

UNIFAAT Centro Universitário de Atibaia SP
Curso de Arquitetura e Urbanismo

Rodolfo Bogatzky Ribeiro

ARQUITETURA EM CHAPA METÁLICA DOBRADA
INSPIRADA EM OBRAS DE ARTES

Rodolfo Bogatzky Ribeiro

Ribeiro, Rodolfo Bogatzky
R372a Arquitetura em chapa metálica dobrada inspirada em obras de artes. /
Rodolfo Bogatzky Ribeiro - 2021.
46 f.; 30 cm.

Orientação: Gabriela Roncoletta Nascimento Barbosa

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Centro Universitário UNIFAAT, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário UNIFAAT, 2021.

1. Chapa dobrada 2. Construção metálica 3. Aço na construção civil I.
Ribeiro, Rodolfo Bogatzky II. Barbosa, Gabriela Roncoletta Nascimento
III. Título

CDD 721.0447

Ficha elaborada por Aline de Freitas - CRB8 8860

TÍTULO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentando como exigência parcial para obtenção do grau de Bacharel e/ou Licenciado em Arquitetura e Urbanismo pelas Faculdades Atibaia – FAAT FACULDADES, sob orientação da professora Gabriela Roncoletta.

UNIFAAT Centro Universitário de Atibaia - 2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO “ARQUITETURA E URBANISMO”

**Termo de aprovação
RODOLFO BOGATZKY RIBEIRO**

Título: “.....”.

Trabalho apresentado ao Curso de graduação “Arquitetura e Urbanismo”, para apreciação do professor orientador Me.(^a).
....., que após sua análise considerou o Trabalho Arquitetura em chapa metálica dobrada – inspirada em obras de artes, com Conceito
.....

Atibaia, SP, _____ de _____ de 2021.

Prof.(^a) Me. _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha filha Luana, porque sem ela eu não teria tentado um vestibular, agradeço à minha esposa Rita Moura que me incentivou para que continuasse até o final, sem ela também não estaria aqui, ao corpo docente do Centro Universitário Unifaat pelo compromisso e dedicação.

RESUMO:

Este trabalho tem a finalidade de abordar as inúmeras possibilidades arquitetônicas que podem ser obtidas com a utilização da chapa dobrada de aço como o principal material estrutural e de acabamento em uma construção residencial, visto que nas práticas de mercado da construção civil, o aço ainda é utilizado na maioria das obras, somente em substituição das vigas e pilares de concreto, como estrutural para revestimentos ou na composição de concreto armado. Diversas possibilidades poderiam ser criadas utilizando este material, enriquecendo a Arquitetura, otimizando o tempo de construção e dando atenção a sustentabilidade, sendo este material totalmente reciclável e com variedades de ligas e tonalidades quase infinitas, criando assim muitas possibilidades para o exercício da Arquitetura, sendo um deles demonstrado neste trabalho.

Palavras-chave: Chapa dobrada; Construção Metálica; Aço na Construção civil,

SUMMARY:

This work aims to address the numerous architectural possibilities that can be obtained with the use of double steel sheet as the main structural and finishing material in a residential construction, since in the construction market practices, steel is still used, in most works, only in place of concrete beams and pillars , as structural for coatings or in the composition of reinforced concrete. Several possibilities could be created using this material, enriching architecture, optimizing construction time and paying attention to sustainability, being this material fully recyclable and with varieties of alloys and almost infinite shades, thus creating many possibilities for the exercise of Architecture, one of which is demonstrated in this work.

Keywords: Folded plate; Metallic Construction; Steel in Civil Construction,

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. PROBLEMÁTICA (CLIENTE).....	09
2.1. Questões trabalhadas (Briefing)	09
3. OBJETIVOS.....	10
3.1. Objetivo geral	10
3.2. Objetivos específicos	10
3.2.1. Materiais em aço, dimensões, ligas e cores	10
3.2.2. Dobras e soldas no aço	13
3.2.3. Tratamentos do aço e pinturas especiais	14
3.2.4. Conforto térmico e acústico	15
3.2.5. Engenharia tradicional e costumes	16
3.2.6. sustentabilidade	17
4. CONCEITO.....	18
4.1. Estudo de caso 01.....	18
4.2. Estudo de caso 02	22
4.3. Estudo de caso 03	25
5. INSPIRAÇÃO	30
5.1. Amílcar de Castro	30
5.2. Lygia Clark.....	32
5.3. Frans Weissmann.....	34
6. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	36
6.1. Levantamento	36
6.2. Localização da área de intervenção (Situação)	37
6.3. Estudos Normativos (NBR, ABNT, ANVISA, etc.)	39
6.4. Estudos Preliminares (Processo de Criação, proj. executivo)	41

7. PROJETO	46
7.1. Página 1/4 - Apresentação.....	47
7.2. Página 2/4 - Planta e cortes	48
7.3. Página 3/4 - Vistas gerais	49
7.4. Página 4/4 – Perspectiva geral	50
8. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

Ao observarmos uma escultura em chapa metálica, naturalmente a atenção se direciona para detalhes como os cortes precisos, dobraduras, pontos de apoios aleatórios, transparências, vazados, sombras e espessuras diversas. É impressionante o quanto as formas geométricas se relacionam com o espaço e atraem a atenção do ser humano.

Uma simples forma, dependendo da iluminação ou do ângulo de quem a vê, desperta uma imensidão de sentimentos e aguça a curiosidade para entender sobre o equilíbrio, o balanço, o porquê, e como aquilo está ali. Analisamos os elementos visuais que a constituem e como sua forma nos provoca, despertando questionamentos a respeito da estética e da função. Percebemos, então, que aquela escultura observada poderia se tornar perfeitamente uma residência, considerando as devidas dimensões e proporções, suas formas e espaços vazios, os efeitos visuais provocados pela incidência de luz natural ou artificial produzindo efeitos de luz e sombra, e por que não dizer, sentimentos.

Qual seria o efeito de construir utilizando somente chapas dobradas e soldadas em um projeto arquitetônico residencial? É possível construir utilizando como principal material a chapa metálica dobrada?

À princípio, há um grande desafio em trabalhar com poucos materiais, seguindo uma linha de dobraduras, soldas e cortes, em diversos sentidos, além de ter que estruturar os planos, para resistir aos esforços solicitados em todas as partes da estrutura, possuindo também transparências (vidros), ventilações (caixilhos, portas de correr, etc.), pisos, fundações e alguns acabamentos diferenciados, seguindo os estudos de insolação e ventilação para o devido conforto térmico e acústico interno.

Mas, a possibilidade de fazer uma forma diferenciada, com este material e diante de novas possibilidades de ligas com elementos diversos em um futuro próximo, levou à concretização deste trabalho, no intuito de aprimorar estudos de uma arquitetura que poderá ser uma possibilidade real de aumentar o uso deste material tão interessante na construção civil.

A intenção do trabalho apresentado é despertar uma reflexão a respeito da criação de um projeto arquitetônico residencial sustentável a partir da chapa de aço dobrada e soldada e suas diversas possibilidades de formas e composições de materiais que, além de sua função primeva, possa despertar os mesmos sentimentos provocados por um simples olhar para uma escultura artística.

No desenvolvimento do presente trabalho foram fonte de inspiração, os artistas: Ligia Clark, Amílcar de Castro e Frans Weissmann e, também como referência para estudos, as obras *Festival Hall*, *a Kloof Road House* e a Casa Origami.

2. PROBLEMATIZAÇÃO (CLIENTE)

A pesquisa procura atender com uma proposta de projeto que busca uma integração entre a forma arquitetônica diferenciada, a praticidade e o tempo de construção, assim como, uma construção limpa com pouco desperdício de materiais e voltada para a sustentabilidade.

As pessoas estão se conscientizando, cada vez mais, sobre o sistema construtivo praticado no mercado, e é importante ao construir residências, diminuir os níveis de poluição e contaminação do solo, atentando para o desperdício praticado na construção civil e dando oportunidades a novos conceitos e sistemas construtivos que simplifiquem e modernizem todo o processo de edificações.

A arquitetura com a utilização de chapa dobrada de aço procura aliar a técnica construtiva com ligas metálicas à sustentabilidade e praticidade no canteiro de obra, além das inúmeras possibilidades no que tange às composições plásticas e expressivas através da enorme variedade de formas permitidas pelas chapas de aço, e pela variedade de cores e acabamentos disponíveis no mercado.

A corrosão é um fator preocupante na construção em ligas metálicas e aço, mas este problema é amenizado pela grande quantidade de proteções disponíveis para o metal, desde composições das ligas como o aço Corten, cromo, bronze, cobre, banhos de galvanização, e as pinturas especiais, sendo algumas até termo acústicas. Estas opções, nos dão tranquilidade para utilizar as chapas metálicas em todas as situações sem preocupação.

Outro problema é a transmissão térmica, também sanadas pelas variedades de revestimentos térmicos e acústico como lã de vidro, lã de rocha, isopor, poliuretano, o próprio gesso acartonado usado para divisórias e paredes.

2.1. Questões trabalhadas (Briefing)

O trabalho de pesquisa abordará o uso de grandes chapas de aço definindo formas arquitetônicas através de dobras e soldas necessárias para atingir formas e efeitos esperados.

Outra questão de grande importância para esse trabalho é o detalhamento do cálculo estrutural para integrar a estrutura principal, com elementos de tapamentos, pisos, telhados, tubulações de água, iluminação e esgoto. O transporte de materiais sendo um caso à parte, a definir pelo estudo do projeto Arquitetônico, se será conveniente uma parte fabricada em oficina ou na obra.

Pinturas e acabamentos, texturas e cores em profusão nas definições Arquitetônicas.

Paisagismo e atenção para a integração com o entorno, buscando a harmonia com o meio ambiente.

Tudo isso aliado à definição da arquitetura como uma linguagem sutil que possa ser comparada ao ato de criar dobras como se fossem movimentos produzidos pela costura manual zigzagueando o tecido com linha e agulha.

Serão analisadas obras artísticas e arquitetônicas que foram inspiração e objetos de estudos e reflexões, fundamentando o trabalho proposto.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral criar reflexões a respeito das possibilidades de construir uma residência utilizando a chapa dobrada em aço como estrutura principal e como planos de pisos, paredes, lajes e telhados dentro de uma estética inspirada em obras de grandes artistas e escultores.

3.2. Objetivos específicos

Mostrar as possibilidades que a construção metálica oferece e as possíveis soluções, apresentando estudos sobre composição de materiais, técnicas construtivas, tratamentos de proteção do aço, acabamentos e processos de transformação da forma e material.

3.2.1. Materiais em aço, dimensões, ligas e cores.

O aço é uma liga composta por diversos materiais originado de um elemento básico que é o óxido de ferro FeO, que em mistura com outros elementos como o carbono (C), cobre (Cu), cromo (Cr), alumínio (Al), manganês (Mn), chumbo (Pb) etc., forma esta liga com inúmeras características que a tornam extremamente estratégicas para vários tipos de utilidade, em discussão a construção civil.

A usina siderúrgica é a empresa responsável pela transformação do minério de ferro em aço, de maneira que ele possa ser usado comercialmente. Este processo tem o nome de Redução. Primeiramente, o minério – cuja origem básica é o óxido de ferro (FeO) – é aquecido em fornos especiais (alto fornos), em presença de carbono (sob a forma de coque ou carvão vegetal) e de fundentes (que são adicionados para auxiliar a produzir a escória, que, por sua vez, é formada de materiais indesejáveis ao processo de fabricação). (FERRAZ HENRIQUE, 2005).

Cada elemento acrescenta ao aço uma característica como por exemplo, o cobre, que dá ao aço uma maior resistência à corrosão, maior dureza e uma tonalidade marrom/avermelhada, já o cromo oferece grande resistência à corrosão, grande dureza e uma tonalidade cinza claro brilhante, e o chumbo, dá ao aço maior flexibilidade, menor dureza e um tom cinza escuro. E assim a cada elemento acrescentado à liga, o aço adquire características e tonalidades diversas. As características também variam de acordo com a quantidade de calor utilizado na fabricação da liga de aço, o mesmo vale para o resfriamento, que também influencia na qualidade do aço. O resfriamento rápido tempera o material tornando-o mais duro, com o processo de polimento eletrolítico melhorando sua resistência à corrosão, muito considerados pelas indústrias de semicondutores e biomédicas.

O estado inicial da superfície da chapa de aço inoxidável é extremamente importante para se ter uma boa qualidade de coloração. Quanto mais polida for a região, mais homogênea será a coloração obtida (Andrade, 2005). Geralmente polimentos eletroquímicos são utilizados para nivelar a superfície de uma chapa de aço inoxidável, pois, fazendo-se isto, aumenta-se a sua refletividade e melhora sua aparência. (Marellato, 1973). (Lee et al., 2003).

Cores do aço inox:

Figura 1



Fonte: <http://www.alucast.com.br/assets/img/cores.jpg>

Os aços diferenciam-se entre si pela forma, tamanho e uniformidade dos grãos que o compõem e, é claro, por sua composição química. Esta pode ser alterada em função do interesse de sua aplicação final, obtendo-se através da adição de determinados elementos químicos, aços com diferentes graus de resistência mecânica, soldabilidade, ductilidade, resistência à corrosão, entre outros. De maneira geral, os aços possuem excelentes propriedades mecânicas: resistem bem à tração, à compressão, à flexão, e como é um material homogêneo, pode ser laminado, forjado, estampado, estriado e suas propriedades podem ainda ser modificadas por tratamentos térmicos ou químicos (FERRAZ HENRIQUE, 2005).

Cores do aço liga:

Figura 2



Fonte: Dfdesignfinishing.com

3.2.2. Dobras e soldas no aço.

Projetar e definir dobras em chapa, formando uma composição de peças dobradas e soldadas, previamente pensadas, para atingir uma forma imaginada na Arquitetura e proporcionar efeitos estéticos e sensíveis ao ser humano.

O uso de uma ferramenta, a dobradeira, projetada para dobrar chapas de várias formas, tamanhos e espessuras, é fundamental para a explicação de parte deste trabalho.

O processo de conformação de chapas metálicas por dobramento tem sido usado amplamente nas indústrias em razão do bom acabamento superficial, redução de peso e baixo custo de fabricação. Na dobra de chapas finas de metal, desde que observados os limites de confortabilidade do material, não deverá ocorrer fratura ou dano de algumas de suas propriedades mecânicas.

As relações entre tensões e deformações são complexas no dobramento. Dessa forma, deve-se considerar primeiro a deformação e a tensão na região elástica. A análise e interpretação dos resultados devem levar em consideração a influência de variáveis metalúrgicas de acordo com ASM Handbook (Mechanical testing and evaluation, 2000).

Soldar o aço em suas diversas ligas e durezas são executados por máquinas diversas e sistemas também diversos por profissionais habilitados e experientes, sendo este processo extremamente técnico.

Denomina-se soldagem ao processo de união entre duas partes metálicas, usando uma fonte de calor, com ou sem aplicação de pressão. A solda é o resultado desse processo.

O processo de soldagem teve seu grande impulso durante a II guerra Mundial, devido à fabricação de navios e aviões soldados, apesar de o arco elétrico ter sido desenvolvido no século XIX (E. WAINER, S. D. BRANDI, F. H. M. DÉCOURT, p.1 1992).

3.2.3. Tratamentos do aço e pinturas especiais.

Tratar o aço de maneira que o mesmo tenha durabilidade contra as intempéries do tempo é uma difícil questão. É preciso avaliar as várias situações de exposição, contra vários agentes agressores sejam eles químicos, físicos, etc. Existem no mercado tratamentos já consagrados e eficientes e também tratamentos inovadores como pinturas especiais sendo até termo acústicas.

Atualmente diversas tecnologias estão sendo estudadas visando a substituição do processo de fosfatização que causa problema de eutrofização nas águas. Algumas inclusive já estão sendo usadas em escala industrial. Dentre esses processos, podemos citar revestimentos nano cerâmicos. Revestimentos cerâmicos são interessantes, uma vez que possuem uma maior resistência a oxidação, corrosão, erosão e desgaste em altas temperaturas sendo uma boa alternativa para a substituição da fosfatização. Também é importante ressaltar que são compatíveis com revestimentos poliméricos, como tintas. O processo nano cerâmico utiliza uma composição à base de flúor e/ou zircônio e/ou titânio para produzir uma camada nano cerâmica sobre substratos metálicos, isentos de metais pesados e componentes orgânicos (ZARO GUSTAVO, 2010).

Pintar o aço, neste caso, para trazer um ambiente agradável, apesar das tonalidades originais de cada liga também funcionam como um tratamento, mesmo este estando em um ambiente pouco corrosivo, no entanto, em áreas internas na Arquitetura cores diversas servem também para a composição sensorial do ambiente e a manifestação das sensações no inconsciente de cada indivíduo.

É objetivo deste estudo o desenvolvimento e análise de um novo produto “tinta”, com incorporação de pó de cortiça, que apresente um desempenho acústico otimizado. Esta ideia surgiu da constatação da enorme quantidade de pó de cortiça, que é um subproduto (resíduo) da indústria da cortiça, no seu processamento (JACINTA DANIELA DOLGNER MAIO, 2009).

A comercialização de tintas brancas com microesferas cerâmicas como sendo materiais isolantes térmicos para coberturas de edifícios, devido à presença desses componentes, têm se difundido mundialmente, especialmente nos últimos anos com o advento das preocupações ambientais relacionadas principalmente com o aquecimento global e a formação das ilhas de calor urbanas. Com o objetivo de se investigar o desempenho térmico dessas tintas, foram realizadas medições de refletância solar e de temperaturas superficiais de amostras expostas ao sol pintadas com diversas dessas tintas disponíveis comercialmente (DORNELLES KELEN).

3.2.4. **Conforto térmico e acústico**

Estudar e projetar o Conforto Ambiental considerando a ventilação e a claridade neste projeto seria um capítulo à parte, sabendo-se da grande facilidade encontrada no projeto arquitetônico, podendo utilizar áreas vazadas, horizontais ou verticais, abrir ou fechar faces sem comprometer a estética ou o cálculo estrutural. Existem vários produtos com a finalidade de proteção térmica ou acústica que trabalhando em conjunto com as paredes, telhados ou faces dando a devida solução neste quesito.

Figura 3

Material	Vantagem	Desvantagem	Aplicação
Lã de rocha	alto desempenho; baixo custo; resistente a altas temperaturas	causa irritação na pele	revestimento e recheio de estruturas
Borracha elastomérica	próprio para sistemas de refrigeração; alto desempenho	aplicação restrita	isolamento de tubulações de sistemas de refrigeração
Drywall	leveza da estrutura; rápida instalação; permite rearranjo; alta absorção sonora	baixa resistência mecânica; deve ser aliado a outro produto	divisórias ambientais e forros
Forros Mineral e Acústico	leveza da estrutura; rápida instalação; fácil manuseio	estética pouco agradável; baixa resistência mecânica	forro para qualquer ambiente
Forro de Lã de Vidro e Isopor	alto desempenho; leveza da estrutura; removíveis	baixa resistência mecânica; estética pouco agradável	forro para qualquer ambiente
Placas acústicas	permite instalação mesmo em ambiente ocupado; alto desempenho	necessita estrutura para fixação	paredes e tetos de qualquer ambiente
Isomix Plus	alta absorção de ruído de impacto; instalação sob outro material; maleabilidade	somente pode ser aplicada em fase de obra	entre pisos e contra-pisos; em paredes.
Atenuadores industriais	grande diminuição do ruído; variáveis de tamanho e aplicação	necessita o enclausuramento do equipamento	equipamentos industriais de pequeno, médio e grande portes em qualquer área industrial que permita segregação
Barreira acústica	diminui os níveis de ruído, sem enclausuramento	segrega o espaço de produção	segregação
Manta Termoacústica	fácil aplicação por ser adesiva; proteção termoacústica	não pode ficar exposta ao ambiente	telhados
Divisória Naval	instalação rápida e fácil; mobilidade	pouca adequação a formas não regulares	divisórias ambientais
Placa cimentícia	módulos pré-fabricados; alta resistência mecânica; permite impermeabilização e reuso	pouca adequação a formas não regulares	divisórias internas e externas
Ecoplaca	produzida com matéria-prima nobre reciclada; alto desempenho termoacústico	pouca adequação a formas não regulares; alto custo	forro e vedação
Placa de cortiça reciclada	utiliza reciclagem de rolhas	30% de matéria prima natural	revestimento de paredes
Fibra de coco	material natural reutilizado; absorve sons de baixa frequência	necessita ser aliado a outro material	revestimento de paredes
Jateamento acústico	aplicação rápida e fácil; aderência a materiais variados	estética pouco agradável; alto custo	revestimento de paredes e tetos
Nanosound	aplicação rápida e fácil; pode ser utilizada como acabamento final	alto custo; dificuldade com fornecimento exclusivo	acabamento de paredes e forros
Accousta-Set	fácil manuseio; não compromete o acesso ao equipamento	fácil colocação e retirada; não compromete o acesso ao equipamento	equipamentos industriais de pequeno, médio e grande portes

Fonte: 21º CBECIMAT

O presente trabalho refere-se a novas tintas em que são incorporadas partículas de cortiça (de *Quercus suber* L), através de um processo de mistura de tintas correntes existentes no mercado, quer para interiores quer para exteriores de edifícios, elementos de construção e outras aplicações semelhantes.

Mais especificamente, o trabalho refere-se a tintas de exterior e de interior a que são adicionadas partículas de cortiça que podem possuir diferentes granulometrias e ser utilizadas em diferentes proporções, tendo em vista a obtenção de um melhor comportamento a nível do isolamento térmico (menor condutividade térmica) e da absorção acústica (diminuição de tempo de reverberação ou eco). (L.GIL*, N. MARREIROS).

Engenharia tradicional e costumes

Calcular uma estrutura em aço requer os mesmos conhecimentos utilizados para calcular uma estrutura em concreto, porém muitos engenheiros não se sentem à vontade com um material muito técnico como o aço, pois os cálculos devem ser precisos, comprometendo assim a criatividade do Arquiteto.

A construção em concreto é mais tradicional e naturalmente mais cômoda deixando boa parte dos engenheiros principalmente os calculistas optando por este tipo de construção.

A simbiose entre arquiteto e engenheiro é uma questão nos dias de hoje, tanto no meio acadêmico como no exercício da profissão. Os conteúdos ministrados durante a formação acadêmica, bem como a ausência de interação entre as disciplinas proporcionam o início de um distanciamento entre eles que hoje é indesejável. No mercado de trabalho essa distância é ratificada, por meio das atividades que permeiam o projeto/obra. (VIANA ANA LUIZA FORTES).

3.2.5. Sustentabilidade

Preocupar com a sustentabilidade, é também um objetivo deste trabalho, os materiais utilizados podem ser reciclados, eles nos dão a garantia de que serão utilizados e reutilizados quantas vezes forem necessárias, desde que protegidos adequadamente sem serem explorados novamente na natureza. Este princípio, quando utilizado em larga escala, fará com que os custos que hoje parecem altos, diminuam uma enormidade criando um grande comércio como o criado nas construções com containers.

O aço é normalmente identificado como um material “amigo do ambiente devido essencialmente ao seu potencial de reciclagem. No entanto, não são só os benefícios ambientais do aço que contribuem para os objetivos da construção sustentável. As estruturas metálicas apresentam características naturais que se coadunam com os requisitos da construção sustentável e que tornam este tipo de construção imbatível na realização dos mesmos (GERVÁSIO HELENA MARIA).

4. CONCEITO

Uma fita metálica caminhando aleatoriamente com a intenção de abrigar e dar proteção sem, contudo, se despir das formas tão fundamentais para a satisfação humana.

4.1. Estudo de casos 01

Neste caso as formas angulares da Arquitetura impressionam pela formação de sombras e profundidade despertando no observador a curiosidade e o entendimento dos vértices e planos.

Esta forma lembra os cristais de quartzo ou outras formações minerais sem em nenhuma hipótese imaginar como seria o ambiente interno.

Posicionado contra um fundo de formações rochosas, o novo e impressionante Festival Hall preto angular no Tiroler Festspiele Erl (Mühlgraben 56 A 6343 Erl, Tirol, Áustria) pelo escritório de arquitetura austríaco Delugan Meissl Associated Architects, sem dúvida, deriva sua forma da topografia ao redor do local”.

“A configuração do Festival Hall se assemelha a uma estratificação tectônica. Suas fendas e falhas que se encontram no interior, indicando o caminho para a entrada do edifício. À noite as incisões e dobras na distintiva fachada permitem visão sobre o foyer radiante.
(Archdaily.com <https://www.archdaily.com/306296/festival-hall-in-erl-delugan-meissl-associated-architects>, s.d.)

Figura 4



Fonte: Foto © Brígida González

Interessante como a forma arquitetônica neste caso desperta uma curiosidade em como funciona a construção no que diz respeito ao projeto estrutural, são formas pouco convencionais para a maior parte das pessoas.

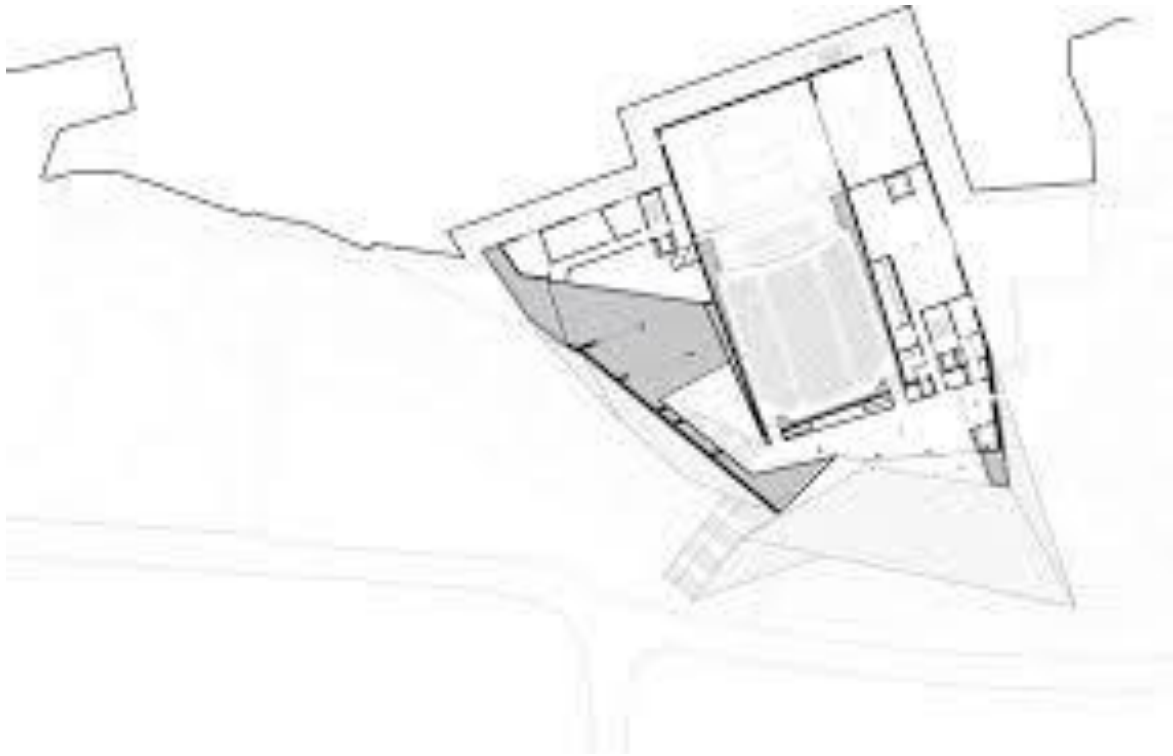
Figura 5



Fonte: Foto © Brígida González

Também é curioso tentar seguir a intuição do Arquiteto ao projetar a planta baixa em diagonal com o terreno, usando o mesmo para favorecer a acústica do ambiente.

Figura 6



Fonte: Foto © Brígida González

Figura 7



Fonte: Foto © Brígida González

4.2. Estudo de casos 02

Projetada por Nico van der Meulen

Kloof Road House

Localizada no sopé de uma reserva natural em Bedfordview, Joanesburgo, a Kloof Road House é a mais recente adição ao portfólio de trabalho dos arquitetos de Nico van der Meulen

O novo design de Werner van der Meulen está ligado ao anterior por meio de formas decorativas de aço que envolvem e emolduram, tornando este design um claro exemplo de arquitetura parasita. Ao se aproximar da casa, você testemunha a parede limite monolítica corajosamente projetada que desperta uma sensação de curiosidade quanto ao que está dentro das instalações. É aqui que você é apresentado ao conceito do projeto, já que a parede de limite revestida de concreto se tornou um hospedeiro para o aço metamorfoseado enegrecido que permanece no alto. (<https://archello.com/pt/project/kloof-road-house>, s.d.)

Os detalhes em chapa dobrada deste projeto demonstram claramente como o uso criativo deste material cria volumes e formas criando sensações tal qual uma obra de Arte.

Figura 8



Fonte: Imagem Cortesia M Square Lifestyle Design

Figura 9



Fonte: Imagem Cortesia M Square Lifestyle Design

Figura 10



Fonte: Imagem Cortesia M Square Lifestyle Design

Figura 11



Fonte: Imagem Cortesia M Square Lifestyle Design

4.3. Estudo de caso 03

O que diferencia o projeto deste TCC para o lindo projeto do Daniel Libeskind, além da Arquitetura, é que a Casa Origami tem uma estrutura principal e usa chapas de aço inoxidável em tom cobre como revestimento, dando o mesmo aspecto de uma construção facetada por chapas.

Daniel Libeskind – Studio Libeskind

Casa Origami

Esta estrutura brilhante, cor de chocolate foi projetada como um plano dobrado e leva seu nome a partir do número de planos (18), pontos (36) e linhas (54) que a fita em espiral faz ao definir o espaço de vida de esta casa de 2.000 pés quadrados. Desafiando as noções tradicionais e modernas de "a casa na paisagem", este design arrojado não se sacrifica ao seu ambiente natural, mas incorpora seletivamente os elementos nele contidos para o aprimoramento da casa e seus arredores de Connecticut. (https://www.designboom.com/architecture/daniel-libeskind-18-36-54-house/?utm_campaign=daily&utm_medium=email&utm_source=subscribers, s.d.)

Figura 12



Fonte: Nikolas Koenig

Figura 13



Fonte: Nikolas Koenig

É difícil imaginar uma planta baixa nos moldes deste projeto, completamente inusitado, onde cada parede tem uma função estrutural e decorativa, e ao mesmo tempo acompanhando a Arquitetura externa.

Figura 14



Fonte: Nikolas Koenig

5 INSPIRAÇÃO

A principal inspiração para a criação do projeto a ser apresentado neste trabalho de conclusão de curso, partiu da observação de algumas obras de Artes executadas pelos artistas brasileiros Amílcar de Castro, Ligia Clark e o Austríaco Frans Weissmann.

Ao observar as suas obras, é despertado quase que instintivamente uma curiosidade, que hipnotiza, são efeitos proporcionados pela luz e sombra, dobras e formas inusitadas e harmônicas, objetivo real de uma obra de arte. A sensibilidade do artista em executar uma peça que exerça tal fascínio despertou a vontade de proporcionar os mesmos efeitos em uma construção residencial, proporcionando ao morador e ao observador externo os mesmos efeitos, com o diferencial de ser habitável.

5.1. Amílcar de Castro

No caso da obra A Estrela, o despertar do olhar fica fortemente direcionado para a abertura central da obra, como uma janela ela direciona a visão para uma imagem emoldurada pela variedade de triângulos, vértices e sombras.

Amílcar de Castro

Amílcar de Castro foi um escultor, artista plástico e designer gráfico brasileiro. Introduziu a reforma gráfica do Jornal do Brasil nos anos 1950, que revolucionou a diagramação, e design de jornais como um todo, no Brasil.

Nascimento: 8 de junho de 1920, Paraisópolis, Minas Gerais

Falecimento: 21 de novembro de 2002, Belo Horizonte, Minas Gerais

Formação: Universidade Federal de Minas Gerais (1941–1945)

Morte: 21 de novembro de 2002 (82 anos); Minas Gerais

Livros: Amílcar de Castro: corte e dobra, MAIS

Prêmios: Bolsa Guggenheim para Artes Criativas, América Latina e Caribe.

(<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa2448/amilcar-de-castro>, s.d.)

A Estrela

Figura 15



Fonte: pt.wikipedia.org

Figura 16



Fonte: pt.wikipedia.org

5.2 Lygia Clark

Na obra *Casulos* a forma simples e matematicamente correta de uma pirâmide, onde uma das faces se prolonga como uma ponta perdida que desperta uma imensidão de formas diante dos vários ângulos de visualização.

Lygia Clark, pseudônimo de Lygia Pimentel Lins foi uma pintora e escultora brasileira contemporânea que se autointitulava "não artista". Wikipédia

Períodos: Arte contemporânea, Arte conceptual, Arte moderna, Construtivismo russo, Neoconcretismo

Antes de criar os *Bichos*, Lygia Clark já vinha experimentando composições nas quais trabalhava com a noção de espaço. Como no caso de *Casulo*, de 1959.

Essa obra é feita em metal e fixada na parede. A composição apresenta elementos que se dobram, saindo, portanto, do campo bidimensional e atravessando o espaço, criando lacunas e áreas internas.

Pode-se dizer que esse trabalho desdobrou -se, no ano seguinte, na série *Bichos* (Clark, 2015)

Casulos

Figura 17



Fonte: FURTHER IMAGES

Figura 18



Fonte: FURTHER IMAGES

5.3. Frans Weissmann

Franz Josef Weissmann (Knittelfeld, Áustria, 15 de setembro de 1911 – Rio de Janeiro, 18 de julho de 2005) foi um escultor brasileiro nascido na Áustria, emigrou para o Brasil com onze anos de idade. É uma das principais referências brasileiras na Escultura.

Franz Josef Weissmann veio para o Brasil em 1921. No Rio de Janeiro, entre 1939 e 1941, frequentou cursos de arquitetura, escultura, pintura e desenho na Escola de Belas Artes (Enba). De 1942 a 1944, estudou desenho, escultura, modelagem e fundição com August Zamoyski (1893-1970). Em 1945, transfere-se para Belo Horizonte, onde ministra aulas particulares de desenho e escultura. Três anos depois, Guignard (1896-1962) convida-o a lecionar escultura na Escola do Parque, que mais tarde recebe o nome de Escola Guignard. Inicialmente, desenvolve uma obra pautada no figurativismo. (<https://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa9471/franz-weissmann>, s.d.)

Figura 19



Fonte: pt.wikipedia.org

A Grande Flor Tropical, compondo o universo do pátio do Memorial da América Latina.

Figura 20



Fonte: pt.wikipedia.org

6 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

6.1. Levantamento

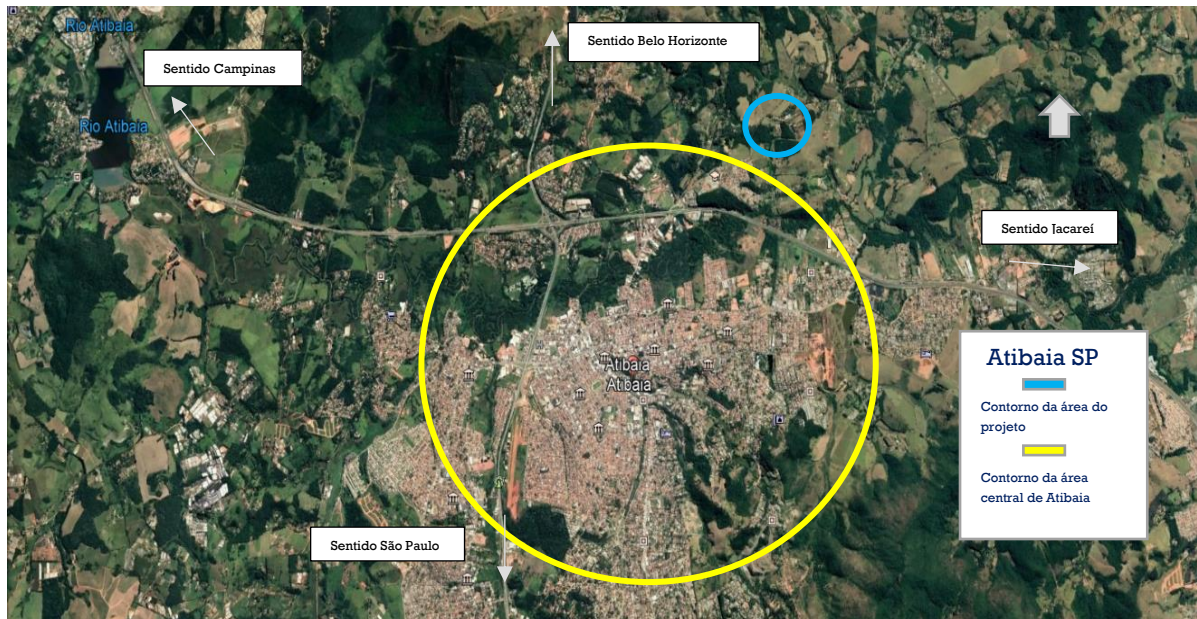
O local escolhido para o projeto foi um terreno na periferia da cidade de Atibaia SP, no bairro do Brogotá. Um terreno grande, sem interferência com o entorno seria ideal para construir uma residência com as características deste projeto, já que uma residência inspirada em obras de arte, em que o entorno com a natureza é fundamental para a identificação das linhas e movimentos da Arquitetura proposta.

Atibaia é um município de São Paulo, Região Sudeste, Brasil. Localiza-se a uma altitude de 803 metros acima do mar. Sua população, conforme estimativas do IBGE de 2019, era de 142.761 habitantes.

Identificação de distâncias em relação ao centro da cidade, visualização de acessos, trânsito e localização geográfica são demonstradas nos mapas a seguir.

6.2 Localização da área de intervenção (Situação)

Figura 21



Fonte: Google Earth

Pesquisa através do Google Earth para identificação do terreno, e localização referente a cidade de Atibaia SP, endereço completo.

Identificação do terreno de acordo com a lei de Zoneamento da cidade de Atibaia SP e Norte magnético para estudos de incidência solar e de ventos.

Identificação da topografia do terreno com inclinação média de 20%.

Área do projeto

Figura 22

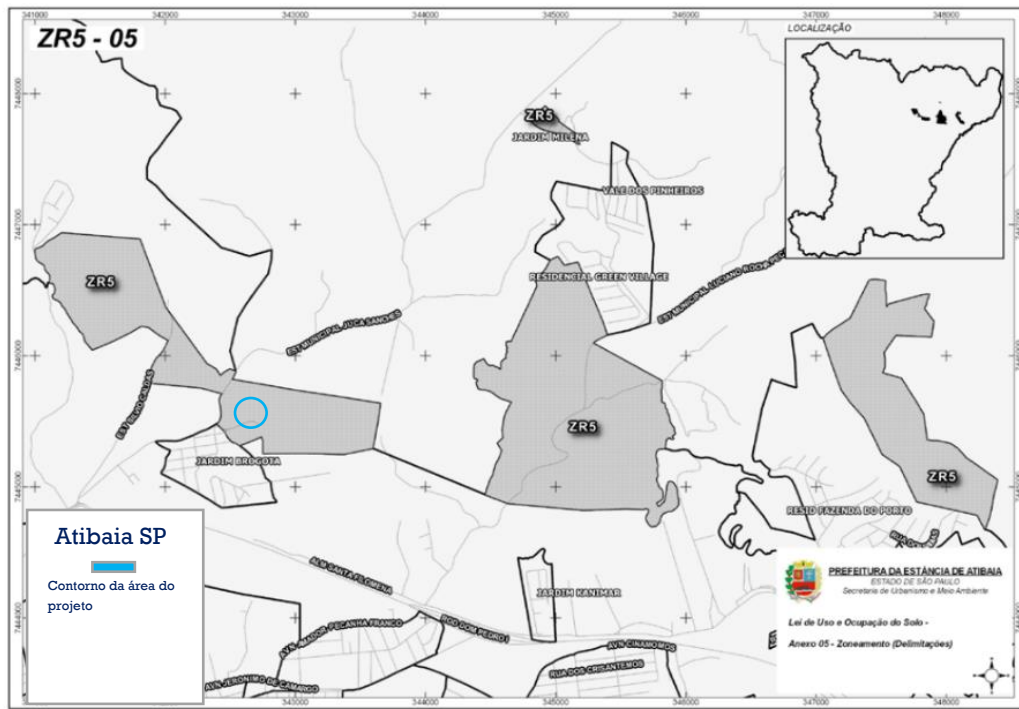


Fonte: Google Earth

6.3 Estudos Normativos (NBR, ABNT, ANVISA, etc)

Identificação da área do projeto pela Lei de Uso e Ocupação do Solo em relação ao zoneamento da região para as diretrizes da definição do projeto.

Figura 23



Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Solo – Anexo 05

Com a identificação do local do terreno em relação a Lei de Uso e Ocupação do Solo é fundamental o estudo de características e finalidades do projeto.

Em Atibaia a LEI COMPLEMENTAR nº 714 de 05 de agosto de 2015

Figura24

Município de Atibaia – LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
Anexo 03 – ZONEAMENTO – CARACTERÍSTICAS E FINALIDADES DAS ZONAS

Zonas		Características	Finalidades
Cód.	Nome		
ZR4	ZONA RESIDENCIAL DIVERSIFICADA B	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas de uso residencial bastante diversificado, com forte presença da atividade residencial multifamiliar e seus tipos correspondentes de empreendimentos. - Densidades populacionais de média a alta. - Admitido grau avançado de diversificação de usos não-residenciais com baixo grau de incômodo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ampliar a oferta de áreas para localização e funcionamento de atividades que possam coexistir sem conflito com usos residenciais em zonas residenciais. - Acolher, no ordenamento urbanístico, atividades não-residenciais existentes que se situem em imóveis residenciais, sem ocorrência de conflitos de vizinhança, e sem impactos negativos ao assentamento e ao meio ambiente. - Favorecer a diversidade urbana nos bairros residenciais, contribuindo para a riqueza de intercâmbios entre segmentos sociais diferenciados.
ZR5	ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL B	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas compreendidas entre as demais categorias de Zonas e os limites das áreas urbanas. - Áreas abertas para as iniciativas de mercado que impliquem em maior aproveitamento, desde que cada novo empreendimento reúna condições de absorver, no interior de sua delimitação, a totalidade dos impactos urbanísticos e ambientais que provoque. 	<ul style="list-style-type: none"> - Preservar as atividades rurais ainda existentes na borda interior da área urbana contínua. - Permitir, consistentes na absorção total, em nível do próprio empreendimento, dos impactos urbanísticos e ambientais eventualmente gerados, a realização de empreendimentos da indústria imobiliária e da construção civil que apresentem inovações em relação ao ordenamento urbanístico e às soluções de infraestrutura.
ZM1	ZONA MISTA 1	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas de predominância de uso residencial, em condições de acomodar, sem maiores conflitos, usos não-residenciais. - Densidade populacional baixa. - Moderada diversificação de usos não-residenciais. 	<ul style="list-style-type: none"> - Habilitar espaços para a localização de usos econômicos que requeiram relativa concentração e possam coexistir com usos residenciais, sem conflitos de vizinhança e sem impactos negativos ao assentamento e ao meio ambiente. - Acolher no ordenamento urbanístico concentrações de usos econômicos existentes que não apresentem impactos urbanísticos e ambientais negativos.

Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Solo – Anexo 03

Em se tratando de uma ZR5, faz-se necessário a identificação das restrições impostas ao terreno, utilizando a tabela abaixo para um projeto ideal.

Figura 24

Município de Atibaia – LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
Anexo 07 – RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO (22)

Zonas (11)	Índices Urbanísticos		Dimensionamento mínimo do lote		Restrições			Taxa de Permeabilidade (Tp) (%)	Altura Máxima (m) (4)
	To (%) (3)	Io (2)	Lote (m²)	Frente (m)	Recuos mínimos (m) (1) (10)				
					Frente (6) (19)	Lado(s) (7)	Fundo (5)		
ZR1	60	1,10	500,00	15,00	5,00	2,00 (8)	5,00	30	10,00
ZR2 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,50 (8)	4,00	20	10,00
ZR3 (20)	80	3,00	175,00	7,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZR4 (20)	90	3,50	125,00	5,00	4,00	1,50 (9)	2,00	10	-
ZR5 (20)	70	1,45	360,00	12,00	4,00	1,50 (8)	4,00	20	10,00
			2.000,00 (21)	40,00 (21)					
ZM1 (20)	70	2,80	500,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZM2 (20)	80	3,30	250,00	10,00	4,00	1,50 (9)	2,00	15	-
ZM3 (20)	90	2,90	250,00	10,00	4,00 (18)	1,50 (9)	2,00	15	-
EE1 (13) (20)	60	2,50	2.000,00	20,00	6,00	3,00	8,00	25	-
EE2 (13) (20)	60	2,20	4.000,00	30,00	6,00	3,00	8,00	35	-
EE3 (13) (20)	40	2,00	30.000,00	100,00	20,00	10,00	10,00	30	-
ZC1 (14)(15)(18)	90	1,60	250,00	10,00	-	-	-	5	7,00
ZC2 (15)(18)	90	2,50	250,00	10,00	-	-	-	5	10,00
ZC3	90	3,20	250,00	10,00	5,00 (18)	-	2,00	5	15,00
ZC4 (17)	90	3,20	250,00	10,00	5,00 (18)	-	2,00	5	10,00
ZA (20)	50	1,00	2.000,00	20,00	5,00	2,00	5,00	30	(12)
RURAL	5	0,25	-	-	10,00	3,00	5,00	70	10,00

Município de Atibaia – LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
Anexo 07 – RESTRIÇÕES DE OCUPAÇÃO DO SOLO

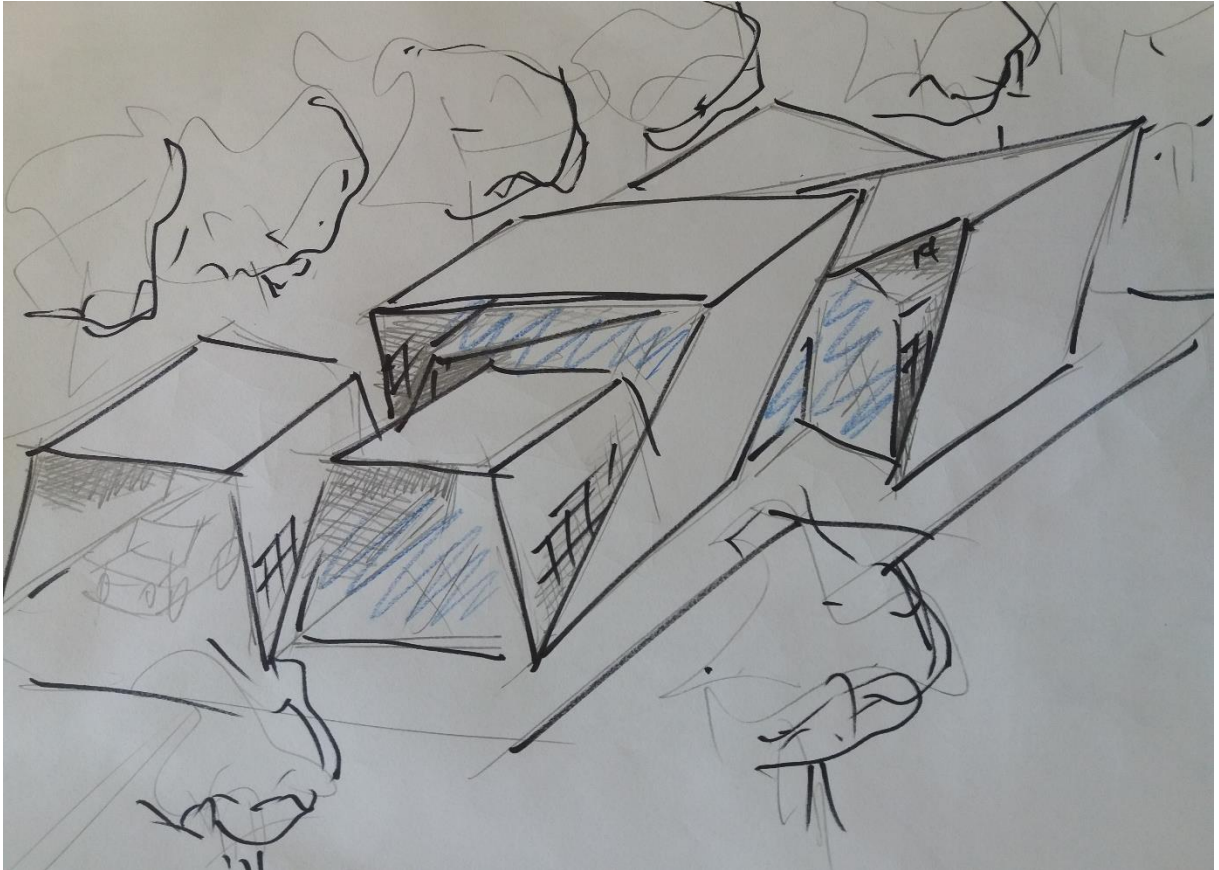
Fonte: Lei de Uso e Ocupação do Solo – Anexo 03

6.4 Estudo preliminares (Processo de criação)

Croqui de estudo arquitetônico preliminar de formas.

Uma primeira idéia em fazer uma fita de chapa caminhando pelo terreno, criando vão, espaços e áreas cobertas para se tornar um local habitável.

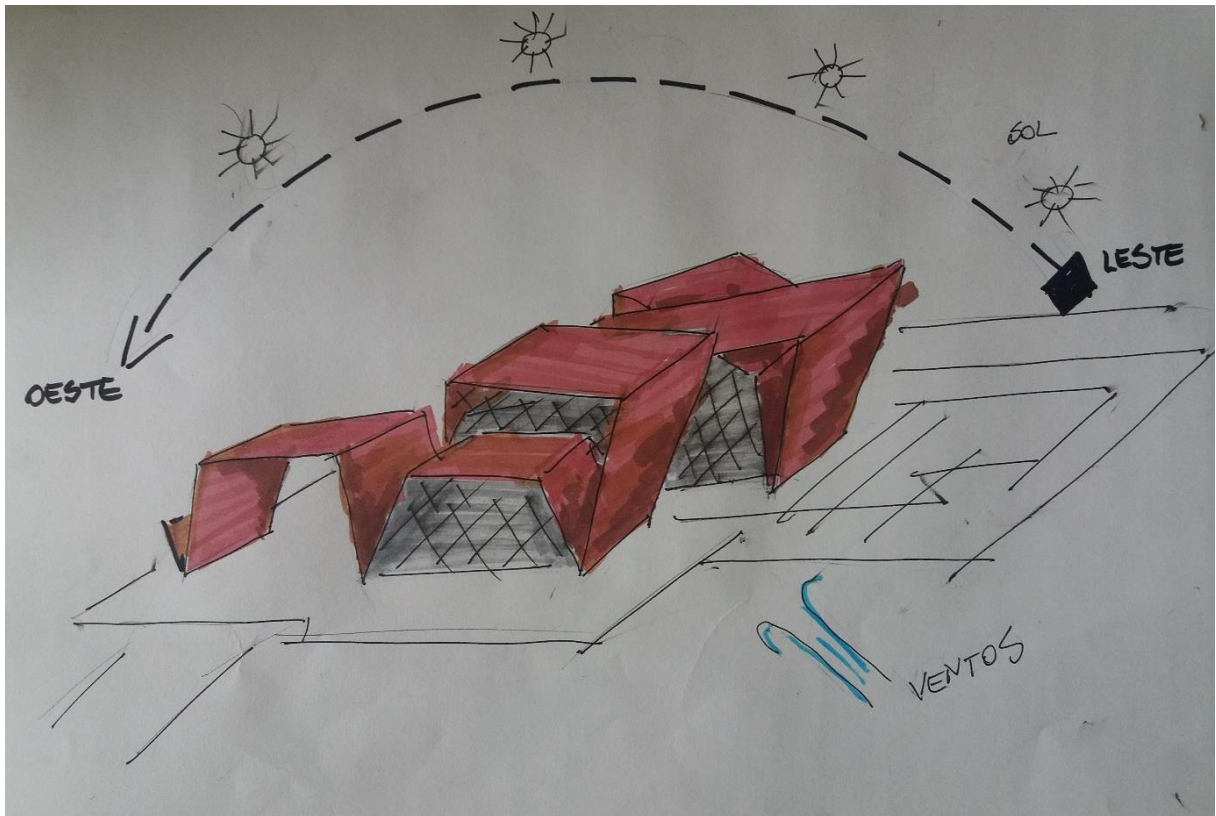
Figura 25



Autor, 2021

Uma análise rápida da arquitetura em suas faces e vazados para entender a incidência da luz, sombra e ventos predominantes, prevendo assim a criação de aberturas para ventilação.

Figura 26



Autor, 2021

Neste estudo procuramos visualizar todo o entorno para posicionar a frente e fundo da construção, aproveitando assim o máximo das interferências naturais e visões estéticas do projeto.

Não esquecendo do estudo de insolação e ventos, assim como o lago que é de grande interesse na composição do convívio com a natureza.

Figura 27



Autor 2021

O estudo de áreas internas, no intuito de definir com o mínimo de espaço ambientes confortáveis e aconchegantes.

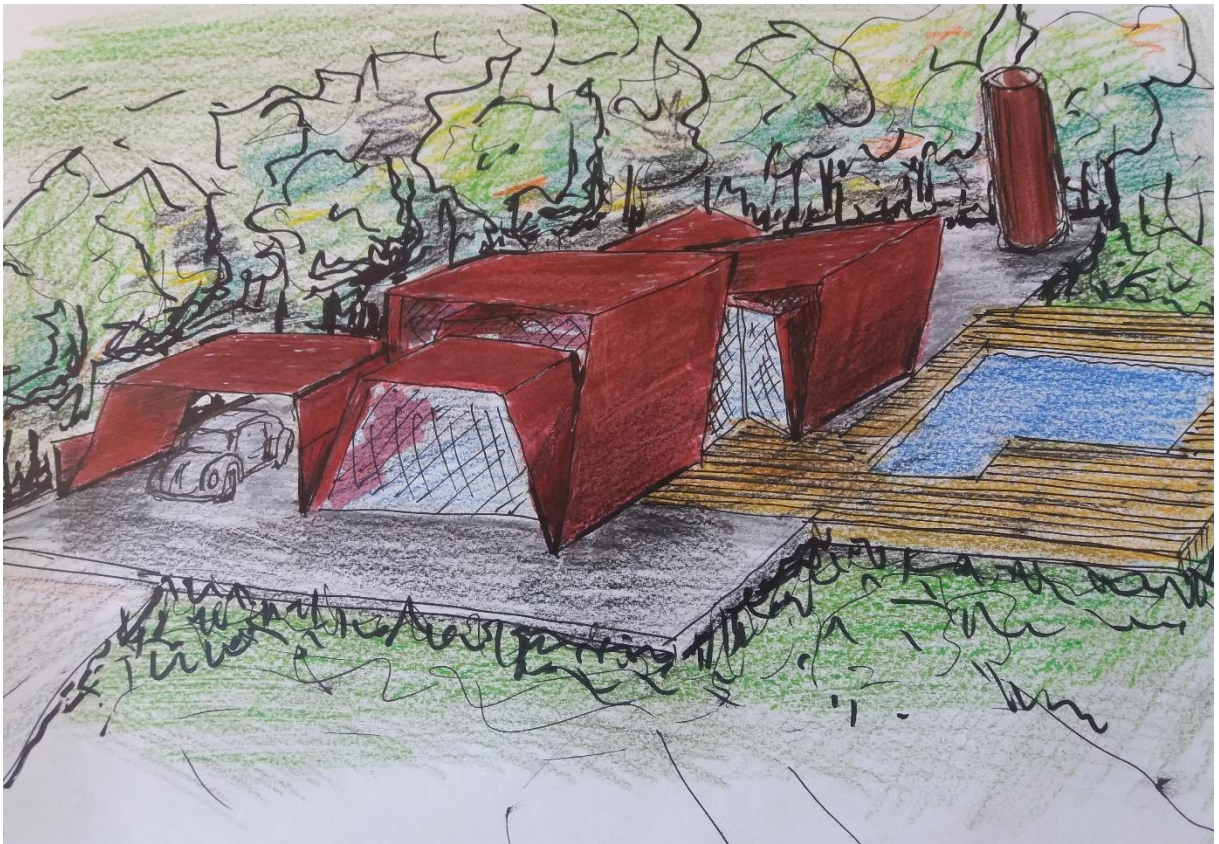
Figura 28



Autor 2021

Estudo arquitetônico de formas e cores sem descartar as interferências da natureza.

Figura 29



Autor 2021

7 PROJETO

Anexo

8 REFERÊNCIAS

Castro, A. (26 de Setembro de 2018). *enciclopédia.itaucultural.org.br*. Fonte: Enciclopédia Itaú /cultural: <http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa2448/amilcar-de-castro>

Caversan, E. G. (Março de 2010). TCC. *Tecnologia de Estampagem*. Sorocaba, SP, Brasil.

Clark, L. (2015). *Uma Retrospectiva*. São Paulo: Itaú Cultural.

Costa, A. V. (Fevereiro de 2019). Dissertação de Mestrado. *Soldabilidade de um aço patinável de alto silício para construção metálica com resistência extra à corrosão em atmosfera marinha*. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Ferraz, H. (2003). Aço na Construção Civil. *Revista Eletrônica de Ciências*, 1.

Modenesi, P. J. (Abril de 2012). Mestrado. *Soldabilidade dos Aços Transformáveis*. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Modenesi, P. J. (Abril de 2012). Trabalho de Conclusão de Curso. *Soldabilidade dos Aços Transformáveis*. Belo Horizonte, MG, Brasil.

Pamplona, N. M. (19 de Agosto de 2005). Dissertação de Mestrado. *Análise do comportamento da painéis de chapa de aço como elementos estruturais e de vedação*. Uberlândia, MG, Brasil.

Teixeira, F. T., Sousa, J. A., Cruz, F. S., & Silva, R. A. (2017). Inovação na indústria do aço inoxidável: processo produtivo do aço colorido. *Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas*, 19.

Wessmann, F. (2017). Coluna essencialista. *Enciclopédia Itaú Cultural*.

Zaro, G. (Junho de 2010). Trabalho de Diplomação. *Revestimento Nanocerâmico à base de Zr/Ti como pré-tratamento em aço galvanizado*. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

(<http://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa2448/amilcar-de-castro>, s.d.)
Acesso em 12-03-2021

(<https://archello.com/pt/project/kloof-road-house>, s.d.)
Acesso em 06-04-2021

(https://www.designboom.com/architecture/daniel-libeskind-18-36-54-house/?utm_campaign=daily&utm_medium=e-mail&utm_source=subscribers, s.d.)
Acesso em 23-03-2021

(<https://enciclopedia.itaucultural.org.br/pessoa9471/franz-weissmann>, s.d.)
Acesso em 14-04-2021