

TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS: A PRODUÇÃO ARQUITETÔNICA DE SIEGBERT ZANETTINI

Thaís Yamaschita Tosso (IC) e Antonio Cláudio Pinto Fonseca (Orientador)

Apoio: PIVIC Mackenzie

RESUMO

Com base nos parâmetros de sustentabilidade compatíveis com o contexto atual da sociedade em que vivemos, este estudo visa entender a prática da sustentabilidade da construção civil analisando o percurso profissional do professor universitário e arquiteto Siegbert Zanettini. É indispensável entender quais foram as suas motivações para se fazer uma arquitetura diferente do feito na época e qual foi o processo de amadurecimento profissional que resultaria em construções bioclimáticas, ecoeficientes e, conseqüentemente, sustentáveis. Portanto, este artigo tem como principal objetivo compreender a relevância do arquiteto e como ele desenvolvia projetos sustentáveis antes mesmo de normas técnicas, como a NBR ISO 37120:2017, e certificações relevantes para o contexto arquitetônico atual (LEED desenvolvida pelo United States Green Building Council). Nestas circunstâncias foi elaborado um estudo de caso de três projetos: Escola Panamericana de Artes (Unidade Angélica e Groenlândia) e Hospital e Maternidade São Luiz (Unidade Anália Franco). Baseando-se no LEED e no artigo escrito pelas professoras Joana Carla Soares Gonçalves e Denise Helena Silva Duarte, foi desenvolvido uma análise do contexto urbano e uma análise seguindo os conceitos de sustentabilidade dentro da eficiência energética e do conforto térmico e lumínico.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Siegbert Zanettini. Arquitetura Bioclimática.

ABSTRACT

This study aims to explore the sustainability practices of civil construction by analyzing the career path of the architect and college teacher Siegbert Zanettini, based on the sustainability parameters of the current socioeconomical context. It is necessary to understand what his motivations were to develop an unique architecture, different from the architecture of his period. Additionally, it is imperative to understand the process of professional maturity that would lead to bioclimatic, eco-efficient and, consequently, sustainable constructions. Therefore, the main objective of this article is to understand the relevance of the architect, and how he developed sustainable projects, before the creation of technical standards, such as NBR ISO 37120:2017, and relevant certifications for the current architectural context (LEED developed by the United States Green Building Council). This study is based on three projects: Escola Panamericana de Artes (Angélica unit and Groenlândia unit) and Hospital e Maternidade São Luiz (Anália Franco unit). Based on LEED and Joana Carla Soares Gonçalves' and Denise Helena Silva Duarte's article, an analysis of the urban context and an analysis regarding the

concept of sustainability applied to the energy efficiency, thermal and lighting comfort were conducted.

Keywords: Sustainability, Siegbert Zanettini, Bioclimatic Architecture

1. INTRODUÇÃO

O arquiteto e urbanista Siegbert Zanettini é um dos principais nomes quando se trata de pioneirismo ao adotar a materialidade do aço em projetos arquitetônicos em território nacional. Ingressou na Universidade de São Paulo (USP) no ano de 1954, retornou como assistente do professor Hélio de Queiroz Duarte em 1964 e lecionou na FAU-USP a partir do ano de 1967. Foi no ano de 2004 que o professor Siegbert Zanettini se aposentou como professor universitário da graduação e passou atuar apenas com o escritório próprio, no qual se mantém ativo até o atual momento. Possui mais de 50 anos de atuação profissional e 1.200 projetos realizados.

Apesar de ter trabalhado com as mais diversas materialidades em seus projetos, sempre visava manter uma racionalidade sustentável em cada um deles. Como exemplo de projeto bioclimático e ecoeficiente pode-se ressaltar a casa de Atibaia (1974) que usufrui da vegetação natural para manter uma temperatura mais agradável no interior da residência por ter as suas aberturas voltadas na direção dos ventos e possui o uso racionalizado da água.

A arquitetura contemporânea vem agregando novos fundamentos que incluem questões sobre ecoeficiência, sustentabilidade, utilização de condições climáticas naturais, incorporação de outras formas de energia, interação com os contextos construídos e naturais, economia de energia, reuso de águas servidas, tecnologias limpas, preocupações com o uso, operação e manutenção, reciclagem dos materiais e uma relação custo-benefício equilibrada entre outros aspectos relevantes (ZANETTINI, 2011).

O Fórum do Meio Ambiente e da Fazenda Pública do Distrito Federal (2011) é outro caso sustentável relevante entre os projetos do Zanettini por ser o primeiro projeto a possuir a certificação LEED de toda região Centro-Oeste do país. Criando ambientes internos e externos que garantam o conforto do usuário, a eficiência energética do edifício e seus sistemas, a possibilidade de utilização de energia limpa e a integração com a paisagem do entorno. Possui ventilação cruzada por estar implantada longitudinalmente ao eixo noroeste-sudeste e permite a iluminação natural em praticamente todos os ambientes internos. As grandes superfícies envidraçadas, voltadas para as faces de sol nascente e poente, são adequadamente protegidas ora por floreiras em balanço, ora por tela em aço inoxidável, tensionada e afastada 80 cm da fachada, que garante o sombreamento desejável e o conforto dos usuários, além da consequente economia de energia, já que abranda a carga térmica interior. (ROSSO, 2011)

Progressivamente o arquiteto ganhou reconhecimento de órgãos relacionados à construção civil e também de Organizações Não Governamentais (ONGs) voltadas a causas sociais. Exemplificando seu reconhecimento fora da construção civil, Zanettini conquistou o

prêmio Socioambiental Chico Mendes (2012) que homenageia boas práticas relacionadas à aplicação de novos conceitos de desenvolvimento sustentável, como gestão responsável pública e privada, empreendimentos sustentáveis, produtos ecologicamente corretos e ações de destaque na área socioambiental. (INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL CHICO MENDES, 2019)

Devido ao destaque por meio do Prêmio Destaque Saúde Projeto Predial no V Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa (2008), o Hospital e Maternidade São Luiz (Anália Franco) foi um dos projetos escolhidos para a análise deste estudo. O reconhecimento pelo pioneirismo e excelência em construção em aço pela Associação Brasileira da Construção Metálica (ABCEN) com o prêmio Personalidade da ABCEN (2013), o internacional David Gottfried Building Entrepreneurship Award (2012) pelo World Green Build Council (WGBC) e o X Grande Prêmio de Arquitetura Corporativa (2013) com o seu projeto Hospital Mater Dei em Belo Horizonte (Minas Gerais) são alguns de seus prêmios.

O principal objetivo desse estudo é entender o motivo de grande influência do arquiteto dentro da sustentabilidade, pois como mostrado anteriormente, um de seus prêmios está muito além de sua atuação na construção civil. E a partir disso, quais são as instituições que fazem esse levantamento sobre sustentabilidade, quais são as suas ferramentas e metodologias para qualificá-la, a partir de qual momento esse assunto ganhou importância e qual o reflexo disso na realidade brasileira.

Já a dificuldade do estudo trata-se de fazer o levantamento de dados estatísticos do impacto da construção civil no meio ambiente e na economia nacional, encontrar os principais órgãos atuantes no setor, reunir vocabulário específico referente aos assuntos abordados e ter acesso a materiais gráficos e informações específicas de cada projeto estudado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

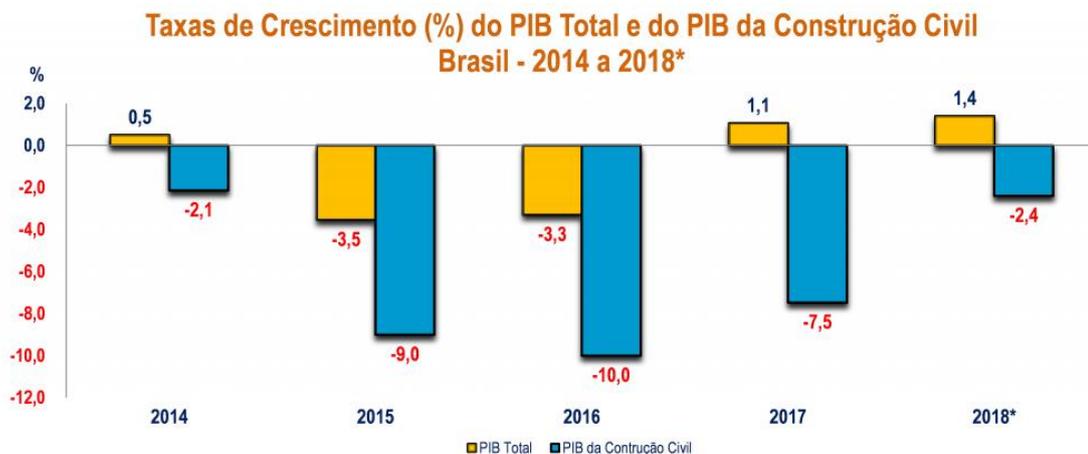
A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas, por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. O setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva dessa magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao ambiente. (PINTO, 2005)

Para se ter uma ideia dos números que são atribuídos ao setor, a construção civil mundial demanda 40% da energia e um terço dos recursos naturais; emite um terço dos gases de efeito estufa; consome 12% da água potável e produz 40% dos resíduos sólidos urbanos. No viés social e econômico, contrata mundialmente 10% da mão de obra e o conjunto das

atividades de construção movimentam 10% do PIB global. (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2013).

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC (2018), com a publicação do IBGE sobre o Sistema de Contas Nacionais (SCN) é possível observar que a recessão da Construção Civil em 2016 foi muito mais intensa do que a estimada inicialmente, tendo uma queda de 10% em seu PIB (Figura 1). Entretanto, os estudos mostram um progressivo crescimento do PIB da construção civil até os dias atuais. Já para o ano de 2019, o CBIC (2019) acredita haver mais um crescimento de 2,5%, o que representará o fim de um ciclo de quedas consecutivas no nível de atividade do setor entre 2014 e 2018.

Figura 1 – Crescimento do PIB da Construção Civil em relação ao PIB nacional



Fonte: Contas Nacionais Trimestrais - 3º Trim./18, IBGE.
* Estimativas Fundação Getúlio Vargas (FGV).

Fonte: Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC (2018).

<http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil>

A indústria da construção civil é a indústria mais poluente do planeta, sendo responsável pelo consumo de 40% a 75% da matéria-prima produzida no planeta. Atualmente, o consumo de cimento é maior que o de alimentos e o de concreto só perde para o de água. Para cada ser humano, são produzidos 500 quilos de entulho, o que equivale a 3,5 milhões de toneladas por ano (AGOPYAN, 2013). Consequentemente, é de grande urgência aplicar um pensamento mais sustentável para os resíduos e para o desenvolvimento da indústria da construção civil que vise reduzir o consumo inconsequente dos recursos naturais.

A primeira definição de desenvolvimento sustentável foi apresentada pelo Brundtland Report em 1987 (BRUNDTLAND, 1987), afirmando que desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades do presente, sem comprometer o atendimento às necessidades das gerações futuras. Portanto, a arquitetura sustentável deve fazer a síntese entre projeto,

ambiente e tecnologia, dentro de um determinado contexto ambiental, cultural e socioeconômico. (GONÇALVES e DUARTE, 2006)

Historicamente, o tema da arquitetura sustentável começou a ser discutido na arquitetura dos edifícios, não deixando de lado o ambiente urbano. Atualmente, na escala urbana as discussões e propostas vêm abordando as seguintes questões: estruturas morfológicas compactas, adensamento populacional, transporte público, resíduos, reciclagem, energia, água, diversidade e pluralidade socioeconômica, cultural e ambiental. Reforçando o papel do edifício como um elemento do projeto urbano e da sustentabilidade da cidade, fala-se principalmente de localização e infraestrutura, qualidade ambiental dos espaços internos e impacto na qualidade do entorno imediato, otimização do consumo de recursos como água, energia e materiais, e também com potencial para contribuir para as dinâmicas socioeconômicas do lugar. (GONÇALVES e DUARTE, 2006)

Claudio Bernardes, Presidente do Sindicato da Habitação de São Paulo (Secovi-SP), desenvolveu um prefácio para a edição brasileira do livro de Kats (2014) dizendo que existe uma economia de 55% de água em os edifícios que possuem certificação de sustentabilidade no padrão mais elevado. Dentre essas práticas podemos exemplificar: o uso de dispositivos economizadores, distribuição racional da água aos pontos de consumo, aproveitamento de águas pluviais, tratamento e reciclagem de águas residuais no local e o uso de plantas nativas ou tolerantes à seca no paisagismo. E no caso de projetos de bairros que utilizam conceitos de sustentabilidade podem reduzir os custos iniciais de infraestrutura em aproximadamente 25%.

Em entrevista particular dada no dia 23 de outubro de 2018, Zanettini explica como tomou uma postura de pesquisador e investigou as mais diversas áreas do conhecimento para se aprofundar em questões mais complexas da arquitetura que englobam o homem, a técnica, a tecnologia, a temporariedade e constante necessidade de adaptação, flexibilidade dos projetos, a materialidade, o meio ambiente e o entorno que resultariam em sua forma de se pensar a sustentabilidade. Acreditando que essa mentalidade sustentável também se encontra além do edifício construído ao aplicá-la em uma ampla infraestrutura urbana resultando em benefícios imediatos à população. Portanto, o arquiteto projeta de forma a contornar os problemas ambientais urbanos (enchentes, ausência de área permeável para que se aconteça a percolação da água no solo, ilhas de calor e falta de áreas verdes) de forma mais natural possível ao se adotar técnicas que definem a sua arquitetura como bioclimática.

A arquitetura modernista brasileira, especialmente durante o período de 1930 a 1960, mostrou características bioclimáticas, das quais se pode destacar o emprego de brises e cobogós, amplamente adotados por arquitetos desse período. Entre os arquitetos brasileiros

atuantes nessa época, Lúcio Costa foi um dos que cumpriu um papel exemplar na educação e na prática arquitetônica, na medida em que ressaltava a importância da compreensão das condições climáticas e da geometria solar para a concepção de projetos. Além da adaptação ao clima, o interesse dessa arquitetura por recursos de projeto como o quebra-sol era vinculado à influência corbusiana e às conseqüentes intenções estéticas. Estudos sobre o desempenho ambiental de algumas das obras desse período demonstram, inclusive, que, em muitos casos, elementos como quebra-sol, claraboias e aberturas para a ventilação natural não foram exatamente projetados para o conforto ambiental, e sim por preocupações formais. (RUSSO, 2004).

O conceito de arquitetura bioclimática engloba uma série de valores relacionados à redução de impactos ambientais, conservação de energia e obtenção de conforto ambiental no projeto construído. Seu estudo e aplicação visam maior inserção da arquitetura no clima e contexto locais. Importantes estratégias projetuais relacionadas à questão consistem no aproveitamento dos recursos naturais e condicionantes do clima local para melhor integrar o edifício ao entorno e na obtenção de conforto através do uso de sistemas passivos de condicionamento. (NEVES, 2006).

Tais estratégias projetuais que resultam em soluções naturais para obtenção de microclima desejável são exemplificados por Zanettini (2011) em: (1) uso da vegetação; (2) proteção das fachadas; (3) arquitetura com soluções naturais; (4) aberturas estratégicas; e (5) brises ou tecidos. Cada estratégia apresenta uma ação tática que resulta, respectivamente em (1) Sombreamento; (2) Incidência Solar e integração com o paisagismo; (3) Obtenção de microclima adequado; (4) Efeito Chaminé, que por saírem em vãos opostos, criam ambientes com conforto e ventilação natural; e (5) Sombreamento e Bloqueio de Calor. Porém, cabe esclarecer que a inserção de estratégias passivas de climatização implica em uma exposição maior do ambiente interno e dos seus usuários às condições ambientais externas, assim como foi lembrado pelas professoras Gonçalves e Duarte (2006).

Entretanto, o fato de as considerações sobre a energia consumida nos sistemas de climatização e iluminação artificial terem sido tão influentes na revisão das premissas arquitetônicas, já há mais de três décadas, não significa que outras investigações e propostas não estivessem sendo feitas. Paralelamente vinham sendo investigadas outras tecnologias para a sustentabilidade ambiental da arquitetura, incluindo também materiais e técnicas construtivas. A partir das preocupações com o consumo de energia, originadas na década de 1970, o tema da arquitetura sustentável evoluiu para outros aspectos do impacto ambiental da construção, como o impacto gerado pelos processos de industrialização dos materiais e a busca por sistemas prediais mais eficientes. (GONÇALVES e DUARTE, 2006).

Zanettini também relatou que foi nessa mesma época que começou a se incomodar com a forma que o canteiro de obras funcionava. Além de ser o ambiente que apresentava um modelo tradicional da construção civil, também acolhia uma mão de obra pouco qualificada. O espaço apresentava um grande volume de improvisos e desperdícios de materiais, gerando muitos resíduos. Ao começar as suas experimentações com o sistema construtivo do aço, o arquiteto percebeu uma oportunidade de transformar o ambiente de construção tradicional em um local de trabalho mais eficaz e eficiente, já que a nova materialidade além de exigir alta precisão e também entregava uma obra mais limpa e em menos tempo. Neste processo, o canteiro deixou de ser um ambiente de execução e se transformou em um local de montagem de componentes metálicos pré-fabricados. O cenário, construído por Zanettini, gerou um rigoroso cronograma de execução que reduziu os eventuais contratempos e gastos secundários pela perda de eficiência.

Além disso, segundo Zanettini (2011), para favorecer uma economia de água, os projetos também deveriam incorporar um sistema de reaproveitamento de água da chuva. Este sistema seria destinado para a irrigação de jardins, limpeza e acionamento de vasos sanitários ao qual a água seria drenada para cisternas e recalcada para caixas d'água elevada, sempre separando-a da água potável.

Ainda segundo o seu livro, existem uma série de recursos que podem ser utilizados para atenuar as condições ambientais presentes no ambiente urbano, facilitar a captação de energia solar e garantir iluminação artificial. A implementação conjunta de painéis termoacústicos, brises e painéis solares BIPV (Building Integrated Photovoltaics), além de favorecer o bloqueio de calor e ruídos, auxiliados por paramentos externos, que com tratamento interno, dispersam não só a reflexão, mas também reverberação acústica. Os painéis solares BIPV devem substituir, em faces favoráveis do edifício, esquadrias com vidro laminado para capturar energia.

Dentro do tema arquitetura sustentável destaca-se a crescente importância de questões ambientais globais que têm motivado a apropriação de soluções tecnológicas diferenciadas, testadas e aplicadas para uma maior qualidade ambiental e menor impacto das edificações. Nesse momento de novos questionamentos e transformações para a arquitetura, em que o processo de projeto é afetado diretamente, os chamados indicadores de sustentabilidade introduzem mudanças metodológicas e práticas, integrando as várias disciplinas interdependentes que estão envolvidas na concepção e na operação dos edifícios. (GONÇALVES e DUARTE, 2006)

De acordo com Gonçalves e Duarte (2006), a certificação constitui-se em um sistema de avaliação no qual é quantificado o grau de sustentabilidade de um projeto de acordo com

determinados critérios de desempenho. Usada desde o início da década de 1990, a certificação LEED foi desenvolvida pelo United States Green Building Council – USGBC6, dos Estados Unidos, também inicialmente destinado exclusivamente a edifícios de escritórios; entretanto, atualmente, existe uma versão do LEED para edifícios residenciais e outras em fase de elaboração. Esses são alguns dos métodos mais conhecidos, amplamente utilizados, de crescente credibilidade no meio profissional, que deram origem a outros sistemas de indicadores em outros países. Por lidar com critérios de desempenho, em geral, os sistemas de avaliação são revistos a cada dois anos. Da mesma forma, os edifícios certificados devem passar pela verificação de desempenho a cada dois anos.

Apenas no ano de 2017, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou a norma NBR ISO 37120:2017 (Desenvolvimento sustentável de comunidades - Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida) que define e estabelece metodologias para um conjunto de indicadores, a fim de orientar e medir o desempenho de serviços urbanos e qualidade de vida. Seus 100 indicadores tratam de 17 temas voltados a: economia, educação, energia, meio ambiente, finanças, resposta a incêndios e emergências, governança, saúde, recreação/lazer, segurança, habitação, resíduos sólidos, telecomunicações e inovação, transporte, planejamento urbano, esgotos e água e saneamento. Essa norma trata-se de uma tradução e adaptação à realidade brasileira da ISO 37101:2016 (*Sustainable development in communities - Management system for sustainable development - Requirements with guidance for use*).

3. METODOLOGIA

O estudo se baseará nos critérios do LEED BD+C (Build Design and Construction, do inglês, Projeto e Construção de Edifícios), o qual se trata de novas construções e grandes reformas, pois será considerada uma construção totalmente nova. Ele servirá de base para a análise do contexto urbano sem a aplicação de créditos, por se tratar de uma análise descritiva conceitual.

Juntamente disso, serão estudados alguns critérios apresentados no artigo das professoras Joana Carla Soares Gonçalves e Denise Helena Silva Duarte (2006) para o levantamento das condicionantes ambientais aplicadas dentro de um projeto considerado como bioclimático.

Com base nos estudos apresentados anteriormente, será feita uma leitura dos seguintes edifícios, separados em nome do projeto, data de conclusão e endereço:

1. Escola Panamericana de Arte (Unidade Angélica) (1997). Endereço: Av. Angélica, 1900 - Higienópolis, São Paulo - SP, 01228-200.

2. Escola Panamericana de Arte (Unidade Groenlândia) (1989). Endereço: Rua Groenlândia, 77 - Jardim Paulista, São Paulo - SP, 01434-000.

3. Hospital e Maternidade São Luiz (Unidade Anália Franco) (2007). Rua Francisco Marengo, 1312 - Jardim Anália Franco, São Paulo - SP, 03313-001.

O estudo do contexto urbano abordará:

1. Morfologia urbana com base no estudo de uso predominante de cada quadra;

Será utilizada a base de dados do mapa digital da cidade de São Paulo (GeoSampa), fornecida pela Prefeitura de São Paulo, para entender se o local que o projeto está inserido se trata de uma região residencial ou comercial. Neste processo, um mapa será gerado com as principais características de cada quadra presente na região e também será investigada a viabilidade dos serviços a serem utilizados pela população local.

2. Infraestrutura de mobilidade urbana no local;

Também por meio do GeoSampa, será observada a localização dos principais pontos de acesso do transporte público metropolitano (pontos de ônibus, estações de trem ou metrô) e sua proximidade para que exista uma integração. Quando necessário, serão utilizadas ferramentas para calcular o deslocamento espacial entre a estação do transporte público e o projeto com o Google Maps. Portanto, será analisada a relação entre a eficiência dos transportes públicos e a redução da distância percorrida por veículos motorizados particulares.

3. A possibilidade de locomoção sem transporte motorizado;

Será levada em consideração uma área de influência equivalente à uma caminhada de 10 minutos, baseado no Plano Diretor de São Paulo de 2014. Por se tratar da área de influência de estações de transporte público paulistano, o critério visa promover a oportunidade de se locomover a pé até o projeto após ter usufruído de algum meio de transporte público.

Dentre os critérios a serem avaliados no contexto do projeto serão estudados:

1. A implantação do projeto, sendo ressaltada a orientação solar, aproveitamento da iluminação natural e como o seu entorno influencia o programa dentro do edifício;

As primeiras informações sobre a altura aproximada dos edifícios são obtidas a partir da ferramenta CADMapper que gera um arquivo de SketchUp (.skp). Então, contendo uma representação volumétrica do projeto e dos edifícios presentes no entorno, será implementada uma representação volumétrica da vegetação que poderá influenciar nos resultados. Dentro do próprio software, serão gerados arquivos com extensão "*object*" (.obj) e um arquivo que possuirá as configurações dos materiais utilizados por aplicativos de modelagem 3D (.mtl).

Por fim, os arquivos servirão de base para o modelo virtual final, que será usado pelo aplicativo que mostra o percurso solar em um modelo virtual em 3D (*3D Sun-Path*) desenvolvido por Andrew Marsh e acessível em seu próprio site.

Esse diagrama ilustra as relações entre a localização geográfica e o percurso do sol ao longo do ano resultando em um modelo interativo de estudo de projeção da sombra. Ele torna possível configurar qualquer hora do dia e observar a variação de posicionamento do sol nas datas dos solstícios e equinócios. Portanto, será possível entender a influência do entorno construído e da vegetação na iluminação natural, ao fornecer sombreamento das superfícies translúcidas ao longo de todo o ano. Para esse estudo serão apresentados os resultados do sombreamento no período do equinócio (21 março e 21 setembro) por se tratar de um posicionamento médio do sol no céu, não estando nem à pino (condição do solstício de verão) e nem mais ao horizonte (condição do solstício de inverno).

2. Estudo da vegetação dentro do lote;

O critério visa entender a importância da vegetação dentro do lote do projeto, por ser um assunto frequentemente abordado pelo arquiteto, e podendo ser uma condicionante ambiental estudada desde as primeiras etapas de elaboração do edifício. Entretanto, além do que foi apresentado no critério acima, serão apresentados outros benefícios da vegetação no lote, como: a refrigeração dos edifícios e do direcionamento dos ventos.

3. A orientação dos ventos e direção das principais aberturas;

Por meio dos modelos desenvolvidos virtualmente e um estudo do programa de cada edifício, será analisado quais seriam os ambientes mais privilegiados ao relacionar com as principais aberturas presentes em cada projeto. Os dados de orientação predominante dos ventos em São Paulo foram fornecidos pela empresa alemã Windfinder.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A estrutura deste tópico foi construída por meio de um comparativo entre semelhanças e diferenças entre cada projeto. Como todos os edifícios que se encontram na cidade de São Paulo estão sob condições climáticas semelhantes, como por exemplo a questão dos ventos, todos os critérios sobre contexto urbano darão início a análise.

Em seguida, foram apresentadas as estratégias projetuais comuns que o arquiteto deu ênfase em diversas entrevistas acessíveis no site do escritório e, por fim, os critérios referentes às particularidades de cada um dos projetos. Quando relevantes, foram feitos comentários a parte sobre questões de sustentabilidade presentes em cada um dos projetos.

Iniciando com a análise da morfologia urbana, a área que a Escola Panamericana de Arte (unidade Angélica) (Figura 2) se encontra é uma região bastante verticalizada com grande

predominância de edifícios residenciais de médio e alto padrão. Todavia, as quadras passam a ser de uso misto, residencial e comércio/serviço, ou apenas comércio e serviço à medida que se aproxima da Rua da Consolação (rua onde estão as estações de metrô na figura 2).

Figura 2 – Mapa de usos predominantes do solo – Higienópolis



Fonte: GeoSampa. http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

O que pode ser observado em questão de transporte público é a presença de quatro rotas de ônibus, sendo uma delas pela Avenida Angélica que passa bem na frente da escola de artes. Essa é a melhor situação de transporte público dentre os casos, contando com pelo menos trinta linhas de ônibus que passam pela Rua da Consolação e sete linhas que passam pela avenida em frente da Escola Panamericana, segundo SPTrans.

Segundo o GoogleMaps, a alternativa de deslocamento feita apenas pelas estações de metrô, calcula-se uma caminhada de 850m (11 minutos) da estação de metrô Paulista ou 900m (12 minutos) da estação de metrô Higienópolis-Mackenzie. O que possibilita, assim, um alto e intenso fluxo de pessoas pela região, principalmente ao utilizar o transporte público.

Diferentemente o que mostra na região do bairro Jardim Paulista (Figura 3), a presença de residências horizontais é mais significativa. Conseqüentemente, a densidade demográfica da região é muito mais baixa do que o caso anterior, o que resulta em menos pessoas que possam usufruir do serviço prestado pelo projeto. Apesar disso, os dois casos se assemelham na maior presença de comércios e serviços situados adjacentes às principais avenidas: Avenida São Gabriel, Avenida Brigadeiro Luís Antônio e Avenida Santo Amaro.

Figura 3 – Mapa de usos predominantes do solo – Jardim Paulista.



Fonte: GeoSampa. http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

Ao se tratar do transporte público, a região apresenta quatro rotas de ônibus delimitado pelo perímetro. Entre essas rotas, a que passa pela Avenida Brigadeiro Luís Antônio possui doze linhas de ônibus e o ponto de ônibus situado na Avenida Santo Amaro conta com outras nove linhas. No entanto, o Google Maps mostra que a região está em um ponto distante de três estações de trem e metrô: à 2,5km da estação Brigadeiro (Linha Verde do metrô), à 2,9km da estação Cidade Jardim (Linha Esmeralda do trem) e à 3km da estação Oscar Freire (Linha Amarela do metrô). O que mostra que a opção mais acessível de transporte público seria feita por ônibus.

A configuração do bairro Anália Franco (Figura 4) é mais heterogênea que as demais, por conter comércio e serviço, condomínios residenciais verticais e residências horizontais por toda a região. Porém, a região apresenta uma configuração mais horizontal e seus condomínios residenciais verticais possuem maiores vazios no lote, o que faz com que a densidade demográfica seja menor em relação aos casos apresentados anteriormente.

Figura 4 – Mapa de usos predominantes do solo – Anália Franco



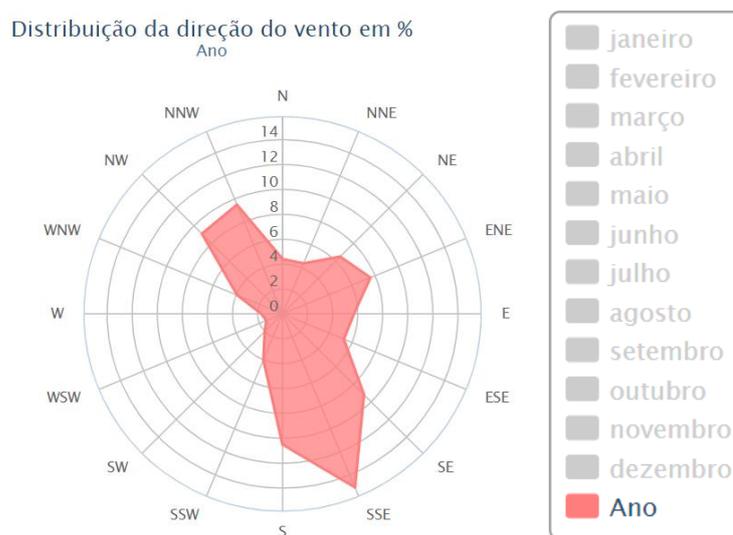
Fonte: GeoSampa. http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

A região apresenta três principais rotas com apenas duas linhas de ônibus em cada uma delas. Também o acesso direto da linha mais próxima de metrô seria pela estação Carrão da

Linha Vermelha que está à aproximadamente 1,5km do hospital. O que resulta no caso de acesso mais limitado dentre os estudados.

Dado que todos os projetos estão localizados em São Paulo, é indispensável a adotar a direção dos ventos da cidade, segundo Windfinder, sentido Sul Sudeste (SSE) (Figura 5).

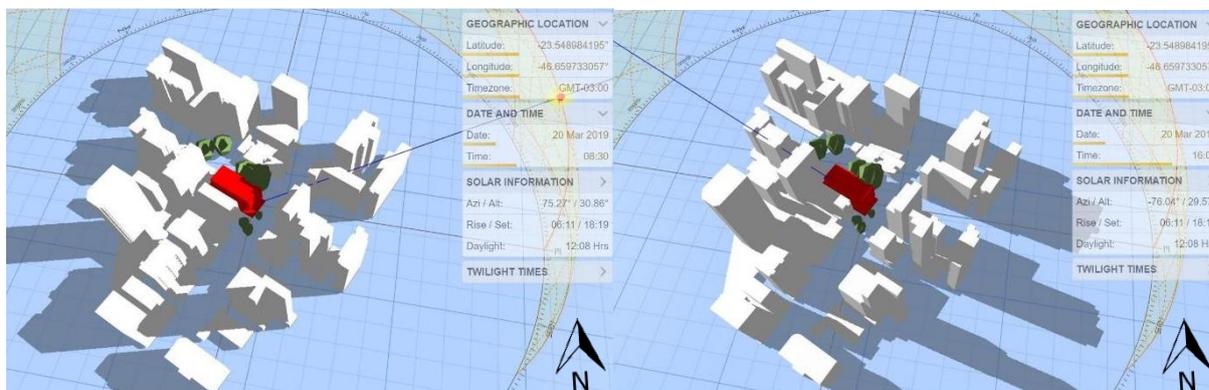
Figura 5 – Diagrama com predominância dos ventos em São Paulo – SP



Fonte: Windfinder. https://pt.windfinder.com/windstatistics/guarapiranga_sao_paulo

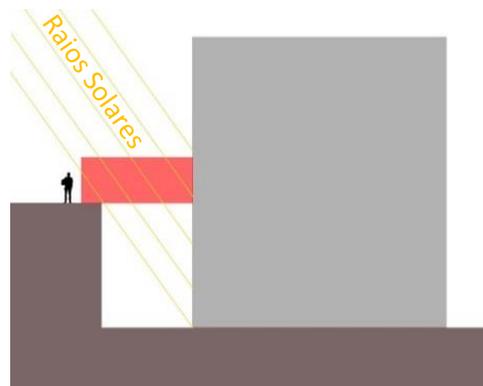
Por se tratar de uma região verticalizada, o seu entorno possui um sombreamento constante (Figura 6). Uma das soluções projetuais para poder usufruir da iluminação natural até o terceiro subsolo foi a adoção do recuo entre os limites do terreno e o edifício (Figura 7). Assim, minimizando o uso de iluminação artificial nos ateliês e estúdios de fotografia e representando uma significativa economia de energia.

Figura 6 – Estudo de insolação do projeto Escola Panamericana (Angélica), exemplo de insolação durante à manhã (esquerda) e à tarde (direita).



Fonte: Andrew Marsh. <http://andrewmarsh.com/>

Figura 7 – Elevação esquemático para representar a chegada dos raios solares (em amarelo) nos subsolos



Fonte: Autoria própria.

A circulação vertical (escada amarela) (Figura 8) afasta grande parte das áreas de permanência do projeto (recepção, ateliês e salas de computação) da fachada com principal incidência solar, a fachada norte. Inicialmente, o projeto contava com uma grande massa vegetal que protegia parte da fachada translúcida da rua Pará e, portanto, servia de brise natural para uma das salas de ateliê, administração e área de exposições (Figura 8).

Figura 8 – Exposição da circulação vertical (escada amarela) da escola de artes.



Fonte: Google Street View.

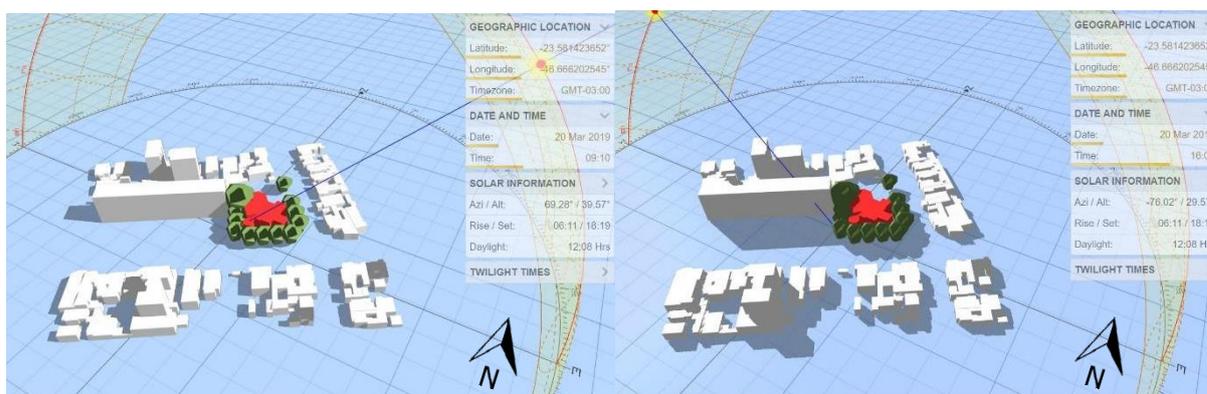
As fachadas envidraçadas foram dispostas de tal modo que os prédios ao redor funcionassem como anteparo (Figura 6), protegendo-as da radiação solar, e permitindo a ventilação cruzada devido aos amplos vãos das janelas (Figura 8).

O oposto nota-se na outra unidade da Escola Panamericana de Arte, onde o projeto situa-se em uma região mais horizontalizada e possui muito mais áreas verdes. A vegetação acabou por determinar a volumetria e a disposição do programa dentro do edifício, consistindo em três blocos geométricos distintos e interligados, que praticamente se amoldaram aos

espaços não ocupados pelas árvores. É importante ressaltar que Zanettini conseguiu preservar a localização original de 195 das 196 árvores presentes no lote.

Portanto, vários ateliês em todos os pavimentos possuem suas vedações externas envidraçadas protegidas pela vegetação (Figura 9) que, além de exercerem a função de brises naturais, permitem a refrigeração dos ambientes por ventilação cruzada e dispensando o uso de refrigeração artificial.

Figura 9 – Estudo de insolação do projeto Escola Panamericana (Groenlândia), exemplo de insolação durante à amanhã (esquerda) e à tarde (direita).



Fonte: Andrew Marsh. <http://andrewmarsh.com/>

Com exceção do auditório, administração e praça de lazer que necessitam de climatização artificial, pois encontram-se voltados para a fachada norte. A qual consiste em uma fachada voltada parte do terreno sem vegetação (Figura 10).

Figura 10 – Exposição da fachada norte devido à ausência de vegetação.

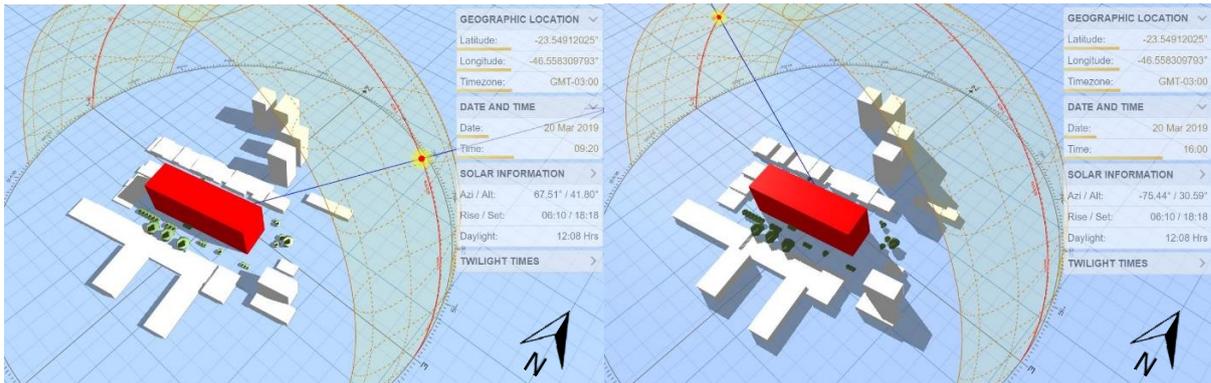


Fonte: Google Street View.

O Hospital e Maternidade São Luiz apresenta uma peculiaridade de não possuir um entorno e nem as vegetações tão influentes no sombreamento do projeto, devido à relação do próprio edifício com seu entorno imediato mais horizontalizado (Figura 11).

Todavia, é de grande importância para um projeto hospitalar que se consiga uma boa incidência solar principalmente durante o período da manhã por conta de seu efeito bactericida. O que permite, pela orientação da implantação não se encontra alinhado com o eixo leste-oeste, iluminar até mesmo a sua fachada voltada para o sul com o sol da manhã e beneficiar todos os setores (Figura 12).

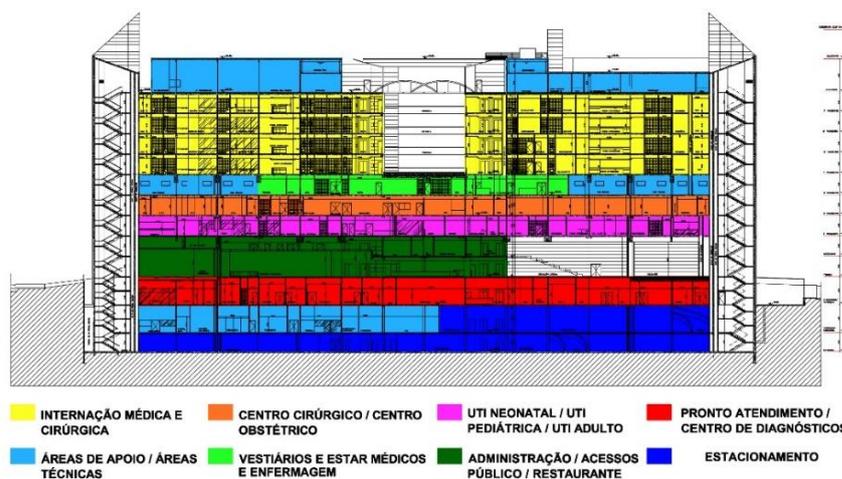
Figura 11 – Estudo de insolação do projeto Hospital e Maternidade São Luiz, exemplo de insolação durante à amanhã (esquerda) e à tarde (direita).



Fonte: Andrew Marsh. <http://andrewmarsh.com/>

O edifício apresenta uma volumetria inversamente escalonada em seus primeiros pavimentos, provocando um átrio ainda mais acentuado resultante de um pé direito duplo (Figura 12) no pavimento térreo completamente envidraçado.

Figura 12 – Corte setorizado do hospital, mostrando seus espaços livres (térreo e a partir do 4º pavimento) e circulação vertical sem classificação.



Fonte: Fornecido pelo próprio escritório do Zanettini.

A partir do 4º pavimento, cria-se uma praça aberta a partir da divisão das alas de internação (Figura 12), as quais são conectadas por passarelas envidraçadas. Possibilitando, assim, um aproveitamento maior da iluminação natural para essas alas (Figura 13) e,

consequentemente, economia de energia elétrica voltada para iluminação artificial. Além disso, também possuem uma abertura sem vedação envidraçada que possibilita a circulação do vento neste átrio central. Outro detalhe do projeto é possuir escadas do complexo ambulatorial vazadas para proporcionar ventilação cruzada.

Figura 13 – Átrio visto do 4º pavimento e circulação das passarelas transparentes.



Fonte: Galeria da Arquitetura. <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/projeto/zanettini-arquitetura_/hospital-e-maternidade-sao-luiz/266>

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base na avaliação dos critérios apresentados na metodologia, a Escola Panamericana Unidade Angélica apresenta os melhores resultados dentre os projetos estudados. Assim, devido a sua localização central e alta concentração populacional, a região possui uma complexa rede de transporte para atender a demanda tanto dos habitantes locais quanto à população de passagem. E um dos fatores mais relevantes sobre o estudo isolado do edifício foi perceber que a escola usufrui da sombra causada pelo entorno para adotar a materialidade transparente sem se preocupar com a excessiva incidência solar.

Também ficou claro a importância e a atuação da sustentabilidade de forma geral, já que se trata de um assunto de ampla abrangência, como foi demonstrado pelo Instituto Socioambiental Chico Mendes e a NBR ISO 37120:2017, ao expor metodologias de medição em questões das esferas social, econômica e ambiental.

Pelo fato da NBR ISO 37120:2017 abordar tantos temas diversos, é possível haver a necessidade de separar seus critérios com base no objeto de estudo. Assim como é feito pela Associação Brasileira para a Qualidade Acústica (ProAcústica) que desenvolve manuais sobre a aplicação de critérios com base no programa do projeto arquitetônico.

Inicialmente, o estudo tinha o objetivo de analisar mais a fundo as características bioclimáticas de um projeto, como esses aspectos influenciariam em seu desempenho

ambiental e desenvolver mais a fundo um único critério. Mas, essa pesquisa serviu de primeiro contato com o assunto para que se elaborasse um estudo mais aprofundado com análise de dados simulados por softwares mais específicos. Assim, apresentar dados sólidos sobre o real impacto de critérios sustentáveis na arquitetura.

6. REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V. **Construção Civil consome até 75% da matéria-prima do planeta.** In: Globo Ciência. 2013. Disponível em:

<<http://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/07/construcao-civil-consome-ate-75-da-materia-prima-do-planeta.html>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR ISO 37120:2017: Desenvolvimento sustentável de comunidades — Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida.** 2017. Disponível em:

<<https://www.abntcatalogo.com.br/norma.aspx?ID=366389#>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future: The World Commission on Environment and Development.** Oxford: Oxford University, 1987. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **A Construção Civil pode dar um novo ânimo à economia.** Brasília. 2018. Disponível em:

<<https://cbic.org.br/a-construcao-civil-pode-dar-um-novo-animo-a-economia-2/>> Acesso em: 29 jun. 2019.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO – CBIC. **PIB da construção deve crescer 2% em 2019.** Brasília. 2019. Disponível em: <<https://cbic.org.br/pib-da-construcao-deve-crescer-2-em-2019/>>. Acesso em 8 jul. 2019.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Diretrizes de ação.** São Paulo. 2013. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Sobre%20CBCS/CBCS_Diretrizes%20de%20Acao_rev1.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

KATS, Greg. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável: custos, benefícios e estratégias.** 2014. Disponível em: <<http://www.secovi.com.br/downloads/Livro-%E2%80%9CTornando-Nosso-Ambiente-Construido-Mais-Sustentavel-Custos-Beneficios-e-Estrategias%E2%80%9D/770>>. Acesso em: 5 jan. 2019.

GONÇALVES, Joana Carla Soares; DUARTE, Denise Helena Silva. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de**

pesquisa, prática e ensino. 2006. ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 4, p. 51-81 out./dez.2006. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3720>>. Acesso em: 19 dez. 2018

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL CHICO MENDES. **Boas práticas socioambientais são reconhecidas com o prêmio Chico Mendes.** 2019. Disponível em: <<https://institutochicomendes.org.br/2019/03/20/boas-praticas-socioambientais-sao-reconhecidas-com-o-premio-chico-mendes-2/>>. Acesso em: 7 jul. 2019.

NEVES, Leticia de Oliveira. **Arquitetura bioclimática e a obra de Severiano Porto: estratégias de ventilação natural.** 2006. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-03012007-232857/en.php>>. Acesso em: 19 abr. 2019

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP.** São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon - SP, 2005. Disponível em: <http://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_Residuos_Solidos.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2019.

ROSSO, Silvana. **Fórum verde.** 2011. Disponível em: <<http://techne17.pini.com.br/engenharia-civil/170/forum-verde-em-estrutura-de-aco-e-implantacao-diagonal-285871-1.aspx>>. Acesso em: 2 jul. 2019.

RUSSO, Filomena. **Climatic responsive design in Brazilian Modern Architecture.** 2004. Dissertation (Master) - Martin Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, Cambridge, 2004.

São Paulo Transporte S/A (SPTrans). São Paulo, 2019. Disponível em: <<http://www.sptrans.com.br/>>. Acesso em: 20 jul. 2019.

ZANETTINI, Siegbert. **A obra em aço de Zanettini.** 1 ed. São Paulo: J.J. Carol, 2011.

Contatos: tyamaschita@gmail.com e antonioclaudio.fonseca@mackenzie.br