total	% unitário	1º mês	2ºmês	3ºmês		
1	composicoes proprias	R\$ 138.581,67	10%	34,00%	33,00%	33,00%		10,42%
2	instalacao da obra	R\$ 63.371,23	4,77%	100,00%				15,19%
3	movimentacao de terra	R\$ 1.722,94	0,13%	100,00%				15,32%
4	infra-estrutura (fundacoes)	R\$ 85.183,00	6,41%	100,00%				21,73%
5	supra-estrutura	R\$ 122.759,48	9,23%	50,00%	50,00%			30,96%
6	elementos de vedação	R\$ 256.865,58	19,32%	50,00%	50,00%			50,28%
7	coberturas	R\$ 207.109,95	15,58%		100,00%			65,86%
8	pavimentação	R\$ 88.431,71	6,65%		100,00%			72,51%
9	esquadrias	R\$ 25.392,89	1,91%		100,00%			74,42%
10	ferragem para esquadrias	R\$ 2.868,25	0,22%		100,00%			74,64%
11	vidracaria	R\$ 11.456,26	0,86%		100,00%			75,50%
12	pinturas	R\$ 41.696,14	3,14%		50,00%	50,00%		78,64%
13	equipamento sanitario e abastecimentto	R\$ 66.239,97	4,98%			100,00%		83,62%
14	instalacoes hidraulico sanitarias	R\$ 38.179,38	2,87%		100,00%			86,49%
15	instalacoes electricas	R\$ 43.145,41	3,25%		100,00%			89,73%
16	diversos	R\$ 136.478,19	10,27%	34,00%	33,00%	33,00%		100,00%
total (BDI 43,58 %) R\$		R\$ 1.329.482,07	100,00%	433.610,06	718.014,21	177.857,80		R\$ 1.329.482,07

Figura 95 - Orçamento sintético e cronograma físico financeiro steel framing

Fonte: Autoral

orcamento sintetico ou reduzido concreto armado									
codigo	composicoes	custo total	% unitário	1º mês	2ºmês	3ºmês	4ºmês	5ºmês	6ºmês
1	composicoes proprias	R\$ 182.885,33	7,36%	50,00%	50,00%				
2	instalacao da obra	R\$ 105.148,90	4,23%	100,00%					
3	movimentacao de terra	R\$ 1.966,43	0,08%	100,00%					
4	infra-estrutura (fundacoes)	R\$ 313.554,07	12,62%	50,00%	50,00%				
5	supra-estrutura	R\$ 699.870,01	28,17%		40,00%	30,00%	30,00%		
6	elementos de vedação	R\$ 254.018,62	10,22%			30,00%	30,00%	40,00%	
7	coberturas	R\$ 236.379,58	9,51%					100,00%	
8	pavimentação	R\$ 100.929,24	4,06%					100,00%	
9	esquadrias	R\$ 28.981,52	1,17%					100,00%	
10	ferragem para esquadrias	R\$ 3.273,60	0,13%		50,00%			50,00%	
11	vidracaria	R\$ 13.075,31	0,53%		50,00%			50,00%	
12	pinturas	R\$ 159.553,82	6,42%						60,00%
13	equipamento sanitario e abastecimento	R\$ 75.601,27	3,04%				40,00%		
14	instalacoes hidraulico sanitarias	R\$ 43.575,04	1,75%				40,00%		
15	instalacoes electricas	R\$ 49.242,89	1,98%				40,00%		
16	diversos	R\$ 155.765,85	6,27%	10,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	10,00%
17	Equipamentos	R\$ 60.778,63	2,45%	0,10	0,08	0,08	8,00%	8,00%	10,00%
total (BDI 63,87%) R\$		R\$ 2.484.600,15	100,00%	376.989,48	553.665,72	303.490,15	370.857,83	493.395,81	117.386,74

codigo	composicoes	custo total	% unitário	7ºmês	8ºmês	9ºmês	10ºmês	11mês	12ºmês	total acumulado (%)
1	composicoes proprias	R\$ 182.885,33	7,36%							7,36%
2	instalacao da obra	R\$ 105.148,90	4,23%							11,59%
3	movimentacao de terra	R\$ 1.966,43	0,08%							11,67%
4	infra-estrutura (fundacoes)	R\$ 313.554,07	12,62%							24,29%
5	supra-estrutura	R\$ 699.870,01	28,17%							52,46%
6	elementos de vedação	R\$ 254.018,62	10,22%							62,68%
7	coberturas	R\$ 236.379,58	9,51%							72,20%
8	pavimentação	R\$ 100.929,24	4,06%							76,26%
9	esquadrias	R\$ 28.981,52	1,17%							77,43%
10	ferragem para esquadrias	R\$ 3.273,60	0,13%							77,56%
11	vidracaria	R\$ 13.075,31	0,53%							78,08%
12	pinturas	R\$ 159.553,82	6,42%				40,00%			84,51%
13	equipamento sanitario e abastecimento	R\$ 75.601,27	3,04%	30,00%			30,00%			87,55%
14	instalacoes hidraulico sanitarias	R\$ 43.575,04	1,75%	30,00%			30,00%			89,30%
15	instalacoes electricas	R\$ 49.242,89	1,98%	30,00%			30,00%			91,28%
16	diversos	R\$ 155.765,85	6,27%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	97,55%
17	Equipamentos	R\$ 60.778,63	2,45%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	100,00%
total (BDI 63,87%) R\$		R\$ 2.484.600,15	100,00%	67.849,32	17.323,56	81.145,09	67.849,32	17.323,56	17.323,56	R\$ 2.484.600,15

Figura 96 – Orçamento sintético e cronograma físico financeiro sistema convencional

Fonte: Autoral

5.8 ESTUDOS DE VIABILIDADE CONCLUSIVOS

O estudo de viabilidade foi baseado nos resultados obtidos após a conclusão dos orçamentos, vale enfatizar que não existem valores estimados, possuem embasamentos técnicos e teóricos, em planilhas oficiais e em pesquisas de mercado regional, portanto são valores próximos da realidade, levando em conta os projetos envolvidos no empreendimento e também abordados neste trabalho, foram todos conferidos e aprovados pelos professores reponsáveis por cada uma das disciplinas.

A viabilidade de um projeto passa por aspectos como: tipo de empreendimento, local, tempo de obra, custo, recursos, adequação normativa.

O caso estudado trata de uma residência locada no Marina Ilha Verde, Pelotas, Rio Grande do Sul, dentro do orçamento, não foi considerado o valor de aquisição do terreno.

O tempo de obra foi estimado através da hora homem envolvida em cada etapa da construção, através do pleo, do conhecimento prático e de levantamentos com empresas especializadas. Neste aspecto, os sistemas industrializados de construção a seco apresentaram uma grande vantagem comparadas ao sistema convencional, com um cronograma 25% menor tanto para o método com estrutura de aço, quanto para o steel framing.

Os recursos envolvidos em cada um dos métodos são disponibilizados em toda região, com prazos de entrega relativamente rápidos, assim como a mão de obra, neste aspecto os métodos a seco levam vantagem no que se diz a disponibilidade de material, por se tratarem de componentes industrializados, são produzidos em larga escala, logo são estocados e ficam prontos para entrega. O fato da construção a seco utilizar menor variedade de material acarreta diretamente nos custos de transporte e no transito de veículos dentro da obra, pois nestes métodos em poucas cargas é possível alimentar toda obra. Por sua vez o sistema convencional em concreto armado leva vantagem no que se refere a disponibilidade de mão de obra, porém, uma mão de obra menos especializada e mais propicia a confrontos judiciais.

Os aspectos normativos estão resolvidos, pois os materiais utilizados nos métodos convencionais já estão consagrados dentro das normas. Relacionado aos sistemas a seco, todos os materiais para serem produzidos devem possuir selo de qualidade e atender a altos níveis de exigência

cobrados pelos órgãos fiscalizadores através de testes específicos para cada propriedade física, logo, são confiáveis e possuem ótima qualidade e tecnologia.

O custo direto de cada um dos métodos apresentou diferenças consideráveis.

O comparativo AB, entre estrutura de aço e steel framing, o steel framing apresentou um custo direto 39% menor que o sistema estruturado com aço, influenciados pela redução no peso da estrutura, conseqüentemente a redução no custo de fundações, além dos valores relacionados aos perfis estruturais que no steel framing são eliminados.

O comparativo AC, entre estrutura de aço e concreto armado, o sistema a seco com estrutura de aço, levou vantagem em praticamente todos os aspectos, o sistema convencional apresentou um custo mais baixo com relação as paredes, porém elas não apresentam nenhuma vantagem acústica e térmica, o que não ocorre com o sistema de vedação em placas, que possuem várias camadas de isolamento térmico e acústico. Finalizando com uma redução de 18% no custo direto da construção com o sistema a seco.

O comparativo BC, entre o steel framing e o sistema convencional, o steel framing apresentou menores custos em praticamente todos os itens, apresentando maiores valores para paredes, em razão das camadas de isolamentos. Neste comparativo o steel framing apresentou um custo direto 64% menor que o método convencional.

O preço de venda considera o BDI, para cada um dos métodos estes valores foram calculados, todos considerando 10% de lucro, houveram alterações em variáveis que levam em consideração o tempo de obra, e o

custo direto de cada uma, o sistema estruturado em aço apresenta um BDI de 43,58%, o steel framing apresenta um BDI de 46,52% e o sistema convencional apresenta um BDI de 63,87%.

Analisando as variáveis envolvidas, concluímos que para este caso, seria mais viável uma construção utilizando o sistema de construção a seco em steel framing.

Os itens onde existiram diferença de valores são apresentados na tabela comparativa, mostrada a seguir:

codigo	composições	comparativo AB			comparativo AC			comparativo BC		
		estrutura de aço A	steel framing B	% redução custo	estrutura de aço A	concreto armado C	% redução custo	steel framing B	concreto armado C	% redução custo
1	composicoes proprias	R\$ 96.519,90	R\$ 96.519,90		R\$ 96.519,90	R\$ 111.604,30	-15,63%	R\$ 96.519,90	R\$ 111.604,30	-15,63%
2	instalacao da obra	R\$ 44.137,04	R\$ 44.137,04		R\$ 44.137,04	R\$ 64.166,27	-45,38%	R\$ 44.137,04	R\$ 64.166,27	-45,38%
4	infra-estrutura (fundacoes)	R\$ 151.151,46	R\$ 59.328,59	-154,77%	R\$ 151.151,46	R\$ 191.343,85	-26,59%	R\$ 59.328,59	R\$ 191.343,85	-222,52%
5	supra-estrutura	R\$ 352.794,36	R\$ 85.500,00	-312,62%	R\$ 352.794,36	R\$ 427.090,05	-21,06%	R\$ 85.500,00	R\$ 427.090,05	-399,52%
6	paredes em geral	R\$ 178.902,73	R\$ 178.902,73		R\$ 178.902,73	R\$ 155.012,82	-15,41%	R\$ 178.902,73	R\$ 155.012,82	-15,41%
12	pinturas	R\$ 29.040,69	R\$ 29.040,69		R\$ 29.040,69	R\$ 97.366,44	-235,28%	R\$ 29.040,69	R\$ 97.366,44	-235,28%
17	equipamentos	R\$ -	R\$ -		R\$ -	R\$ 37.089,67	100%	R\$ -	R\$ 37.089,67	100,00%
custo direto da construção		R\$ 1.285.080,04	R\$ 925.962,81	-39%	R\$ 1.285.080,04	R\$ 1.516.207,77	-18%	R\$ 925.962,81	R\$ 1.516.207,77	-64%
preço de venda		R\$ 1.845.096,65	R\$ 1.356.685,91	-36%	R\$ 1.845.096,65	R\$ 2.484.600,15	-35%	R\$ 1.356.685,91	R\$ 2.484.600,15	-83%

Figura 97 – Resultados Comparativo Final

Fonte: Autoral

6. CONCLUSÃO

A conclusão deste trabalho passa diretamente pelo estudo dos números envolvidos em cada método construtivo, com os resultados podemos afirmar que a metodologia mais arriscada e com maior custo, para o construtor e para o comprador é a convencional com utilização de concreto armado para estrutura e vedações com bloco cerâmico, ainda podemos citar, o alto nível de risco destas obras, a grande quantidade de etapas, tempo de execução, atrasos, alteração nos valores de orçamento, retrabalho, demolição,

disperdício, rotatividade da mão de obra (pouco qualificada), porém estes aspectos são imensuráveis neste estudo de caso.

O método estruturado em aço apresenta grandes vantagens quanto ao tempo de execução e qualidade em conforto térmico e acústico além da facilidade para montagem das componentes estruturais, e instalações elétricas e hidrossanitárias, apresenta um custo médio comparado aos outros dois.

O steel framing se posicionou como opção mais técnica e economicamente viável, neste caso, além de ter o menor custo direto, 39% e 64% menor se comparado ao método estruturado em aço e o em concreto armado, além de apresentar um cronograma reduzido, é concluído com poucas etapas, baixo índice de transporte, baixo custo de venda e alta qualidade de isolamento térmico e acústico, além de ser uma técnica consolidada nos EUA e na Europa.

As vantagens das construções a seco também podem contar com o baixo índice de desperdício, variando de 2% a 4%, e dos materiais características de sustentabilidade, ou seja, são recicláveis, enquanto o índice de desperdício dos métodos convencionais vão de 10% a 20%, além destes métodos não possuírem uma política de reciclagem bem definida.

O Brasil tem muito a evoluir com relação a métodos construtivos e novas tecnologias, mas sim, existem empresas que estão procurando entrar no mercado e inovar, seja com novos métodos ou materiais mais modernos. Há uma grande disponibilidade de produtos inovadores em nosso país, porém, eles tem encontrado certa dificuldade, assim como as novas propostas construtivas, em quebrar os paradigmas e pré-conceitos do mercado, sendo que apresentam características iguais ou melhores se comparadas com as de materiais já consagrados.

ANEXO A

**Orçamentos Estimativos e Planilha
Comparativa**

ANEXO B

Orçamentos Sintéticos com cronograma físico/financeiro

ANEXO C

Relatório Scia Engineer

Estrutura de Aço

ANEXO D

**Relatório Scia Engineer Estrutura de
Concreto Armado**

ANEXO E

Pranchas

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIBLIOGRAFIAS

(NORMAS, LIVROS, TESES, DISSERTAÇÕES E MANUAIS)

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. ANSI/AISC 360:

Specification for Structural Steel Buildings. Chicago,2010.

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. ANSI/AISC 303: **Code of Standard Practice for Structural Steel Buildings and Bridges.**

Chicago,2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão.** Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413:Iluminação de Interiores.** Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5419: Proteção de Estruturas contra Descargas.** Rio de Janeiro, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Instalação Predial de Água Fria.** Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projetos de Estruturas de Concreto.** Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações.** Rio de Janeiro, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6123:Forças Devidas ao Vento em Edificações.** Rio de Janeiro, 1988.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7198: Projeto e Execução de Instalações Prediais de Água Quente.** Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas Prediais de Esgoto Sanitário – Projeto e Execução.** Rio de Janeiro, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800: Projeto de Estruturas de Aço e de Estruturas Mistas de Aço e Concreto de Edifícios.** Rio de Janeiro, 2008.

ARAÚJO, J. M. **Curso de Concreto Armado.** Rio Grande, Editora Dunas, 2010.

BELLEI, I. H.; BELLEI, H. N. **Edifícios de Pequeno Porte Estruturados em Aço.** 4ª Edição. Rio de Janeiro, IAB/CBCA, 2011.

BELLEI, I. H. **Interfaces Aço-Concreto.** 2ª Edição. Rio de Janeiro, IAB/CBCA, 2009.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Edificações Habitacionais Convencionais Estruturadas em Aço.** Rio de Janeiro, IBS, 2002.

CARVALHO, R. C.; PINHEIRO, L. M. **Cálculo e detalhamento de estruturas usuais de concreto armado.** Editora PINI, 2010.

COELHO, R. A. **Interfaces entre Perfis Laminados Estruturais e Sistemas Complementares.** 3ª Edição. São Paulo, Gerdau, 2004.

D'ALAMBERT F. **Galpões em Pórticos com Perfis Estruturais Laminados.** 3ª Edição. São Paulo, Gerdau, 2005.

DAS, B. M. **Principles of Foundation Engineering, SI.** Seventh Edition. Stamford, Cengage Learning, 2011.

DIAS, L. A. M. **Estruturas de Aço, conceitos, técnica e linguagem.** 3ª Edição. São Paulo, Editora Zigurate, 2000.

DINIZ, M. L. A. **Base comparativa entre 4 processos construtivos, com suas vantagens e desvantagens nas construções.** Especialização em Arquitetura Ambiental. Rio de Janeiro, UGF, 2013.

EUROCODE 2: **Design of de concrete structures.** EN, 2003.

FICANHA, R.; PRÁVIA, Z. M. C.; FABIANNE R. **Projeto e Cálculo de Estruturas de Aço, - Edifício Industrial Detalhado.** Porto Alegre, Editora Campus, 2012.

FILHO, O. T. B.; SILVA A. C. V. **Ligações para Estruturas de Aço – Guia Prático para Estruturas com Perfis Laminados**. 2ª Edição. São Paulo, Gerdau, 2005.

GNECCO, C.; MARIANO, R.; FERNANDES, F. **Tratamento de Superfície e Pintura**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2003.

BRASIL, I. A. **A indústria do Aço no Brasil – Encontro da Indústria para a Sustentabilidade**. Brasília. IAB/CNI, 2012.

LIU, A. W. **Diretrizes para Projetos de Edifícios de Escritórios**. Dissertação de Mestrado. São Paulo, USP, 2010

LUCA, C. R. **Desempenho Acústico em Sistemas Drywall**. São Paulo, IBD, 2011.

MARINGONI, H. M. **Princípios da Arquitetura em Aço**. 2ª Edição. São Paulo, Gerdau, 2004.

MEDEIROS, J. S.; MELLO, M. B.; ROGGERO, M. V. V.; SEGUNDO, M. J. P.; PIETRANTONIO, V. B. **Tecnologias de Vedação e Revestimento para Fachadas**. Rio de Janeiro, IAB/CBCA, 2014.

NASCIMENTO, O. L. **Alvenarias**. 2ª Edição. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2004.

NETO, N. A. S. **Caracterização do Isolamento Acústico de uma Parede de Alvenaria Estrutural de Blocos Cerâmicos**. Dissertação de Mestrado. Santa Maria, UFSM, 2006.

PANNONI, F. D. **Princípio da Proteção de Estruturas Metálicas em Situação de Corrosão e Incêndio**. 6ª Edição. São Paulo, Gerdau, 2015.

PANNONI, F. D. **Projeto e Durabilidade**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2009.

PFEIL, W. **Estruturas de Aço - Dimensionamento Prático**. 8ª Edição. Rio de Janeiro, LTC Livros Técnicos e Científicos Editora, 2009.

PINHO, B. R. **Estudo, Aplicação e Impacto do Software Scia Engineer no Cálculo Estrutural do Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Pelotas, UCPel, 2013.

PINHO, F. O.; PENNA, F. **Viabilidade Econômica**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2008.

PINHO, M. O.; PENNA, F. **Transporte e Montagem**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2005.

PINHO, M. O. **Execução de Estruturas de Aço – Práticas Recomendadas**. Rio de Janeiro, ABCEM/ABECE/CBCA, 2010.

REBELLO, Y. C. P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. São Paulo, Editora Ziguarte, 2000.

RODRIGUES, F. C. **Steel Framing – Engenharia**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2006.

SEMIN, R. **Concebendo para ser viável**. Rio de Janeiro, CBCA, 2014.

SCHNAID, F. **Recalque de Fundações Diretas**. UFRGS, 2015.

SCHNAID, F. **Ensaio de campo e suas aplicações à Engenharia de Fundações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

VARGAS, M. R.; SILVA V. P. **Resistência ao Fogo das Estruturas de Aço**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2003.

VERÍSSIMO, G. S.; RIBEIRO, J. C. L.; FACURY, R. H.; PAES, J. L. R. **Projeto de Aberturas em Almas em Vigas de Aço e Vigas Mistas de Aço e Concreto**. Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2012.

BIBLIOGRAFIAS (SITES, FORUNS, BLOGS)

http://arquivos.portaldaindustria.com.br/app/conteudo_18/2013/09/23/4970/20131002162355200901e.pdf

<http://asboasnovas.com/mundo/10-materiais-de-construcao-inovadores-e-sustentaveis>

<http://casa.abril.com.br/materia/obra-seca-e-rapida-conheca-sistemas-construtivos-muito-eficientes#6>

<http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/127/artigo298747-1.aspx>

http://en.wikipedia.org/wiki/Exterior_insulation_finishing_system

<http://faq.altoqi.com.br/content/545/1208/pt-br/criterios-de-dimensionamento-de-blocos-de-funda%C3%A7%C3%A3o-adotados-pelo-eberick.html>

[http://lista.mercadolivre.com.br/tubo-pex#D\[A:tubo-pex,B:1\]](http://lista.mercadolivre.com.br/tubo-pex#D[A:tubo-pex,B:1])

<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011589.pdf>

<http://noticiasmineracao.mining.com/2011/12/02/rn-tem-maior-reserva-de-calcario-do-brasil/>

<http://orcafascio.cloudapp.net/banco/composicoes>

<http://ottosistemas.com.br/noticias.php?ler=Mzcx>

<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/estante/desafio-sustentabilidade-construcao-civil-643152.shtml>

<http://pt.scribd.com/doc/32976654/NBR-5665-NB-596-Calculo-Do-Trafego-Nos-Elevadores#scribd>

http://pt.wikipedia.org/wiki/Min%C3%A9rio_de_ferro

http://pt.wikipedia.org/wiki/Light_Steel_Framing

https://scholar.google.com.br/scholar?q=sustentabilidade+constru%C3%A7%C3%A3o+civil&hl=ptBR&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholar&sa=X&ei=xtcBVfqNCYixsATLhYD4AQ&sqi=2&ved=0CCgQgQMwAA

<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/112/artigo285542-1.aspx>

<http://thisbigcity.net/pt-br/cinco-materiais-sustentaveis-que-podem-mudar-a-construcao-civil/>

http://www.academia.edu/6293874/A_EXPLORA%C3%87%C3%83O_DE_MIN%C3%89RIO_DE_FERRO_NO_BRASIL_E_NO_MATO_GROSSO_DO_SUL

http://www.abcp.org.br/conteudo/imprensa/a-industria-do-cimento-e-o-desenvolvimento-do-brasil#.VL5_Q5RdUbw

<http://www.acobrasil.org.br/>

<http://www.amanco.com.br>

<http://www.bemisa.com.br/pt-br/nossosprojetos/planaltopiau%C3%AD.aspx>

<http://www.brasilecola.com/brasil/principais-areas-produtoras-minerio.htm>

<http://www.betontecnologia.com.br/concreto-sustentavel-economiza-quase-100-de-recursos-da-natureza/>

<http://www.casasbahia.com.br>

<http://www.cbca-acobrasil.org.br/>

<http://www.cimentoitambe.com.br/calcario-para-cimento/>

<http://www.cimentoitambe.com.br/consumo-de-cimento-atinge-645-milhoes-de-toneladas/>

<http://www.cimentonacional.com.br/wp-content/uploads/2010/07/Modulo-CIMENTO-PORTLAND-HISTORICO-Arnaldo-ABCP.pdf>

<http://www.colegioweb.com.br/trabalhos-escolares/geografia/industria-extrativa-mineral/os-principais-minerios-do-brasil.html>

http://www.cprm.gov.br/publique/media/diss_elvis.pdf

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAeh2UAF/estudo-sobre-instalacao-plex>

<http://www.ecodesenvolvimento.org/dicas-e-guias/guias/2012/maio/guia-da-construcao-verde-materiais>

<http://www.emakesquadrias.com.br/>

<http://www.encon.co.uk/products/view/1161/jcw-acoustic-deck-28-32-52w>

<http://www.especializacaocivil.demc.ufmg.br/trabalhos/pg1/Sustentabilidade%20na%20Constru%E7%E3o%20CivilL.pdf>

<http://www.flasan.com.br/steelframe.html>

<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=23>

http://www.fec.unicamp.br/~almeida/au405/Lajes/Lajes_Macicas_EESC.pdf

<http://www.geologo.com.br/MAINLINK.ASP?VAIPARA=Minerio%20de%20ferro.%20Consequira%20o%20Brasil%20dominar%20mundo%20em%20menos%20de%2040%20anos?>

<http://www.gessoneto.com.br/>

<http://www.gessosagitarios.com.br/parede-drywall.htm>

<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2013/XI-059.pdf>

<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00004035.pdf>

<http://www.ibram.org.br/sites/1300/1382/00001455.pdf>

<http://www.igui.com.br/produtos/spa/luxo?gclid=CLT5opmCickCFYMJkQodc1sC3Q>

<http://www.infoescola.com/geografia/recursos-minerais-do-brasil/>

<http://www.isar.com.br/produtos/drywall/>

<http://www.isoline.com.br/isolamento-acustico-isolamento-drywall/>

http://www.lafarge.com.br/wps/portal/br/6_3_5-Sustainable_Construction

http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula%20-%20Alvenarias_%20introducao+vedacao.pdf

<http://www.leroymerlin.com.br>

<http://www.lmsp.ufc.br/arquivos/graduacao/fundacao/apostila/03.pdf>

<http://www.metlica.com.br/arquitetura-e-obras-sustentabilidade>

<http://www.metlica.com.br/desempenho-acusticos-em-sistemas-drywall>

<http://www.placo.com.br/produtos-drywall/componentes-drywall/isolamento-termoacustico-drywall/isolamento-termoacustico-drywall.asp>

<http://www.precisao.eng.br/fmnresp/sustenta.htm>

<http://www.simineral.org.br/mineracao/?id=4>

<http://www.sindiconet.com.br/6857/Informese/Coleta-seletiva/Lista-de-materiais-reciclaveis-e-naoreciclaveis>

http://www.steelconstruction.info/Acoustic_performance_of_floors

<http://www.tigre.com.br>

http://www.ufjf.br/nugeo/files/2009/11/togot_Unid01GeologiaAplicada-2006-2.pdf

<http://www.usgbc.org/leed>

<http://www.vale.com/PT/business/mining/iron-ore-pellets/Paginas/default.aspx>