



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo

Juan Pietro Cucolo Marçula

**Ferramentas computacionais aplicadas ao planejamento
urbano: comparativo e estudo de caso**

Campinas
2021

Juan Pietro Cucolo Marçula

**Ferramentas computacionais aplicadas ao planejamento urbano:
comparativo e estudo de caso**

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil.

Este exemplar corresponde à versão final da Monografia defendida por Juan Pietro Cucolo Marçula e orientada pela Profa. Dra. Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina.

Campinas
2021

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

C892f Cucolo Marcula, Juan Pietro, 1992-
Ferramentas computacionais aplicadas ao planejamento urbano : comparativo e estudo de caso / Juan Pietro Cucolo Marcula. – Campinas, SP : [s.n.], 2021.

Orientador: Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina.
Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Desenho assistido por computador. 2. Planejamento urbano. 3. Projeto arquitetônico - Processamento de dados. 4. Computação gráfica. 5. Software de aplicação. I. Pina, Silvia Aparecida Mikami Gonçalves, 1960-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações adicionais, complementares

Título em outro idioma: Computational tools applied to urban planning: review and case study

Palavras-chave em inglês:

Computer aided design

Urban planning

Architectural design - data processing

Graphic computer

Application software

Titulação: Especialista

Banca examinadora:

Silvia Aparecida Mikami Gonçalves Pina [Orientador]

Maria Gabriela Caffarena Celani

Milton Cezar Ribeiro

Data de entrega do trabalho definitivo: 15-09-2021

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais, irmã e familiares, que sempre me deram suporte em todas as fase da minha vida.

Agradeço aos meus amigos, com os quais tive menor contato no último ano tanto em decorrência do isolamento social, como também pelo tempo que tive que dedicar a esse curso. Em especial a Vanessa e o Edgar, que ouviram algumas das diversas chamadas de video de video no decorrer desse ano, incluindo enquanto estávamos a beira mar.

A Fernanda, Mariana, Levy e Alessandra, que o tiveram que ouvir sobre esse trabalho no decorrer do ultimo ano, e provavelmente já conhecem tudo o que está aqui escrito.

Agradeço aos meu colegas de curso, professores e orientadora, que embora nunca os tenham visto (com uma exceção que encontrei na fila da vacinação) fora da minha tela de computador ou celular, apreendi e convivi intensamente durante os últimos 12 meses, somando centenas de horas conectados em aulas, estágios, reuniões, eventos online, trabalhos em grupos. Compartilhando telas, apresentações, imagens, mapas, gráficos modelos, conhecendo cachorros, gatos, gosto musicais, escritórios, salas, interior de carros e aviões no meu caso.

Resumo

No último século, a área de tecnologia tem tido avanços cada vez maiores e em menor tempo, com isso o conhecimento e evolução que demoraram anos para se ocorrer pode-se atingir em meses. Isso se deve a uma popularização e diminuição do preço de produtos eletrônicos como um todo, um exemplo disso são os computadores que em suas primeiras versões ocupavam salas ou andares inteiro, e hoje em dia estão no seu bolso (celulares) ou pulso (smartwatch), ou em alguns casos são apenas trechos de códigos armazenados em algum servidor em algum lugar do mundo. Diante de toda essa evolução, alguns problemas que antes pensava-se que eram complexos e impossíveis de resolver, podem ter sua complexidade reduzida, e muitas vezes, caso ainda não tenham resposta ou ferramentas para resolvê-lo no momento, em um futuro não muito distante, talvez elas já estejam disponíveis. Nesse contexto, se encontra a cidade contemporânea e complexa, vários pesquisadores têm estudado seu comportamento, isso porque as cidades também têm tido seu crescimento de forma muito mais rápido e esse crescimento não tão linear e previsível como antigamente, as torna mais difícil de se estudar, devido ao aumento da complexidade do objeto de estudo. Frente a esse recorte apresentado, este trabalho tem o objetivo revisar e selecionar ferramentas computacionais, que sejam de relevância para um projeto de urbanização, pensando sempre no público alvo e no objetivo que a mesma está sendo utilizada. Com o propósito exploratório serão analisadas seis ferramentas de modelagem 3D disponível no mercado, dessas ferramentas serão selecionadas duas para um estudo mais aprofundado vantagens e desvantagens em um estudo de caso. Por fim será comparado e revisitadas como as outras ferramentas poderiam ter sido utilizadas nesse caso de estudo e por que não o foram. Como resultado, espera-se gerar cenários 3D nos quais foram empregados os conceitos de urbanismos sustentável e que esses cenários e seus dados vinculados, sejam possíveis utilizar em sistema de participação da comunidade ou como base para criação de legislações e/ou estudos futuros. Acredita-se que a contribuição deste trabalho é mostrar como utilizando tecnologias já existentes pode-se tentar chegar em melhores soluções ou mesmo soluções inovadoras, pois cada dia mais e mais pesquisas, ferramentas, e softwares entram no mercado. Além disso especificamente nesse caso de estudo, como contribuição se nenhum dos cenários for utilizado, ou executado no futuro. As ferramentas, os modelos, os dados obtidos poderão ser usados para futuras comparações, pesquisas e melhorias. Pois, estudos como esses, geram base de dados que podem ser usadas para futuros investimentos, financiamentos, projetos. Espera-se que esses modelos sejam no futuro usados para: exemplificar, provar e mostrar como essas medidas adotadas de urbanismo sustentável terão obtido ótimos resultados, ou caso isso não ocorrer porque elas falharam, ou caso elas não forem executadas, poderão no futuro servir como base do que poderia ter sido feito e quais lições apreende-se com isso, pois como já está sendo chamado no mercado tecnológico dados é o próximo ouro da sociedade, só precisa-se saber como usá-lo.

Palavras-Chave: Desenho assistido por computador; Projeto arquitetônico - Processamento de dados; Planejamento urbano; Computação gráfica; Software de aplicação

Abstract

In the last century, the area of technology had increasingly greater advances in a shorter time, thus the knowledge and evolution that took years to occur can be achieved in months. This is due to the popularization and decrease in price of electronic products as a whole, an example of this are computers, which in their early versions occupied rooms or entire floors, and today are in your pocket (cell phones) or wrist (smartwatches), or in some cases are just a code stored on a server somewhere in the world. In the face of all this evolution, some problems that were once thought to be complex and impossible to solve can have their complexity reduced, and many times, if we still don't have the answer or tools to solve it at the moment, in the not too distant future they may already be available. In this context, we find the contemporary and complex city, and several researchers have studied its behavior, because cities have also had their growth much faster and this growth is not as linear and predictable as before, making them more difficult to study, due to the increased complexity of the object of study. In this scenario, this work aims to review and select computational tools that are relevant to an urbanization project, always thinking about the target audience and the objective that it is being used for. With the exploratory purpose will be analyzed six 3D modeling tools available on the market, these tools will be selected two for deeper study applied in a case study. Finally, it will be compared and revisited how the other tools could have been used in this case study and why they were not. As a result, we hope to generate 3D scenarios in which the concepts of sustainable urbanism were employed, and that these scenarios and their related data can be used in community participation systems or as a basis for the creation of legislation and/or future studies. It is believed that the contribution of this work is to show how, by using already existing technologies, it is possible to try to reach better solutions or even innovative solutions, because every day more and more research, tools, and software enter the market. Also, specifically in this case study, as a contribution if none of the scenarios are used, or developed in the future. The tools, models, and data obtained can be used for future comparisons, research, and improvements. For, studies like these generate a database that can be used for future investments, financing, projects. It is hoped that these models will be used in the future to: exemplify, prove and show how these adopted sustainable urbanism measures will have obtained great results, or if this does not occur why they fail, or if they are not executed, they may in the future serve as a basis for what could have been done and what lessons can be learned from this, because as is already being called in the technological market, data is society's next gold, the society just need to know how to use it.

Key-words: Computer aided design; Urban planning; Architectural design - data processing; Graphic computer; Application software;

Lista de Figuras

2.1	Tela Inicial AutoCAD	15
2.2	Projeto Exemplo AutoCAD	18
2.3	Tela Inicial Trimble SketchUp	18
2.4	Exemplo Modelur	21
2.5	Projeto Exemplo Trimble SketchUp	23
2.6	Tela Inicial Rhinoceros	24
2.7	Tela Inicial Grasshopper	24
2.8	Projeto Exemplo Rhinoceros 3D	27
2.9	Tela Inicial SuperMap	28
2.10	Projeto Exemplo SuperMap	31
2.11	Tela Inicial ArcGis CityEngine	32
2.12	Projeto Exemplo ArcGIS CityEngine	36
2.13	Tela Inicial ArcGis Urban	37
2.14	Projeto Exemplo ArcGIS Urban	41
3.1	Mapa HIDS	43
3.2	Mapa HIDS - RMC	44
3.3	Mapa HIDS - Mundi	44
3.4	Mapa de áreas verdes da região do HIDS	46
3.5	Mapa de Altimetria e Curvas de Nível da área do HIDS	46
4.1	Figura síntese das 3 sub-áreas e ferramentas utilizadas	48
5.1	Resultado de Zoneamento Platô Central	54
5.2	Exemplo de projetos com diversos Cenários	54
5.3	Exemplo de modelos quadras estudados	55
5.4	Exemplo de quadras com diferentes formatos e mesma regra	56
5.5	Exemplo de uso do StreetMix	57
5.6	Exemplo de via para pedestre	57
5.7	Exemplo de via para transporte publico	58
5.8	Exemplo de via Arterial	58
5.9	Exemplo de distribuição dos Usos	59
5.10	Exemplo de edição de lote	60
5.11	Exemplo de dados de entrada Residencial	61
5.12	Exemplo de Métricas Cenário CA 3,5	61
5.13	Isométrica Plato Central com CA 2,5	62
5.14	Isométrica Plato Central com CA 3,5	63
5.15	Isométrica Centro-Sul com CA 2,5	63
5.16	Isométrica Centro-Sul com CA 3,5	64
5.17	Isométrica Parque	64

5.18	Exemplo de comentário em modelo Urban	65
7.1	Exemplo Sidewalk Labs	70
7.2	Spot: Robô da Boston Dynamics	71
7.3	Exemplo Möbius Moduller	72
7.4	Exemplo Sasaki do Sketch ao Projeto	73
7.5	Exemplo GAN Sasaki	73
7.6	Exemplo NYC Width Street	74
7.7	Neighborhoods Now	74
7.8	Exemplo Scout - KPFUI	75

Sumário

1	Introdução	11
2	Revisão de softwares	14
2.1	Metodologia de Revisão	14
2.2	AutoDesk AutoCAD	15
2.2.1	Histórico	15
2.2.2	Preço	15
2.2.3	Comunidade de Usuários	16
2.2.4	Integração	16
2.2.5	Usabilidade	17
2.2.6	Usuários Alvo	17
2.2.7	Limitações	17
2.3	Trimble SketchUp	18
2.3.1	Histórico	19
2.3.2	Preço	19
2.3.3	Comunidade de Usuários	20
2.3.4	Integração	20
2.3.5	Usabilidade	22
2.3.6	Usuários Alvo	22
2.3.7	Limitações	22
2.4	Rhinoceros 3D	24
2.4.1	Histórico	25
2.4.2	Preço	25
2.4.3	Comunidade de Usuários	25
2.4.4	Integração	26
2.4.5	Usabilidade	26
2.4.6	Usuários Alvo	27
2.4.7	Limitações	27
2.5	SuperMap	28
2.5.1	Histórico	28
2.5.2	Preço	29
2.5.3	Comunidade de Usuários	29
2.5.4	Integração	29
2.5.5	Usabilidade	29
2.5.6	Usuários Alvo	30
2.5.7	Limitações	31
2.6	ArcGis CityEngine	32
2.6.1	Histórico	32

2.6.2	Preço	33
2.6.3	Comunidade de Usuários	33
2.6.4	Integração	34
2.6.5	Usabilidade	34
2.6.6	Usuários Alvo	35
2.6.7	Limitações	35
2.7	ArcGis Urban	37
2.7.1	Histórico	37
2.7.2	Preço	38
2.7.3	Comunidade de Usuários	38
2.7.4	Integração	38
2.7.5	Usabilidade	38
2.7.6	Usuários Alvo	39
2.7.7	Limitações	40
3	Estudo de Caso - Contexto	42
4	Processo de seleção de Software	48
5	Caso de Estudo: Resultados e discussões	53
6	Revisão de Softwares: Resultados e Discussões	66
7	Conclusões	69
	Referências	76
	ANEXO 1 – Termo de Autorização – Especialização	80

Capítulo 1

Introdução

No campo da ciência da computação, de acordo com Russel e Norvig (2020), O computador eletrônico digital moderno foi inventado de forma independente e quase simultaneamente por cientistas em três países em guerra na Segunda Guerra Mundial. Desde então, cada geração de hardware de computador trouxe um aumento na velocidade e capacidade e diminuição no preço - uma tendência capturada na lei de Moore. O desempenho dobrava a cada 18 meses ou mais até cerca de 2005, quando problemas de dissipação de energia levaram os fabricantes a começar a multiplicar o número de núcleos da CPU em vez da velocidade do clock. As expectativas atuais são de que aumentos futuros na funcionalidade virão do paralelismo maciço - uma convergência curiosa com as propriedades do cérebro. Com isso vê-se que este ambiente possui um crescimento rápido e novas tecnologias surgem mais rápido a cada dia.

Conforme mencionado por Russel e Norvig, de acordo com a lei de Moore, o preço do hardware do computador diminuirá, o que torna uma tecnologia mais poderosa disponível a cada ano. Este crescimento exponencial e popularização de computadores e dispositivos eletrônicos é muito bem explicado por Alpaydin (2016). Antes havia muito poucos computadores, possivelmente um computador para milhares de pessoas — por exemplo, um por empresa ou campus. Essa proporção de computador por pessoa aumentou muito rapidamente, e o computador pessoal pretendia chegar a uma taxa de computador para cada pessoa. Hoje temos muitos computadores por pessoa. Agora, todos os nossos dispositivos também são computadores ou têm computadores neles. Seu telefone também é um computador, sua TV também é um computador, seu carro tem muitos computadores internos para diferentes funções e seu reproduutor de música é um computador especializado, assim como sua câmera ou relógio. Os dispositivos *smart* são um computador que faz a versão digital de tudo o que fazia originalmente.

Nesse cenário com a tecnologia cada vez mais exponencial e cada vez mais presente no cotidiano das pessoas, é possível reanalisar alguns dos problemas rotulados de complexos ou impossíveis de resolver, e tentar repensá-los.

O ponto amplamente não dito é que as cidades na história inicial do capitalismo foram, antes de mais nada, criaturas das economias nacionais. Apesar dos intensos laços internacionais que obviamente conectavam as cidades, elas operavam simultaneamente como locais de produção e reprodução para os capitalismo nacionais. De fato, eram um axioma da teoria urbana no período do pós-guerra, de Lefebvre a Harvey, de Castells à teoria feminista, de que quaisquer que fossem suas funções, a razão para a cidade capitalista foi identificada principalmente como o locus da reprodução social vis-à-vis as economias nacionais. O desmantelamento do apoio de muitos estados nacionais às políticas e programas de reprodução social, o neoliberalismo rompeu amplamente essenexo definitivo; mais precisamente, a globalização levou ao forjamento de uma nova relação entre as cidades e a economia global que, em certa medida, contorna o estado nacional. Talvez o sinal mais visível dessa mudança seja a proliferação de grandes zonas industriais, zonas econômicas especiais e zonas de exportação, invariavelmente adjacentes ou incorporadas a portos e aeroportos para facilitar o transporte. Enquanto apenas algumas dezenas dessas zonas existiam em vários países na década de 1970, hoje existem vários milhares de acordo com a Organização Internacional do Trabalho (OIT), e geralmente são muito maiores. A maior dessas zonas especiais surgiu na Ásia, da China a Dubai, mas agora são encontradas em todo o mundo. Estima-se que apenas 30 milhões de trabalhadores chineses estavam empregados nessas zonas antes da crise econômica. (SMITH, 2011)

Conforme contextualizado por Smith (2011) e denominado por ele como Cidades Globais tem complexidade e muitas variáveis internas e externas para serem entendidas, esquematizadas, estruturadas e estudadas. Neste contexto de constante mudança e evolução seja das cidades, e das tecnologias, a cada dia surge uma nova possibilidade de tentar modelar e representar a cidade complexa e contemporânea em alguns dos seus aspectos. Talvez não seja desta vez, que se encontre a ferramenta perfeita e mais completa para resolver um papel ou problema específico, mas se for possível colocar em uma nova perspectiva, talvez em um curto espaço de tempo com a velocidade das mudanças um mais ferramenta completa ou especializada irá surgir. Mas para um melhor entendimento, é necessário analisar e comparar as ferramentas atuais de como funciona e para qual perfil de pessoas podem ter melhores benefícios, neste momento, e listar e iluminar seus limites tanto para o usuário não se frustrar enganando suas funções, e

para que os desenvolvedores trabalhem na criação de novas ferramentas ou aprimorem as que já existem.

O objetivo deste artigo, é apresentar, analisar e selecionar ferramentas computacionais, que são relevantes para projetos urbanos, e como é o processo para fazer isso, com base nas funcionalidades e características da ferramenta, mas também elementos externos que podem afetar nessa escolha.

A metodologia escolhida para este projeto foi uma exploratória, que está composta em cinco partes: Na primeira, foi revisada algumas ferramentas denominadas como, *computer aided architectural design* (CAAD) utilizadas para projetos de Urbanismo por uma ótica das características que podem agregar ou ser uma barreira em um projeto, foi colocado em perspectiva o histórico de cada um, seu usuário-alvo e objetivos, e estes aspectos auxiliam na seleção para cada projeto ou contexto de necessidade. Na segunda parte, será contextualizado um caso de estudo, onde será necessário a utilização de algumas ferramentas para compreender, estudar e criar um *masterplan* para uma área. Na terceira parte, irá mostrar e explicar os fatores e quais ferramentas analisada foi selecionada para o caso de estudo. E na quarta parte, será mostrado e discutido o resultado que a ferramenta selecionada alcançou nesse cenário. E na quinta e ultima parte será mostrado e discutido sobre todas as ferramentas apresentadas na revisão dos softwares e como elas poderiam ser utilizada no projeto estudado ou em outros projetos.

Capítulo 2

Revisão de softwares

2.1 Metodologia de Revisão

Serão revisados 6 softwares, que podem ser utilizados para modelagem e desenvolvimento de um projeto para uma perspectiva futura ocupação para uma área de estudo.

Dos 6 softwares analisados: os 3 primeiros tem uma abordagem mais generalista sendo utilizados por diversas industrias, setores e com diversos objetivos e os mesmos possuem extensões, plugins e/ou versões focadas as quais possuem algumas ferramentas ou atalhos especializados. O quarto é um produto mais generalista que os últimos dois que serão apresentados, porém ele não é tanto quanto os 3 primeiros, pois ele é utilizado pelo setor de geolocalização (GIS). Os dois ultimo são específicos e focados para uma um segmento bem delimitado.

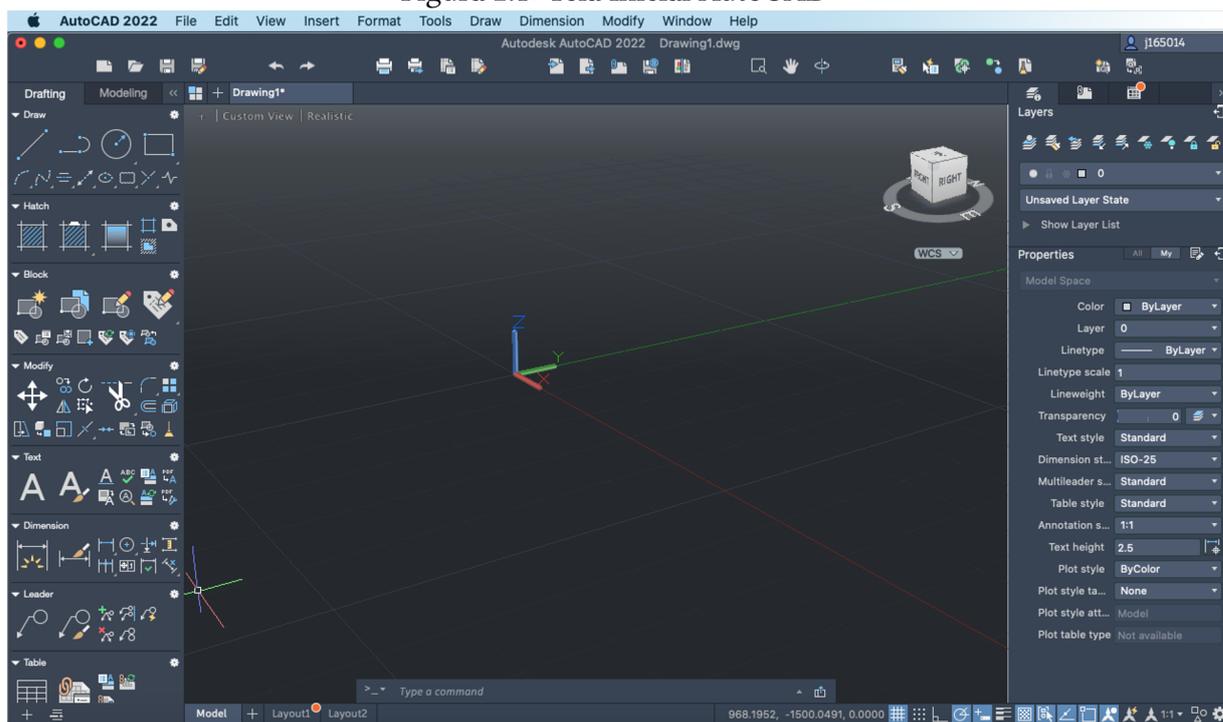
- AutoDesk AutoCAD
- Trimble SketchUp
- Rhinoceros 3D
- SuperMap
- ArcGIS CityEngine
- ArcGis Urban

Para cada um deles, serão utilizados os mesmos sete pontos para melhor compreensão e comparação: Histórico, Preço, Comunidade de Usuários, Integração, Usabilidade, Usuários Alvo e Limitações.No inicio terá um imagem com a interface inicial de cada ferramenta, já que

está sendo analisada a usabilidade de cada uma, e no final será colocado uma imagem com um exemplo de aplicação utilizando a ferramenta.

2.2 AutoDesk AutoCAD

Figura 2.1: Tela Inicial AutoCAD



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.2.1 Histórico

A primeira versão de lançamento do AutoCAD data de 1982, de acordo com Weisberg (2006). Depois disso, muita coisa mudou no mundo da informática e com o próprio AutoCAD. Hoje em dia, a Autodesk o descreve como "um software de projeto auxiliado por computador (CAD) no qual arquitetos, engenheiros e profissionais da construção confiam para criar desenhos 2D e 3D precisos". (AUTOCAD, 2021a)

2.2.2 Preço

Segundo o AutoCAD (2021a), para uso comercial e profissional, este software tem um custo anual de U\$ 1.775 por ano por pessoa, e tem 30 dias de teste gratuito para qualquer usuário. Este software tem hoje um programa de estudante e educação para obter um ano grátis e a

possibilidade de renovar este ano grátis desde que a pessoa seja elegível para o programa de estudante ou educação que possui. O objetivo de programas como esse é treinar e fazer com que o novo profissional já esteja treinado e apto a utilizar suas ferramentas, quando este entrar no mercado de trabalho.

2.2.3 Comunidade de Usuários

Sobre a comunidade de usuários, entre todos os softwares analisados, este é o que tem a maior comunidade deles, provavelmente por ser o mais antigo. Possui diversos modelos, cursos e materiais online disponíveis gratuitamente ou pagos, além de uma grande quantidade de alunos e profissionais capacitados e treinados nesta ferramenta. É muito popular e é ensinado há anos, desde sua primeira versão em 1982, nas escolas de Arquitetura e Engenharias.

2.2.4 Integração

Possui um grande conjunto de extensões que podem ser utilizadas para obter diferentes objetivos.

Tem alguns conjuntos de ferramentas incluídos descritos em AutoCAD (2021b) que estão alinhados com o objeto desta revisão:

- "Conjunto de ferramentas de arquitetura - Adiciona recursos para desenho arquitetônico, documentação e cronogramas, e para automatizar tarefas de desenho."
- "Conjunto de ferramentas Map 3D - incorpora topologia GIS com AutoCAD para que você possa usar e manter dados CAD e GIS para planejamento, projeto e gerenciamento de dados."
- "Conjunto de ferramentas do Plant 3D - Adiciona recursos para ajudá-lo a produzir PIDs e, em seguida, integrá-los em um modelo de projeto de planta 3D."

Além do conjunto de ferramentas mostrado acima a AutoDesk investiu ao longo dos anos em uma gama de produtos que possuem integração e complemento para seus produtos, mais especificamente na área que está se analisando alguns softwares que podem ser mencionados que se enquadram são:

- Civil3D, Software de projeto de engenharia civil e documentação de construção,

- o Infracore, Software de análise e projeto conceitual de infraestrutura civil,
- o Navisworks Manage, Software de detecção de conflitos e coordenação avançada, análise 5D e simulação.

2.2.5 Usabilidade

Não é trivial de usar, requer algum treinamento ou experiência e possui linguagem e comandos próprios.

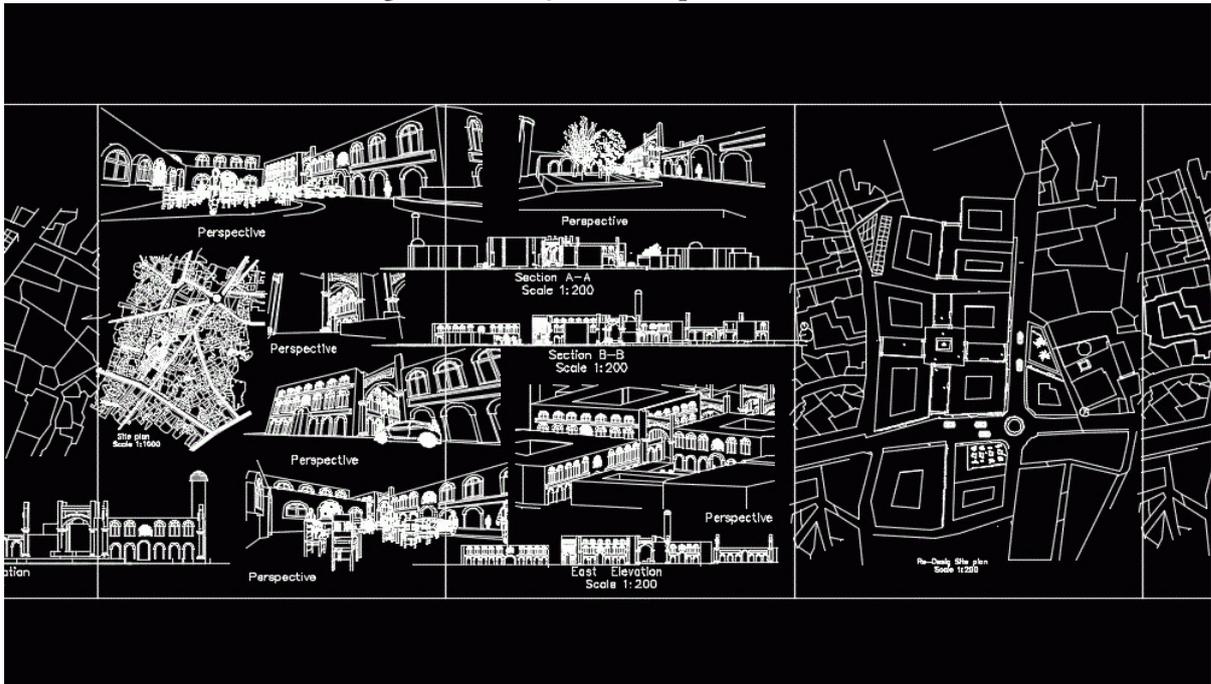
2.2.6 Usuários Alvo

O Usuário Alvo da ferramenta são profissionais treinados, geralmente arquitetos, profissionais da construção e todos os tipos de engenheiros.

2.2.7 Limitações

Então aqui nas limitações foram colocados alguns pontos que este software não tem até o momento, ou ainda não está muito bem desenvolvido. O primeiro, é a ferramenta colaborativa, então cada indivíduo precisa trabalhar sozinho e integrar tudo em algum ponto. O segundo ponto não é uma ferramenta muito boa para obter relatórios e informações correlacionadas com o modelo e objetos. O terceiro não é muito fácil de usar as informações topográficas e está limitado a uma região de trabalho. O quarto, não tem a possibilidade de programar de alguma forma que possibilite a automação ou transformação digital do processo de design. O quinto, é a possibilidade de compartilhar uma visão para o processo de participação do público, o programa tem uma forma de compartilhar o design e é muito bom para a comunidade de usuários, mas não é possível compartilhar de forma fácil o design do modelo para outras pessoas veem e dão sua opinião. O sexto e último, é que tem uma grande curva de aprendizado antes de conseguir um bom resultado, pois não é intuitivo ou muito fácil conseguir um bom resultado rápido.

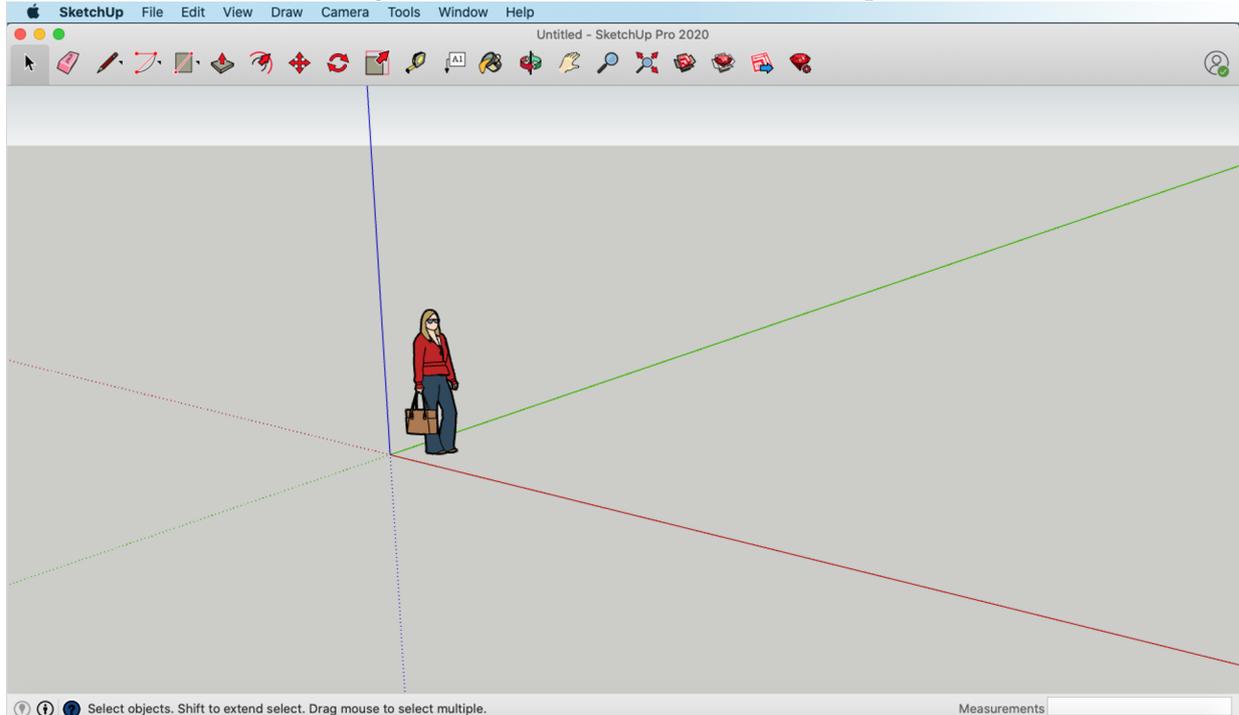
Figura 2.2: Projeto Exemplo AutoCAD



Fonte:(DESIGNSCAD, 2021)

2.3 Trimble SketchUp

Figura 2.3: Tela Inicial Trimble SketchUp



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.3.1 Histórico

De acordo com Donley (2011), "SketchUp foi criado para ser um programa de modelagem 3D poderoso, mas fácil de usar. A maioria das pessoas pensa que foi originalmente criado pelo Google, mas, na verdade, ele foi lançado pela primeira vez por @last Software , uma empresa de tecnologia co-fundada em 1999 por Brad Schell e Joe Esch. Com uma data de lançamento original em agosto de 2000, Schell e sua equipe desenvolveram o SketchUp como uma ferramenta de modelagem 3D para arquitetos, designers e cineastas.

Após o lançamento bem-sucedido do SketchUp, @last queria permitir que as pessoas pudessem colocar os modelos que criaram no SketchUp no Google Earth. Eles colaboraram com o Google para desenvolver um plug-in para o Google Earth, para permitir que as pessoas localizassem geograficamente seus modelos no Google Earth. ... Como resultado da colaboração para o plug-in do Google Earth, o Google ficou muito impressionado com o trabalho de @last software, eles compraram a empresa em março de 2006. "

Um dos fatos que tornam esta ferramenta popular, quando o Google a adquire, eles fazem uma versão gratuita da ferramenta. Após 6 anos, o Google vendeu em 2012 o SketchUp para a Trimble, a essa altura a ferramenta já era muito popular não apenas entre arquitetos, designers e cineastas.

2.3.2 Preço

Hoje em dia, a Trimble possui um modelo de negócios de assinatura anual que possui 4 versões do produto com preços diferentes:

- Gratuito (versão online) não tem custo, mas tem espaço limitado e integração limitada com outras extensões de arquivo
- Shop (versão online) tem um custo anual de U\$ 119 e tem um espaço de armazenamento ilimitado na nuvem, e integração com mais extensão de arquivo do que a versão gratuita
- Pro (versão desktop e online) tem um custo anual de U\$ 299 e é bem mais completo do que a versão web, com ainda mais opção de integração, possibilidade de trabalhar 2D e 3D com ferramenta LayOut, opções de Realidade Virtual são disponíveis também, e possíveis plugins de extensões também estão disponíveis apenas na versão para desktop

- Studio (versão desktop e online) tem um custo anual de U\$ 1.199 e tem tudo o que os demais possuem mais duas outras ferramentas que são o V-Ray, que permite renderização em tempo real, e o Scan Essential, que é uma ferramenta para extrair dados espaciais reais de nuvem de pontos.

A Trimble tem uma versão com desconto para alunos e professores, conforme Trimble (2021), que custa U\$ 55 por ano por pessoa para versão de estúdio.

2.3.3 Comunidade de Usuários

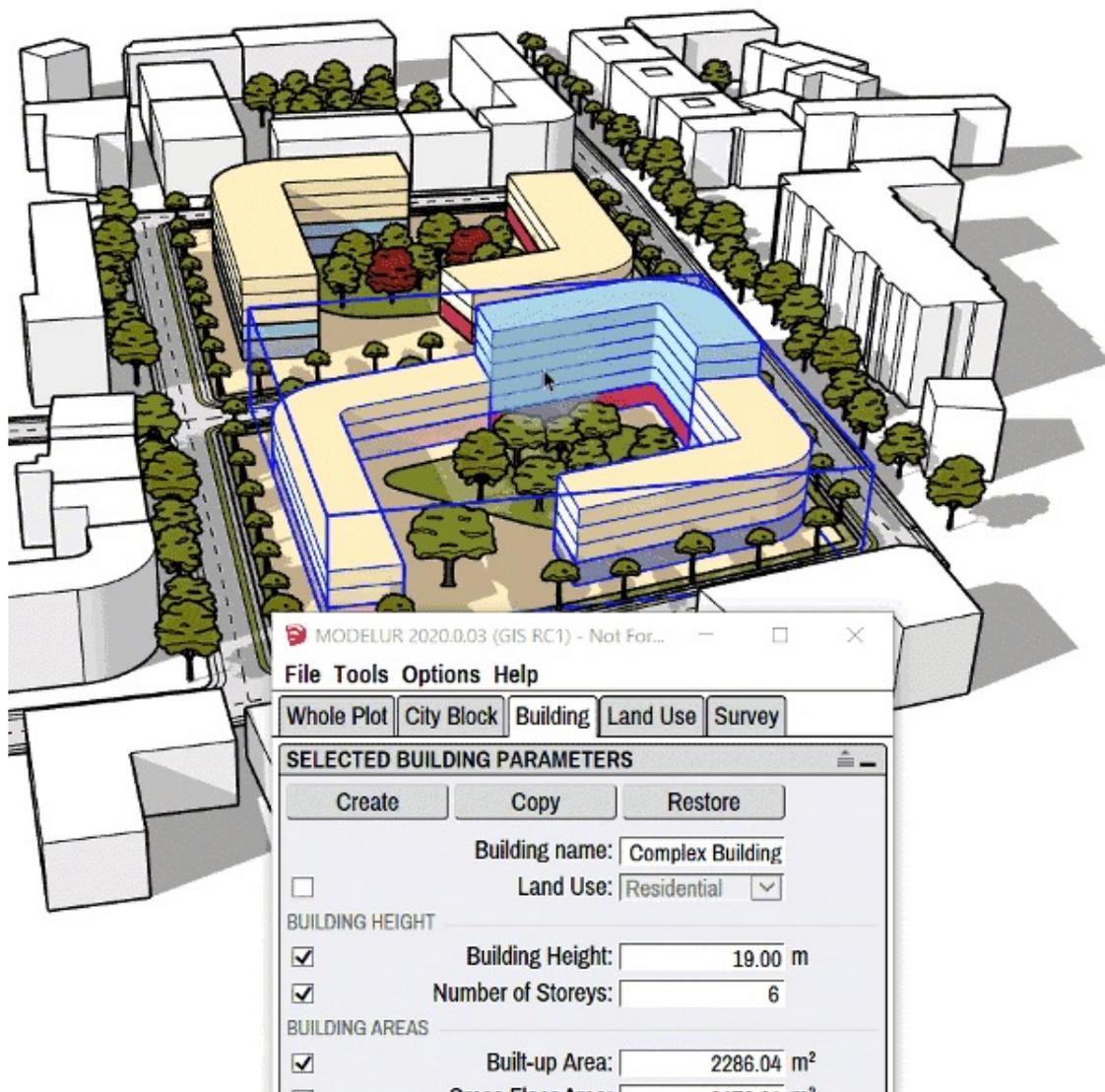
Possui uma comunidade de usuários muito boa e possui o maior armazém de modelos 3D.

2.3.4 Integração

Tem muitos plugins de extensões disponíveis, algumas delas gratuitas e outras pagas. Como a ferramenta é muito aberta a diferentes propósitos, é possível utilizar algumas das ferramentas para se integrar com o software e ter um uso mais específico para ele. É possível receber ou exportar dados de vários formatos como CAD, Imagens, DAE, 3DS, DEM, FBX, KMZ, OBJ, VRML, XSI, IFC, por essa lista é possível ver uma integração com as outras ferramentas apresentadas aqui, e com outras ferramentas que são para outros objetivos, como o Google Earth KMZ. Então a integração não é um problema com este software e ele pode enviar e receber dados de vários formatos, e já tem extensão construída, e está aberto para a possibilidade de o usuário criar novos em Ruby, e toda documentação para suporte está disponível em Staehli (2021a)

Voltado para a área de planejamento urbano o SketchUp tem um plugin chamado Modelur, um exemplo de uso da ferramenta pode ser visto na Figura 2.4, uma ferramenta paramétrica de design urbano perfeitamente integrada ao SketchUp. Ajuda a criar e testar rapidamente diferentes alternativas de design urbano. Além do cálculo em tempo real dos principais parâmetros urbanos (por exemplo, CA, número de apartamentos, vagas de estacionamento necessárias, etc.), ele também oferece Zoneamento 3D interativo, incluindo avisos quando o projeto não está de acordo com os regulamentos de zoneamento (por exemplo. edifícios são muito altos ou se forem colocados muito próximos uns dos outros, etc.), importação / exportação de dados GIS, LiveSync com Excel e muito mais. (AGILICITY, 2021)

Figura 2.4: Exemplo Modelur



Fonte:(MODELUR, 2021c)

Segundo (MODELUR, 2021b),Este plugin possui 4 versões com custos diferentes e faturamento mensal:

- Lite, por 14 euros mensais, que possuem restrições em quantidade modelos e algumas limitações de funcionalidades
- Basic, por 29 euros mensais, que possuem restrições em quantidade de modelos, mas possui uma quantidade maior que o lite, e em relação as limitações de funcionalidades ele tem menos limitações que o lite, e suas limitações são mais em relação a integração e exportação.

- Pro, por 49 euros mensais, não possui restrições de quantidade de modelos, e também não tem limitações de funcionalidades podendo fazer todo tipo de integração e exportação disponível.
- Pro Team, por 163 euros mensais, possui todas as funcionalidades do pro só que em vez de ser individual como os outros, permite até 10 instalações e utilização em 3 computadores simultaneamente

2.3.5 Usabilidade

O SketchUp em comparação com as outras ferramentas de projeto, possui um vocabulário mais acessível e não técnico, este pode ser outro ponto que o torna tão popular, o fato de ter sido grátis por muito tempo é outro fator. Hoje, tem a mais vasta biblioteca de objetos e coisas já feitas para usar no projeto dos que está nesta análise. Ele tem alguns plug-ins e desenvolvedores de aplicativos para serem usados com ele, mas não é tão aberto e tão popular quanto o do Rhinoceros. Sobre o software ele está muito focado no estilo mão livre, ou mão semi-livre (pode definir os valores e usar os encaixes na grade para orientar nas etapas de modelagem). Mas tem a liberdade de usar formas geométricas e obter um projeto de objeto em 3D. É muito voltado para representação 3D e visualização artística do produto final.

2.3.6 Usuários Alvo

Por ter uma linguagem simples e bastante acessível a pessoas não técnicas, o SketchUp tem sido usado para muitos fins, como na educação de crianças, ou na modelagem de objetos 3D para impressão, ou arquiteturas fazendo projetos, até modelagem de programação de videogames 3D objetos, ou cineasta, um dos usuários-alvo iniciais.

2.3.7 Limitações

Então aqui nas limitações foram colocados alguns pontos que esse software não tem até o momento, ou ainda não está muito bem desenvolvido. O primeiro, é a ferramenta colaborativa, então cada indivíduo precisa trabalhar sozinho e integrar tudo em algum ponto. O segundo ponto não é uma ferramenta muito boa para obter relatórios e informações correlacionadas com o modelo e objetos. O terceiro não é muito fácil de usar as informações topográficas. O

quarto, sua possibilidade de programar não é tão simples para usuários finais, por isso a possibilidade de automação ou transformação digital do processo de design é limitada. O quinto e último, é a possibilidade de compartilhar uma visão para o processo de participação do público, o programa tem uma forma de compartilhar o design o que é bom para a comunidade de usuários, mas não é possível compartilhar de forma fácil o projeto de modelo para que outras pessoas/clientes vejam e expressem suas opiniões.

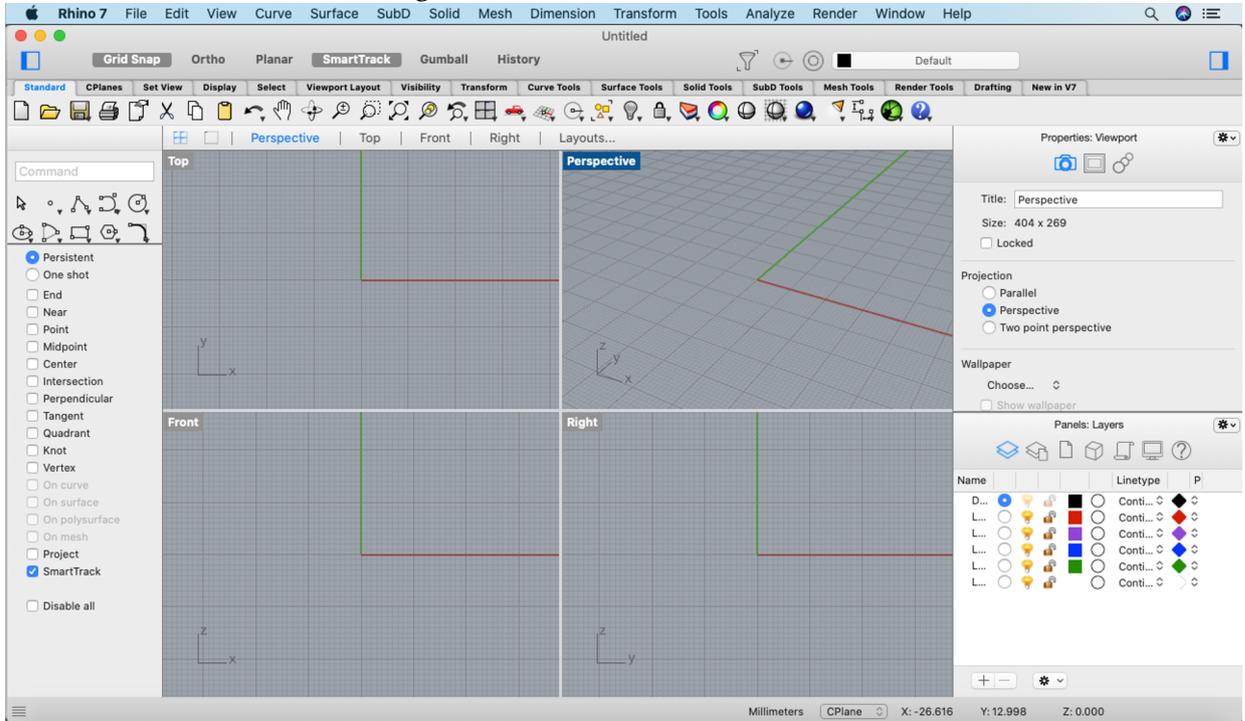
Figura 2.5: Projeto Exemplo Trimble SketchUp



Fonte:(NGUYEN, 2016)

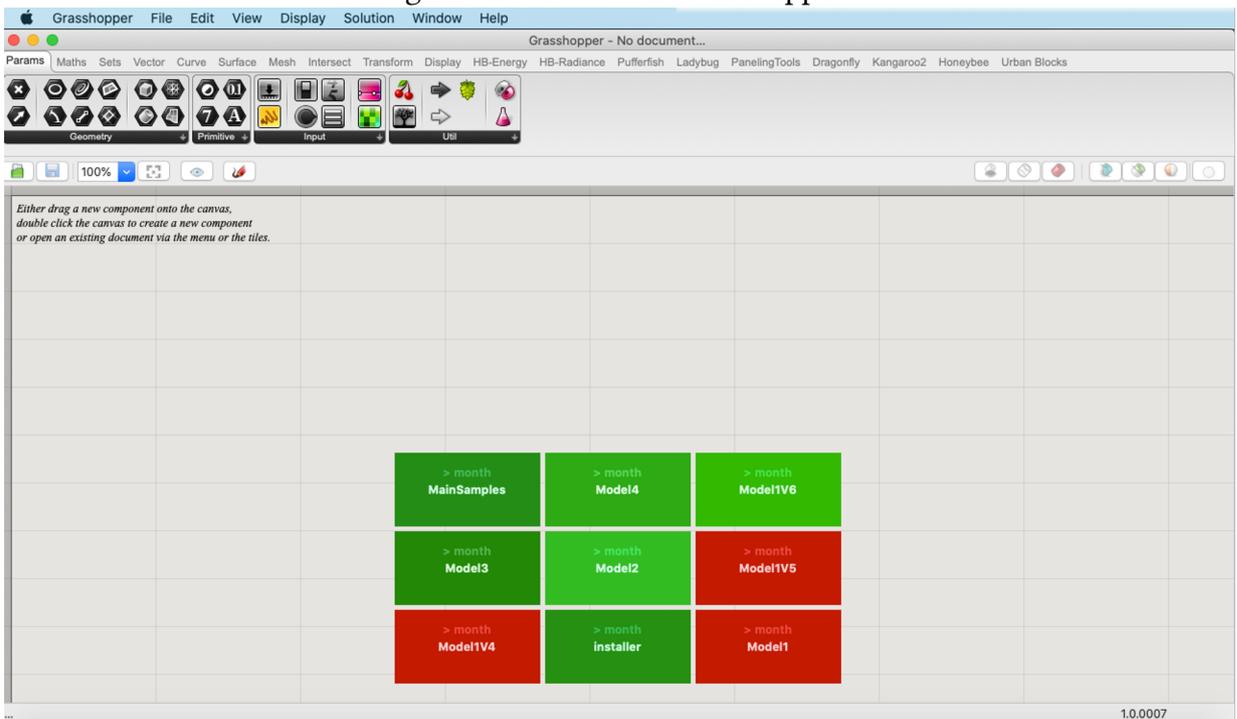
2.4 Rhinoceros 3D

Figura 2.6: Tela Inicial Rhinoceros



Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 2.7: Tela Inicial Grasshopper



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.4.1 Histórico

A história da linha do tempo do Rhinoceros está no site de seu criador McNeel e Associates (2021a), eles têm um resumo das datas, que começam em 1992, com Robert McNeel reunido com Applied Geometry, para discutir e criar um NURBS ("A palavra NURBS é um acrônimo para B-splines racionais não uniformes. B-splines racionais não uniformes podem representar geometria 3D. "McNeel e Associates (2021b)) biblioteca de geometria para AutoCAD.

Depois de algumas compras e desenvolvimento, foi criado e lançado em outubro de 1998, a primeira versão estável do Rhinoceros.

E em 2007, de acordo com Rutten (2013), Grasshopper(GH) "foi desenvolvido para clientes Rhino como uma forma de automatizar tarefas sem a necessidade de escrever código textual. Esperávamos que alguns de nossos usuários que estivessem interessados em RhinoScript ou C# ou O VB.NET estaria interessado, mas certamente não pensamos que seria ensinado (aparentemente sob a mira de uma arma em algumas universidades) para as massas.

Originalmente, o produto era chamado de História Explícita*, porque era uma abordagem diferente do recurso de história nativa (implícita) do Rhino. O histórico do Rhino é gravado enquanto você modela e pode ser reproduzido, o histórico do Grasshopper é definido do zero enquanto o modelo é criado posteriormente. "

2.4.2 Preço

Segundo o Rhino (2021), o preço do Rhinoceros 3D para uso comercial é de U\$ 995 para a versão atual do software. Para atualizar uma versão antiga para a atual é U\$ 595. Aluno e Docente tem desconto e o preço é de U\$ 195 para compra do produto, e para atualização de uma versão anterior U\$ 95. O software têm um teste gratuito da versão completa por 90 dias, para qualquer tipo de usuário.

2.4.3 Comunidade de Usuários

Tem muitos exemplos online e uma comunidade online muito boa. E devido as suas possibilidades de uso com muitas linguagens de programação e o usuário ser capaz de criar muitas de suas extensões por si mesmo, tem uma maneira mais acessível de trazer à tona algumas ferramentas novas, porque qualquer pessoa pode criá-las e compartilhá-las.

2.4.4 Integração

Ele pode ser integrado com muitas ferramentas, e como mencionado, pode ser criado um monte de ferramentas por programação ou usando a linguagem paramétrica para automatizar e criar um novo design, ou por programação escrita tradicional e criar novas ferramentas de extensão para o programa. A possibilidade de utilizar outras ferramentas de criação, permite que a aplicação obtenha uma integração muito boa, e uma possibilidade muito boa de evolução para o futuro desta ferramenta, visto que já evoluiu muito desde o seu primeiro lançamento.

Algo que é válido lembrar é que as ferramentas surgem da possibilidade de uma extensão e integração para o AutoCAD. Portanto, parece muito natural ver que essa ferramenta possibilita a capacidade de se integrar a muitas outras extensões e permite que qualquer pessoa as crie.

Assim como foi mencionado para o SketchUp, para planejamento urbano, existe um plugin específico chamado Modelur, que também possui uma versão para Rhinoceros.

Diferente da versão para SketchUp, para Rhino só existe 1 versão com custo anual de 588 euros como pode ser observado no site de aquisição do produto. (MODELUR, 2021a)

2.4.5 Usabilidade

O Rhinoceros por si só se parece com a forma de uso do AutoCAD por comandos. Mas a maior diferença uns dos outros são seus plugins, que podem permitir ao usuário criar de uma forma totalmente diferente, um exemplo é o GrassHopper que permite ao usuário projetar baseado em programação (não da maneira clássica por escrito em código fonte textualmente, mas usando o que se chama em computação, VLP - linguagem de programação visual), e possui outros plugins que permitem até mesmo programar na clássica forma de texto. Outro ponto principal é que o software é muito orientado pela formas/linhas/pontos.

Outro ponto, as linguagens VLP têm sido usada para muitos outros softwares e segmentos. Possui muitos usuários adeptos a elas por ser mais amigável a eles. Exemplos disso são: LabVIEW, uma linguagem gráfica projetada para engenheiros e cientistas, ou Dynamo, uma interface de modelagem generativa para Autodesk Revit, ou Game Builder Garage, uma ferramenta de criação de jogos 3D e 2D para o Nintendo Switch, desenvolvida pela Nintendo ou IBM Cognos Business Intelligence, é um exemplo de programas front-end em aplicativos de Business Intelligence, ou mesmo NXT-G, uma linguagem de programação visual para o kit de robótica Lego Mindstorms NXT, que um Lego usava para ensinar robótica, lógica e programação a crianças.

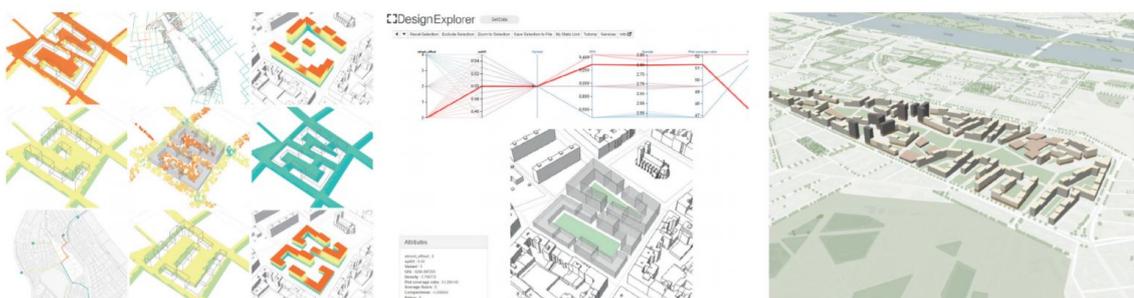
2.4.6 Usuários Alvo

É uma ferramenta de boa usabilidade para modelar objetos 3D, de muitas maneiras não convencionais. Portanto, pode ser usado para muitos tipos de pessoas. Pode ser usado por quem já usa o AutoCAD por exemplo, porque tem uma forma muito familiar de usar, e pode obter o mesmo resultado o mais rápido possível. Mas pode ser usado por alguém que pode fazer um pouco de programação e conseguir algo que levaria semanas para desenvolver em AutoCAD, em minutos. E como mencionado na introdução, com a rápida evolução da tecnologia, está surgindo a cada dia novas e novas abordagens no campo da ciência da computação, e este é de longe o software nesta revisão que pode ser facilmente utilizado por qualquer pessoa que quiser testar algo novo, sem precisar esperar por uma nova versão de lançamento, ou por alguém para integrar, visto que pode ser feito por qualquer pessoa que tenha habilidade para isso.

2.4.7 Limitações

Então aqui nas limitações foram colocados alguns pontos que esse software não tem até o momento, ou ainda não está muito bem desenvolvido. O primeiro, é a ferramenta colaborativa, então cada indivíduo precisa trabalhar sozinho e integrar tudo em algum ponto. O segundo não é muito fácil de usar as informações topográficas. O terceiro, é a possibilidade de compartilhar uma visão para o processo de participação do público, o programa tem uma forma de compartilhar o design e é muito bom para a comunidade de usuários, mas não é possível compartilhar de forma fácil o design do modelo. para que outras pessoas vejam e explicitem suas opiniões. O quarto e último, tem uma curva de aprendizado muito grande, porque pode fazer muito, e tem muitas ferramentas que pode usar ou mesmo desenvolver para usar com ele, precisa de tempo para aprender e chegar a o ponto em que é possível ver resultados muito bons, ou mesmo resultados inéditos e fora do convencional.

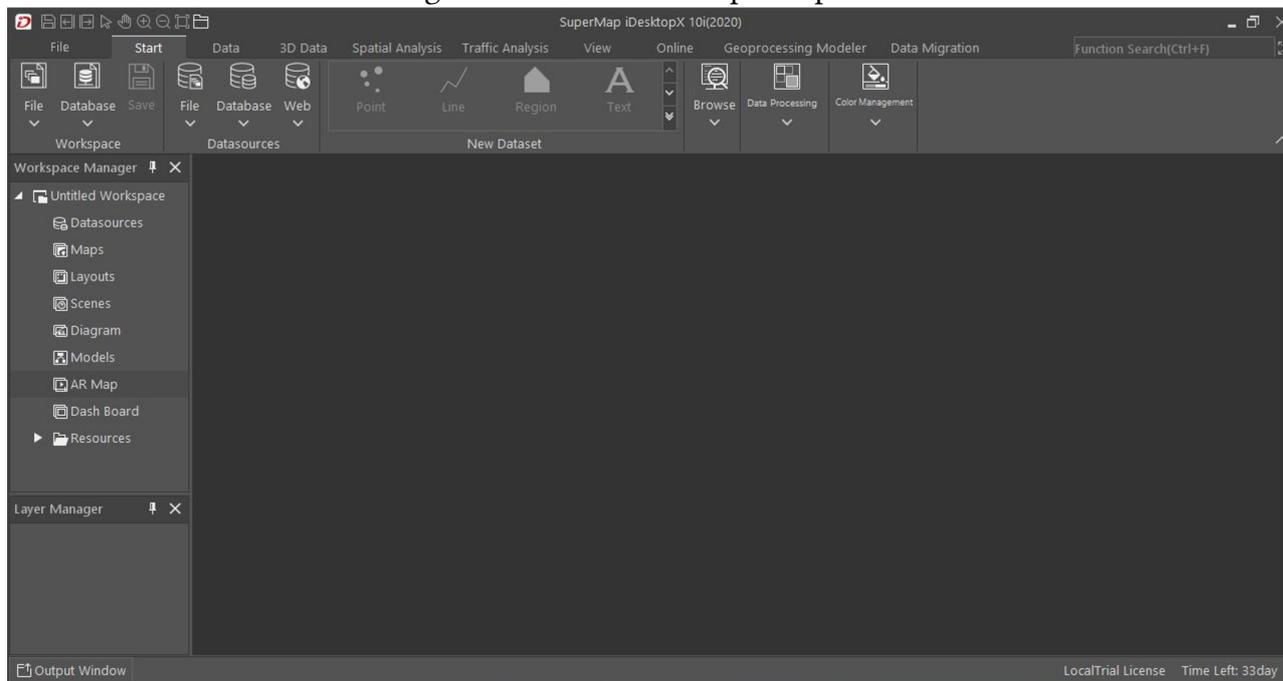
Figura 2.8: Projeto Exemplo Rhinoceros 3D



Fonte:(FINK; KOENIG, 2019)

2.5 SuperMap

Figura 2.9: Tela Inicial SuperMap



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.5.1 Histórico

De acordo com SuperMap (2021b), "SuperMap Software Co., Ltd. é um provedor de software e serviços de plataforma GIS inovador. Foi fundado em 1997 em Pequim (sede). Agora, o SuperMap tem mais de 4.000 funcionários com crescimento de receita anual de mais de 30%. O marco mais importante é que a SuperMap foi a primeira empresa de software GIS listada na China em 2009. Agora, a SuperMap se tornou um dos maiores fabricantes de plataformas GIS do mundo. O SuperMap se concentra em fornecer software e soluções de plataforma GIS inovadores para vários setores, como cidade inteligente, gestão de terras, imóveis, planejamento urbano, gestão de dutos, serviço público, etc. Enquanto isso, o SuperMap se dedica ao desenvolvimento do mercado internacional. Até agora, SuperMap entrou com sucesso na Ásia, Europa, África e América do Sul e outros países e regiões, e desenvolveu distribuidores e parceiros de mais de 30 países e usuários finais de mais de 100 países."

Mesmo que o SuperMap exista desde 1997, só recentemente eles estão crescendo fora do mercado asiático, e os chineses são uma economia em forte crescimento, então eles têm muito desenvolvimento na indústria de software, tentando entrar em muitos mercados . Portanto,

não é uma grande surpresa que eles tenham um software para competir neste mercado, já que são um grande investidor mundial na indústria de software.

2.5.2 Preço

Sobre o preço deste produto, não foi possível saber muito sobre ele, pois para adquirir seu produto, é necessário entrar em contato com o revendedor local disponível em seu site. Mas eles têm um período de teste de 90 dias para todos os seus produtos, que pode ser baixado para o site deles. (SUPERMAP, 2021c)

2.5.3 Comunidade de Usuários

Como citação diz que é o maior software do mercado asiático, e é um dos maiores do mundo no segmento. Mas falta informação (pelo menos em inglês) de como usar. A comunidade de usuários não parece tão grande quanto as outras, e tem pouco material online sobre a utilização da ferramenta e quase nada (veio com apenas um exemplo) exemplo de usuários do mundo real e exemplos desenvolvidos com as ferramentas. Então ao mesmo tempo que pode ser uma ferramenta incrível, é muito difícil conseguir ajuda para entendê-la, sem a necessidade de entrar em contato com o dono do produto.

2.5.4 Integração

Ele tem a possibilidade de usar e integrar muitos tipos de dados, e tem potencial para grandes projetos, mas a falta de informações sobre como fazer isso é uma grande lacuna para mostrar o quão longe ele pode ir.

2.5.5 Usabilidade

SuperMap, é uma nova empresa neste negócio (pelo menos para fora da Ásia). Tem uma abordagem bem diferente da que será vista pelo Urban e CityEngine que são ferramentas específicas para um determinado público e atividade, e quando surgir novos problemas ou outros públicos, a ESRI irá criar novos softwares, para objetivos específicos, ampliando seu portfólio de produtos e soluções, sempre com o objetivo de integrar seus dados, de todos os seus diferentes produtos. O SuperMap tem uma ideia oposta, eles têm apenas um produto para o usuário

final e seus outros produtos são de infraestrutura, neste único produto eles terão muitas ferramentas para uma variedade de fins. Por causa dessa visão do produto (All in one software) sua linguagem é muito menos acessível em algumas tarefas, e o usuário precisa de muito mais conhecimento e/ou treinamento para usar seu software porque não é como os ESRI, que seus produtos tem uma orientação com uma finalidade e para isso uma linguagem muito específica e acessível para o usuário final alvo de seu produto. Mas por outro lado, SuperMap possui no mesmo software uma série de ferramentas de imageamento e mapeamento e integração com IOT's, projeto BIM, possibilidade de criar um 3D a partir de um ponto de nuvem, análise espacial, análise de tráfego, entre outros. E para tudo isso, eles se baseiam em bancos de dados, que o usuário final precisa ter ou criar e se conectar com a ferramenta. Possui algumas das ferramentas que podem tornar o software multiplataforma, mas precisa de desenvolvido pelo cliente ou empresa contratada para implantar a infraestrutura, mas quando está tudo pronto possui integração para coleta de dados e visualização com base na web aplicativo, aplicativos de celular e aplicativos IOT.

2.5.6 Usuários Alvo

É uma ferramenta que tem uma abordagem de ser uma ferramenta que pode se faz qualquer coisa com ela, e pode ser útil há muitas áreas em geo-localização, geo-representação, modelos 3D, análises e representação 2D, criação de mapas temáticos, usando combinar com IOT, interconectar muitos tipos de dados diferentes, análises viária, análises 3D, muitas representações diferentes de cenários 3D desde o mais abstrato usado como forma de representação de dados, como um muito bem detalhado usando como forma de mostrar uma visão mais realística, e para isso pode ser usado, por exemplo, integração com dados de ponto de nuvem, que podem ser obtidos com drones ou lasers para geração de modelos 3D de precisão. Mas o principal problema é que é preciso um treinamento inicial para aprender a definir as informações, pois não é trivial, nem intuitivo como algumas das ferramentas apresentadas nessa revisão. Tem muita dependência na estrutura de dados que o usuário final precisa ter ou criar, diferente de algumas das outras ferramentas mostradas que pode utilizar o mesmo tipo de estrutura de dados, mas possui algum *wizard tool*, ou algum processo invisível de integração que o usuário final não precisa se preocupar.

2.5.7 Limitações

Então aqui nas limitações foram colocados alguns pontos que esse software não tem até o momento, ou ainda não está muito bem desenvolvido. O primeiro, é a ferramenta colaborativa, então cada indivíduo precisa trabalhar sozinho e integrar tudo em algum ponto. E o segundo, é um dos principais é a falta de informação, treinamento, exemplo e material para dar suporte para entender melhor a ferramenta, e conseguir utiliza-la.

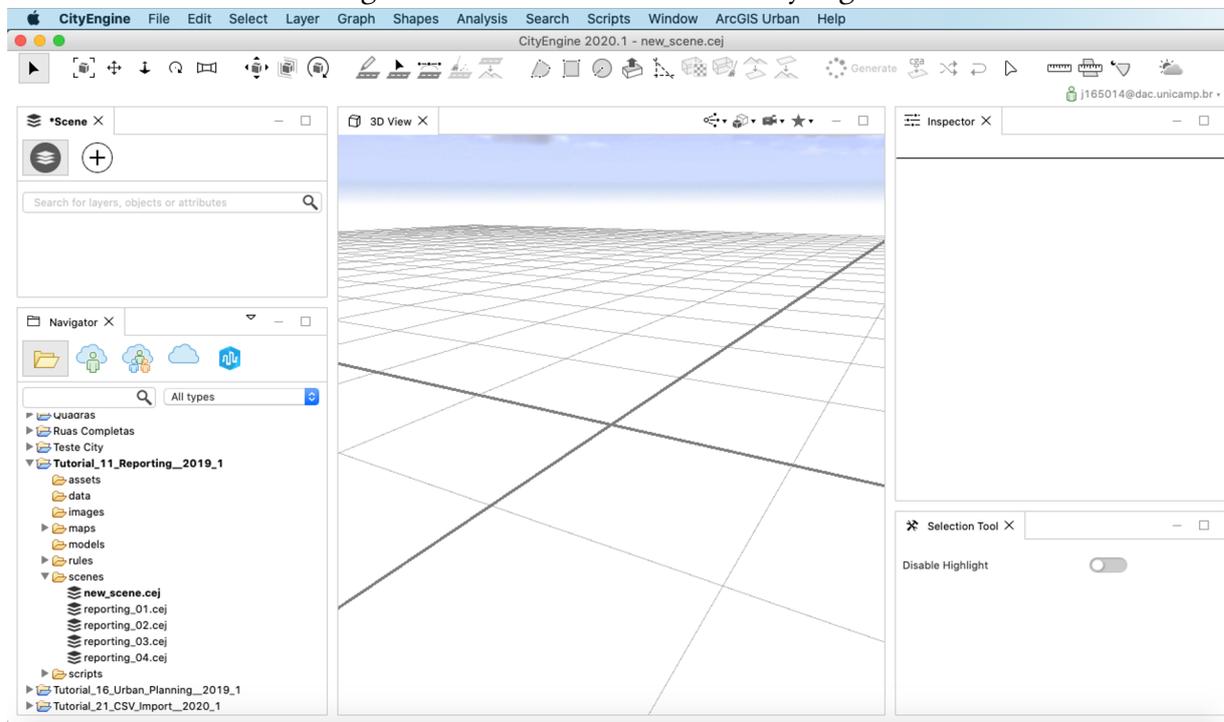
Figura 2.10: Projeto Exemplo SuperMap



Fonte:(SUPERMAP, 2021a)

2.6 ArcGis CityEngine

Figura 2.11: Tela Inicial ArcGis CityEngine



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.6.1 Histórico

A Esri é proprietária da ArcGIS CityEngine e de acordo com seu ESRI (2021c), "Somos os líderes do mercado global em GIS, ajudando os clientes a obter resultados desde 1969" e "Hoje, o software Esri é implantado em mais de 350.000 organizações, incluindo a maiores cidades do mundo e a maioria dos governos nacionais. "

O software teve sua primeira versão publicada em agosto de 2008 pela Procedural Inc, uma "empresa é um spin-off da ETH Zurich, a universidade técnica mais renomada da Suíça, classificada entre as 10 melhores universidades técnicas do mundo, onde a tecnologia de modelagem processual exclusiva subjacente tem sido inventada e desenvolvida. "(PROCEDURAL, 2021), e em 2011 foi adquirido pela ESRI, nessa época eles compartilhavam o seguinte "A Esri adquiriu a Procedural, uma das empresas líderes mundiais de software para a criação de ambientes urbanos 3D impressionantes a partir de dados 2D típicos. Planejadores urbanos, arquitetos, desenvolvedores de videogames e estúdios de cinema em todo o mundo usam o produto CityEngine da Procedural para criar cidades 3D em qualquer resolução.

A Esri integrará o CityEngine ao ArcGIS, permitindo que os usuários do ArcGIS criem e projetem ambientes urbanos 3D aproveitando seus dados GIS existentes, como parcelas e linhas centrais das ruas. A abordagem baseada em regras da CityEngine permitirá que os usuários empreendam esforços de planejamento cívico em grande escala e fornecerá feedback visual imediato sobre o impacto das decisões de planejamento, como contratempos e mudanças de zoneamento específicas. Os usuários também poderão projetar e analisar interativamente o crescimento urbano com ferramentas de desenho intuitivas. "(ESRI, 2011)

Pela declaração da ESRI é possível entender como a CityEngine é visto por seus donos, e o motivo para sua aquisição, além do desejo de integração com seus outros produtos por trás dos seus donos.

2.6.2 Preço

A ESRI tem uma maneira diferente de vender seus produtos. Pois foca suas vendas como soluções, e não produtos individuais. Eles possuem a opção de comprar os produtos individualmente em seu site, porém eles estimulam o usuário final a entrar em contato com o seu escritório de vendas, para que possam entender melhor a necessidade do cliente. E o foco atual está na integração na nuvem, então muitos de seus produtos tem descontos se forem relacionados ao seu serviço de nuvem ArcGIS online, ou se forem adquiridos em conjunto seus serviços online.

Isso pode ser observado se verificarmos ESRI (2021a), eles têm um preço de U\$ 100 por ano por uso, para o ArcGIS Online, para uso pessoal ou uso estudantil, e que incluem tanto CityEngine quanto Urban. Mas em outro site, que tinha acesso ao preço mais antigo do CityEngine tem registro de seu custo para U\$ 500 a versão básica, e U\$ 4000 a versão avançada, Wikipedia (2021). Logo, é possível perceber uma grande diferença de preços ao longo do tempo, mas isso ocorre em função da mudança do modelo de negócios de sua empresa proprietária. Que está com um modelo de negocio mais focado em soluções e venda de seus produtos em nuvem, ou que possuam integrações com sistemas em nuvem como é o caso do CityEngine em seu pacote com Urban.

2.6.3 Comunidade de Usuários

A ESRI possui um centro de aprendizagem próprio, com alguns materiais sobre cada um de seus produtos, e possui uma página da comunidade onde o usuário pode interagir. Mas tanto

o centro de aprendizagem quanto a página da comunidade são muito limitados. O produto vem com alguns recursos de aprendizado que pode ajudar a entender melhor o produto, mas fora esses exemplos que acompanham o produto para aprendizado, é muito difícil encontrar material, ou mesmo pessoas que criam e compartilham sobre o produto.

2.6.4 Integração

Os produtos ESRI se concentram muito na integração de seus produtos e têm muitos recursos para trazer dados de outros formatos. Além de possuir uma forma de integrar e migrar os dados entre suas ferramentas. Esta é uma importante característica pois consegue se atingir diversos resultados utilizando um conjunto de dados já existente com outros propostos em casos que seja possível integra-los. Além da ESRI ter diferentes produtos com diferentes finalidades, que conseguem usufruir de uma mesma base de dados online, o que facilita a integração e o compartilhamento de dados dentro de uma mesma instituição, por exemplo.

2.6.5 Usabilidade

O City Engine em comparação com os outros tem uma abordagem muito diferente, é mais focado no planejamento da cidade, diferente dos outros, que você pode usá-lo para modelar outros objetos porque eles não estão focados em um segmento de usuários. Com o CityEngine é possível modelar objetos simples e outras formas 3D, mas usando suas ferramentas, fica bem claro a proposta e o objetivo do software, que é criado para modelar casas, bairros e cidades em 3D.

Possui ferramentas específicas, para modelar ruas chamadas Redes de Grafos, e possui muitos dos conceitos e linguagem da arquitetura e urbanismo, como Lotes, parcelas, ruas, quarteirões, métodos subdivisões de quarteirões, padrão de crescimento de ruas. Sobre o software ele pode ser utilizado, desenhando à mão livre alguns elementos ou importando-os, como SketchUp, ou pode ser utilizada sua própria linguagem de programação que é baseada em regras para projetar rapidamente, podendo se aplicar regras para alguns ou todos os objetos do modelo. É claro concluir que este aplicativo é voltado para representação de cidades.

Outro ponto de grande utilidade no software, devido a empresa proprietária é uma das maiores no mercado de mapeamento, portanto esta ferramenta tem uma forte relação com o espaço tendo várias opções para se trabalhar especializando o modelo no mundo real, que

inclui uma camada topográfica de boa qualidade, que pode ser usada para tem um design mais realista.

E como já mencionado, ela tem a capacidade de usar e exportar para uma variedade de formatos de extensão (isso permite que ele receba e seja usado em conjunto com outras ferramentas, como o unreal engine para design de videogame ou o Adobe Maya para 3D interativo modelos, DXF de AutoCAD, ICF de programas BIM, Shapefiles de programas GIS (que incluem ArcGis Pro, de mesmo proprietário) e outros).

2.6.6 Usuários Alvo

Esta ferramenta tem um objetivo muito específico que é modelar cidades, portanto seu usuário-alvo geralmente é alguém que precisa disso, como arquitetos e urbanistas, cineastas, designers de videogames, entre outros. Possui uma integração muito boa tanto para trazer dados e modelos para outras ferramentas, quanto para enviar dados para outras ferramentas. Por exemplo, pode enviar dados para Unreal e Unity que são motores de jogo, arquivo OBJ que pode ser aberto em vários outros programas, FXB que pode ser aberto no Maya, DXF para AutoCAD, SHP para ferramentas GIS e é possível integrar e usar com outros programas ESRI. Para importação, ele também pode receber arquivos de várias fontes diferentes como SHP (arquivo GIS), DXF / DWG (arquivo AutoCAD), dados do OSM (Open Street Map), todos os outros dados disponíveis no ArcGIS online, KML / KMZ de aplicativos de mapas, como Google Earth, DAE de Collada. E possui muitas ferramentas para obter os mapas topográficos e dados, com ferramentas *wizard tools* para integrar dados com o projeto, de uma forma mais fácil possível para o usuário final.

2.6.7 Limitações

Então aqui nas limitações foram colocados alguns pontos que este software não tem até o momento, ou ainda não está muito bem desenvolvido. O primeiro, é a ferramenta colaborativa, então cada indivíduo precisa trabalhar sozinho e integrar tudo em algum ponto. O segundo, é muito fácil e prático desenvolver e criar modelo que segue o caminho clássico. Mas é muito mais difícil criar algo que está fora da caixa. Um terceiro ponto é que ele pode receber e exportar de várias ferramentas, mas se o usuário quiser testar ou criar ou integrar novas ferramentas, ele precisa esperar até que a ESRI libere uma ferramenta que tenha essa função. Portanto, novas tecnologias como o aprendizado de máquina por exemplo, não será possível implementar

e conectar dentro da ferramenta. Será necessário exportar os dados, aplicar uma ferramenta externa e reimportar os dados, com isso não é muito fácil utilizar novas tecnologias de mercado que não sejam testadas e integradas pela ESRI. Um quarto ponto, tem a possibilidade de criar alguns scripts em Python, mas parece muito limitado, não é possível dizer se por causa de sua documentação deficiente nesse assunto ou por falta de exemplos, com isso a ferramenta deixa transparecer que não pode ser utilizada para automação de processo, porém talvez seja a falta de informação que deixe em aberto como ela pode ser usada com essa finalidade.

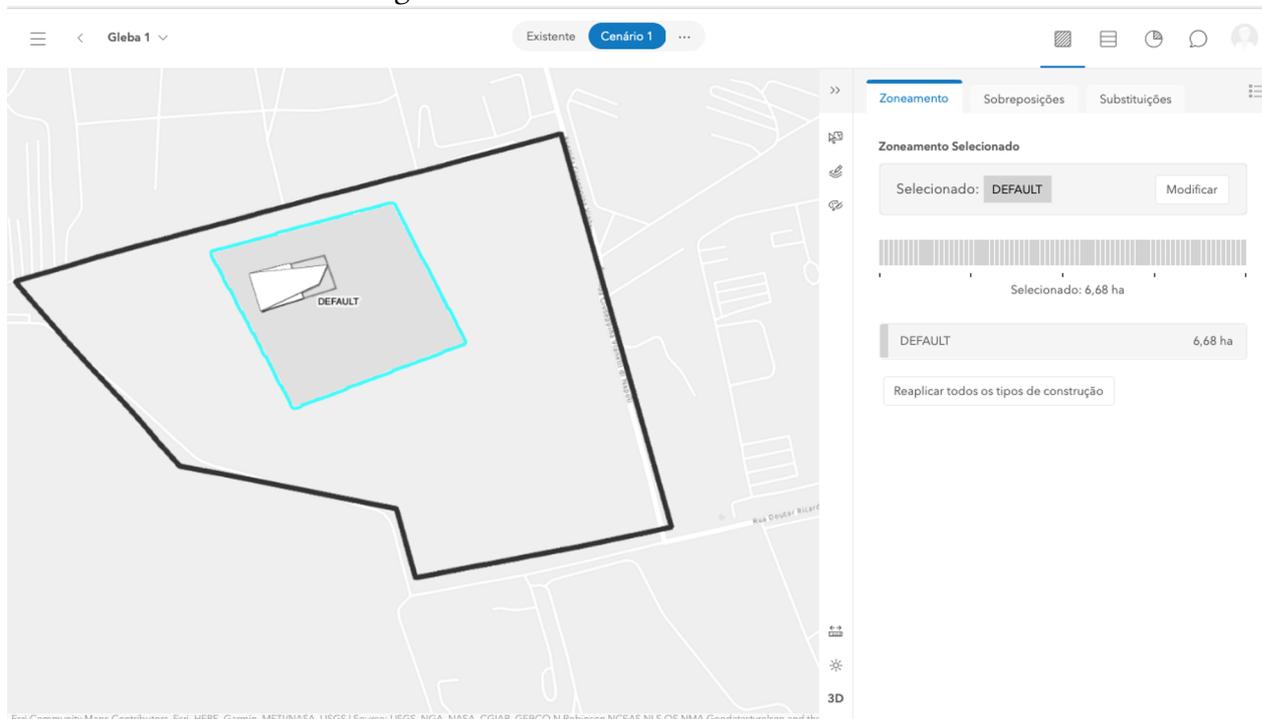
Figura 2.12: Projeto Exemplo ArcGIS CityEngine



Fonte:(ESRI, 2021b)

2.7 ArcGis Urban

Figura 2.13: Tela Inicial ArcGis Urban



Fonte:Elaborada pelo Autor

2.7.1 Histórico

Conforme mencionado no ArcGis CityEngine, a ESRI é proprietária de ambos os produtos e é líder no mercado de GIS globalmente.

De acordo com Terrey (2020) "ArcGIS Urban é um aplicativo especializado da Esri, descrito como uma experiência 3D baseada na web projetada para impulsionar o planejamento e desenvolvimento urbano inteligente. Lançado pela primeira vez em julho de 2019, teve ampla adoção pelos departamentos de planejamento urbano nos Estados Unidos e além, incluindo Austrália e Suécia. Apesar de estar disponível há quase um ano, existe um grande desafio que impede as cidades de usar essa plataforma poderosa: dados de localização 3D precisos. O acesso a conteúdo 3D utilizável que é atual, facilmente integrado e prontamente disponível evitou que muitas cidades tirassem proveito dos benefícios que o ArcGIS Urban oferece. As cidades precisam de dados 3D que cubram toda a jurisdição da cidade, não apenas um quarteirão." Portanto, esta é a mais recente das ferramentas revisadas e, conforme descrito, veio como um aplicativo ESRI especializado, para um grupo-alvo de usuários.

2.7.2 Preço

Em relação ao seu preço, veio como um aplicativo estendido para o serviço online da ESRI, por isso está incluso no seu único serviço, pelo preço de U\$ 100 por ano por usuário, para uso pessoal ou estudantil, conforme citação no Texto CityEngine sobre o preço.(ESRI, 2021a)

2.7.3 Comunidade de Usuários

A ESRI possui um centro de aprendizagem próprio, com alguns materiais sobre cada um de seus produtos, e possui uma página da comunidade onde o usuário pode interagir. Mas tanto o centro de aprendizagem quanto a página da comunidade são muito limitados. Esse produto por ser muito novo tem pouquíssimos exemplos, e o centro de aprendizado tem um grande problema, eles ensinam muito o básico sobre a ferramenta, mas os exemplos são muito avançados. Então, por exemplo, não é possível replicar seu maiores exemplos apenas com o ensinado em seu centro de aprendizado. E não tem nada fora da página da comunidade sobre este software, e mesmo a página da comunidade, tem muito pouco sobre ele.

2.7.4 Integração

Este produto, por funcionar totalmente online, pode ser muito bem integrado com ferramentas ESRI, que permitem que seus usuários acessem seus dados na nuvem ESRI. Por estar online, não tem uma integração muito fácil com produtos fora do ambiente ESRI. Mas o tem a possibilidade de ser usado em conjunto com CityEngine que é capazes de integrar a uma grande quantidade de produtos do mercado, como já mencionado.

2.7.5 Usabilidade

Urban, é um novo programa da ESRI e, em comparação com os outros, tem uma abordagem diferente. Em primeiro lugar, não é um aplicativo que se baixa para uma máquina, pois roda totalmente na nuvem, é o único analisado que possui esse recurso. Por estar totalmente na nuvem, permite uma presença mais participativa em vários aspectos, já que na modelagem isso pode ser feito com mais de uma pessoa modelando ao mesmo tempo o mesmo modelo. Outro ponto é que o aplicativo é focado em um objetivo, caso seja necessário resumir em apenas algumas palavras. Se o CityEngine é focado para o projeto de arquitetônico e urbanístico, é seguro dizer que o Urban é voltado para a regulamentação e leis urbanas. A linguagem por trás

dele deixa isso claro, ele trabalha com 3 partes diferentes: projetos, zonas de planejamento e indicadores. O segundo pode ser aberto em plano de zoneamento, design de desenvolvimento e métricas. Tem muito claro os conceitos de regulação de zoneamento, métricas de lotes como taxa de ocupação, coeficiente de aproveitamentos, afastamentos e outros. Ao mesmo tempo que parece muito complicado, tem ferramentas muito fáceis, muito parecidas com as do SketchUp, que podem modelar formas geométricas muito facilmente. Mas há uma diferença muito importante, as formas não são o ator principal do modelo, mas os dados por trás dele. Portanto, seu foco e objetivo principal é mostrar os dados de seus Modelos 3D com os geograficamente espacializados. Como foi mencionado na revisão do CityEngine o mesmo se aplica aqui, a ESRI tem um forte mapa topográfico, então mesmo não sendo visível, todo o modelo criado em Urban tem as informações topográficas já inseridas nele, e seu mesmo não sendo visíveis as mesmas estão sendo aplicadas a qualquer modelo do Urban.

2.7.6 Usuários Alvo

Este software é o software mais recente da lista, e foi criado pela ESRI para ser totalmente online, que mostra muito do público, e as possibilidades do software, e com isso é possível estreitar os usuários-alvo. Eles criam uma ferramenta, que não precisa ser instalada em um computador, portanto não depende de um computador muito poderoso para o usuário. Eles usam uma linguagem muito próxima a utilizada por planejadores urbanos, governos e empresas que trabalham com regulação, então está bem claro que seu público principal é ajudar cidades, bairros ou áreas a criar um projeto de desenvolvimento. Os exemplos de ferramentas e casos de demonstração são "A Agência de Planejamento e Desenvolvimento de Boston usa seu gêmeo digital no ArcGIS Urban para uma ampla variedade de tarefas de tomada de decisão, incluindo planejamento e desenvolvimento, modelagem de inundação, estudos de sombra e avaliação de linha de visão." (MORRISH, 2021)

E conforme definido pelos próprios criadores Urban (2019) "ArcGIS Urban é um sistema baseado na web projetado para melhorar o planejamento urbano e a tomada de decisões. Para comissários e equipes de planejamento, legisladores locais, membros do conselho municipal e o público, ele oferece uma visão geral abrangente das atividades de desenvolvimento, juntamente com um conjunto de ferramentas que podem ser usadas para moldar os ciclos de vida de desenvolvimento urbano de suas comunidades. "

2.7.7 Limitações

Por ser um software novo, ele está evoluindo e mudando muito ultimamente, por exemplo entre o início e o final do estudo de caso que será apresentado no próximo capítulo. A ferramenta teve um grande lançamento anual, que alterou muitos pontos que tinham sido observados e seriam apontados aqui como limitação, e foram alterados e hoje não são mais um problema. Um exemplo era que a versão 2019 do produto era muito limitada em morfologia para edificação, então na versão mais antiga as únicas mudanças possíveis eram recuo, taxa de ocupação e coeficiente de aproveitamento, e o edifício geralmente era um quadrado ou retângulo no meio do lote, com isso é muito limitado criar uma morfologia diferente. Na nova versão, conforme menção em Allemann (2021) é possível "Modificar formas de construção e esboçar novas". Este é apenas um exemplo, de uma funcionalidade que tinha potencial para mudança, e a ESRI já estava trabalhando nisso. Com isso, as limitação desta ferramenta no momento são: Primeiramente, viário: não é possível trabalhar com o viário usando somente esta ferramenta (é necessário usar o ArcGIS CityEngine em conjunto com esta ferramenta, caso seja necessário modelar ou criar um sistema viário), parece um ponto que não é um limitante, porém esse é um ponto a ser desenvolvido em um planejamento de desenvolvimento ou zoneamento, portanto não é natural a necessidade de criá-lo fora das ferramentas e importa-lo. O segundo ponto, é de usabilidade a ferramenta deveriam ter a opção de desfazer, ou voltar, em uma palavra mais clara o famoso "ctrl + z" para desfazer algo que um usuário fez por engano, pois hoje não existe, e é frustrante para o usuário precisar refazer alguma coisa por causa de um clique errado. O terceiro, ter outras formas de importar dados sem utilizar a integração com o CityEngine, pois essa integração às vezes como neste última atualização parou de funcionar e pode ter um "Limitação temporária" por tempo indeterminado conforme mencionado por Staehli (2021b), na Comunidade da ESRI.

Capítulo 3

Estudo de Caso - Contexto

A região a ser estudada, e vista pela cidade e a comunidade com potencial para um projeto intitulado de Hub Internacional para o Desenvolvimento Sustentável (HIDS). A proposta para o HIDS, segundo seu site é

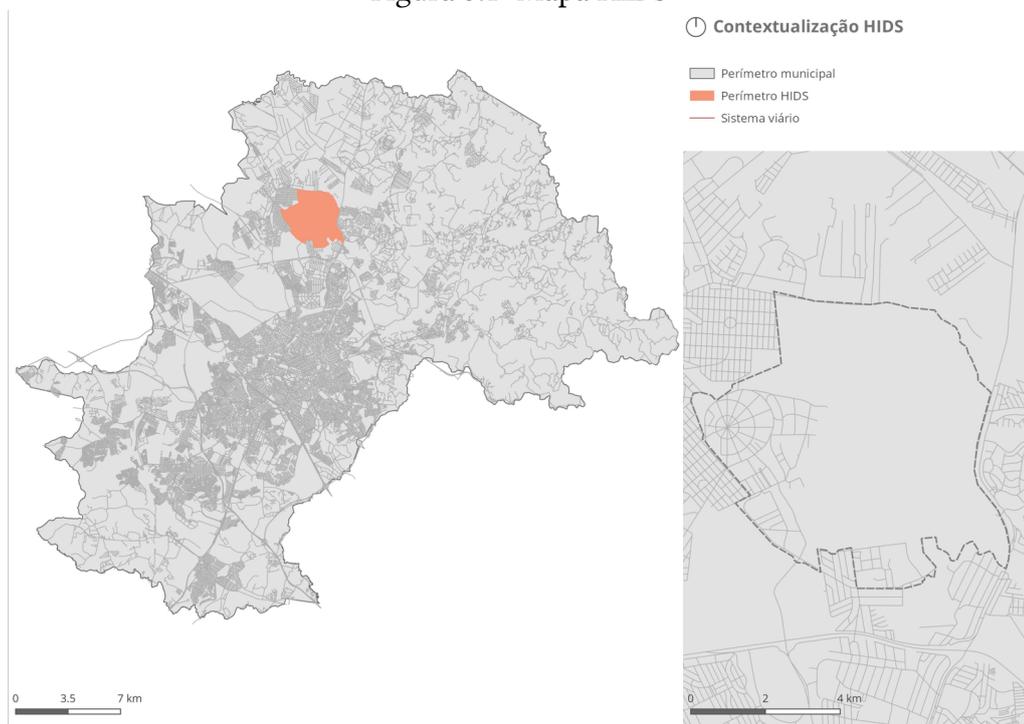
"Construir uma estrutura que combina e articula ações, através de parcerias e cooperações entre instituições que possuem competências e interesses voltados a prover contribuições concretas para o desenvolvimento sustentável de forma ampla, incluindo as ações que tenham impactos nos eixos social, econômico e ambiental. Essa estrutura deve estar sediada em um local onde as sinergias são identificadas e potencializadas, sendo, desse modo, denominada como um HUB. A ocupação dessa área é uma oportunidade de explorar iniciativas para promover, atender e incentivar a Agenda 2030, da ONU, com seus 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, um compromisso assinado por 193 países, incluindo o Brasil. Sua visão é contribuir para o processo do desenvolvimento sustentável, agregando esforços nacionais e internacionais para produzir conhecimento, tecnologias inovadoras e educação das futuras gerações, mitigando e superando as fragilidades sociais, econômicas e ambientais da sociedade contemporânea."(HIDS, 2021a)

Para alcançar esse objetivo como parte do *masterplan* será desenvolvido um projeto físico-espacial para desenvolvê-lo

"Uma equipe formada por professores dos cursos de Arquitetura e Urbanismo da Unicamp e da PUC-Campinas, de professores das áreas de Engenharia Civil, Ecologia Urbana e Demografia e de pesquisadores da Unicamp, e ainda dos 15 alunos do novo Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil da FECFAU-Unicamp, com o apoio da Diretoria Executiva de Planejamento Integrado (DEPI), da Unicamp, tem como desafio definir um Projeto Urbano para toda a área. Este projeto deverá levar em consideração os conceitos mais avançados em termos de ecologia, geologia, topografia, drenagem, paisagem, patrimônio, infraestrutura energética e hidro-sanitária, paisagismo, mobilidade, gestão de resíduos, agricultura urbana, demografia, habitação de interesse social, uso misto, espaços de convivência e hubs de inovação, entre outros. Além de ser construído com o acompanhamento e participação da comunidade, este deverá ser um projeto exemplar do ponto de vista teórico e científico, replicável e capaz de transformar os conceitos atuais de uso e de ocupação do espaço."(HIDS, 2021b)

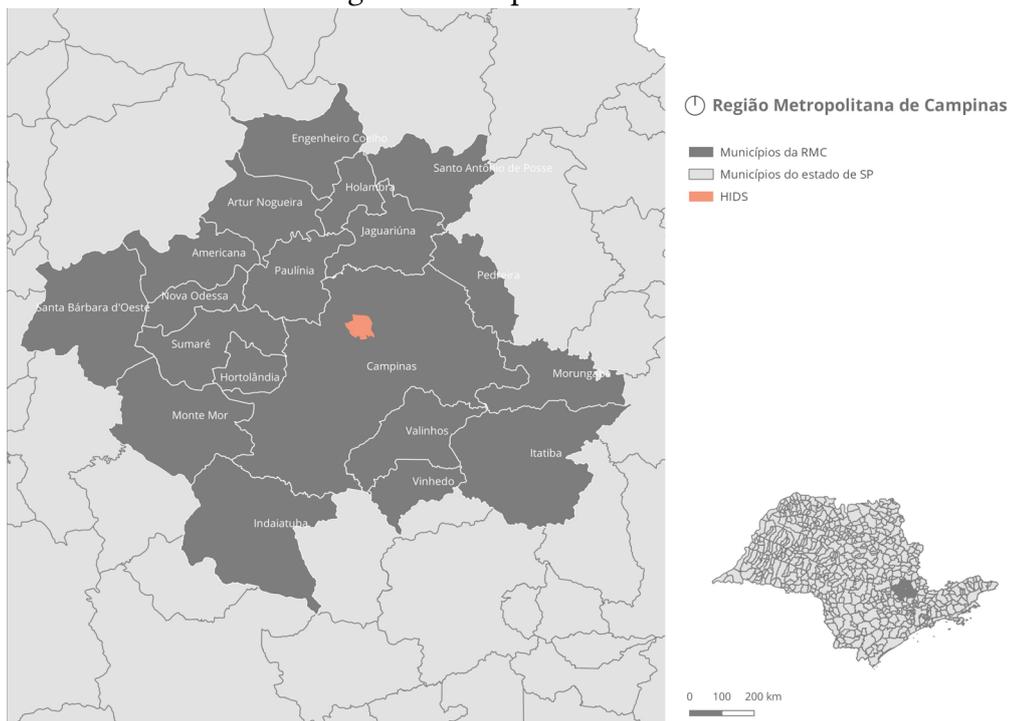
Em relação a essa região, que será apresentado, sobre suas características espaciais, na Figura 3.1, destacasse a direita o perímetro da área do HIDS, e no mapa á esquerda na imagem, contextualiza a área de estudo dentro da cidade de Campinas, na qual a região está inserida. Na Figura 3.2 está destacado a esquerda a Região Metropolitana de Campinas(RMC), e a direita a região no mapa do Estado de São Paulo. E por final Figura 3.3 mostra a localização do HIDS no Mundo junto com outros Hub's de Inovação, Renovação urbanas e Campus universitários, que foram estudados pelo grupo de pesquisa apresentado.

Figura 3.1: Mapa HIDS



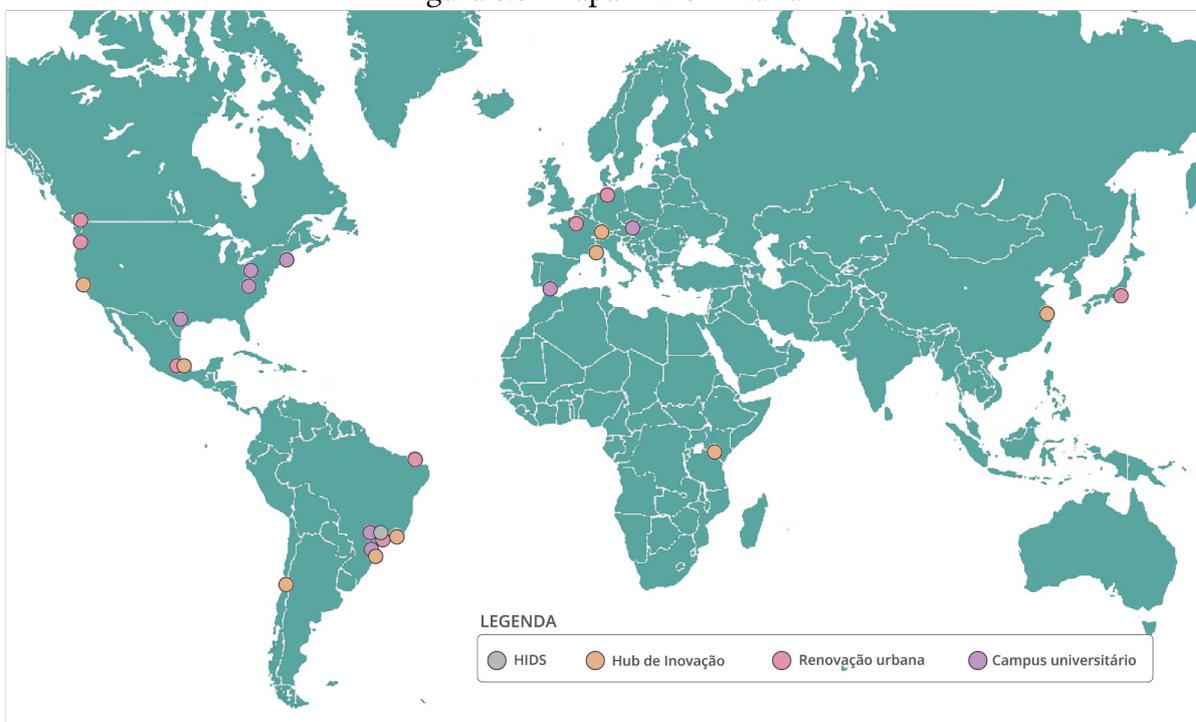
Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 3.2: Mapa HIDS - RMC



Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 3.3: Mapa HIDS - Mundi



Fonte: (CELANI et al., 2021a)

A equipe responsável por desenvolver o plano físico-espacial, desenvolveu um estudo para essa região, desenvolvidos em alguns cadernos, um desse cadernos apresenta os dados de lei-

tura de território dos quais é possível se extrair e ter uma melhor imagem do contexto no qual essa região do caso de estudo se encontra.

"Caso implantado, o HIDS compreenderá uma área de aproximadamente 11 milhões de m^2 , onde atualmente cerca de 5,3 milhões de m^2 estão ocupados, predominantemente por instituições, e 5,7 milhões de m^2 permanecem desocupados. A estrutura fundiária e a divisão de glebas refletem os limites das antigas propriedades rurais existentes na região, sendo a maior parte dos proprietários privados. Destaca-se também a concentração de grandes glebas, com áreas acima de 200.000 m², estando a maior parte da área nas mãos de poucos proprietários. Tais fatos mostram a importância de um projeto integrado para que os objetivos desejados para o HIDS se cumpram. Quanto à cobertura do solo na área do HIDS, predominam, atualmente, áreas vegetadas, principalmente por espécies herbáceas e de gramíneas, as quais atingem cerca de 41% da área total e, em menor porcentagem, áreas com predominância de árvores e arbustos. No entanto, considerando a baixa ocupação da região, a porcentagem de área pavimentada é consideravelmente alta. A mesma tendência é percebida quando analisadas as glebas ocupadas separadamente, chegando-se em alguns casos a taxas de áreas pavimentadas duas ou três vezes maiores que as áreas ocupadas por edifícios. Constata-se que a ocupação é em sua maior parte de uso educacional, de pesquisa ou de P&D, com apenas uma exceção (data center). O entorno da área de estudo tem predominância de uso residencial, com bairros de classe média e alta, além de condomínios fechados de alto padrão. Esse tipo de ocupação é decorrente, principalmente, do parcelamento destinado à demanda da Unicamp (inaugurada na década de 1960). Essa ocupação residencial possui uma tipologia de edifícios de baixo gabarito e majoritariamente unifamiliares, utilizados em sua maioria por estudantes e profissionais que frequentam as instituições de ensino da região (Unicamp, PUC-Campinas e FACAMP), as quais atuam claramente como pontos de atração e intensificação da ocupação do distrito."(CELANI et al., 2021b)

Esse cadernos desenvolvidos por essa equipe em 6 volumes que foram desenvolvidos no decorrer do processo de trabalho e cobrem os seguintes tópicos: Estudos de projetos referencial, Estudos das certificações ambientais, Leitura do território do HIDS, Estudos dos projetos anteriores para região, Princípios do HIDS, e um último com exercício de projeto.

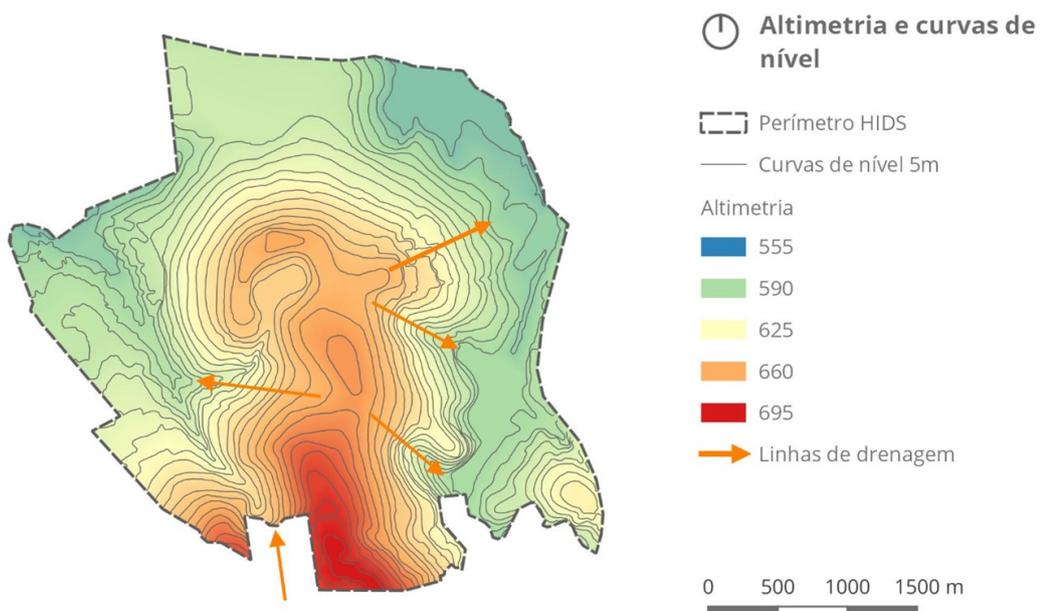
Os próximos capítulos tratará sobre o capítulo de exercício de projetos do ponto de vista dos softwares utilizados durante o processo. Porém conforme será mencionado muitos materiais já produzidos ou que estavam na base de dados da ESRI da Unicamp, foram utilizados como base para o processo, a maior parte desses produtos são apresentados no caderno de leitura de território, na Figura 3.4 e na Figura 3.5, que demonstra dois exemplos desses produtos são o mapa de áreas verdes e o mapa de altimetria e curvas de nível. Outros mapas, dados, e diagramas presentes nesse caderno 3 foram fundamentais como base para desenvolvimento dos estudos

Figura 3.4: Mapa de áreas verdes da região do HIDS



Fonte: (CELANI et al., 2021b)

Figura 3.5: Mapa de Altimetria e Curvas de Nível da área do HIDS



Fonte:(CELANI et al., 2021b)

Como mencionado, nos próximos capítulos será tratado sobre o exercício de projeto executado, sobre exercício e as áreas:

Após um ano de intensa imersão no território do HIDS, a equipe técnica formada por profissionais de diversas áreas, estudantes pós-graduandos e professores, compartilham neste último volume a etapa final de trabalho feita em conjunto, durante o curso de especialização da FECFAU - Unicamp em Arquitetura, Urbanismo e Engenharia Civil (90E) que teve como tema o estudo físico espacial do hub. Esta última etapa corresponde ao estudo da ocupação do território em forma de exercício projetual, desenvolvido no período de seis meses, o primeiro semestre de 2021. Para este exercício, foram feitos recortes espaciais no território de 11 milhões de m² do hub estudado. A partir das vocações, três áreas estratégicas foram identificadas, aqui intituladas como: Parque das Anhumas, que representa o sistema de espaços livres verdes conectando as diferentes partes do HIDS; o Platô Central (localizado na região próxima à FACAMP), que agrega os Pólos tecnológicos e o SIRIUS e, por fim, o Centro Sul, localizado na divisa Sul da fazenda Argentina, próximo à PUC. Para cada uma das áreas, a equipe de 15 alunos da turma 2020/2021 do curso 90e foi dividida em três grupos com cinco participantes, a partir do interesse pessoal e *background* de formação de cada um. Apesar da divisão em equipes, durante todo o exercício projetual, reuniões semanais aconteceram para compartilhar o andamento e para discutir o projeto como um todo. (CELANI et al., 2021c)

Capítulo 4

Processo de seleção de Software

Figura 4.1: Figura síntese das 3 sub-áreas e ferramentas utilizadas



Fonte: Adaptada de (CELANI et al., 2021c)

Para o caso de estudo mostrado no capítulo anterior, foi mostrado que para o desenvolvimento final o projeto estava dividido em áreas diferentes e cada grupo trabalha separadamente para explorar melhor cada uma das centralidades. Cada grupo trabalhou as suas áreas em separado e com a liberdade de utilizar o que considerassem mais adequado para os seus objetivos. Os grupos têm muitas pessoas com diferentes formações, habilidades e experiências prévias, por isso foi natural que eles tenham seguido caminhos diferentes para alcançar seus objetivos, que também foi diferente para cada uma das 3 sub-áreas do projeto. Na Figura 4.1 é destacado no

mapa cada uma das 3 sub-áreas e mostrado seu resultado e ao lado o ícone de qual ferramentas foi utilizadas por cada equipe.

Neste documento, tentar-se-á explicar as motivações prováveis de cada grupo para escolher algum conjunto de ferramentas, e será maior explorado o processo de um dos grupos. Sobre este processo, ele mostra que talvez não exista uma ferramenta perfeita para todos os casos, mas é possível selecionar as mais adequadas, quando se coloca em perspectiva alguns aspectos.

Para todos os grupos, uma questão importante foi o tempo, como mostrado na seção de revisão de software, muitos softwares têm uma grande curva de aprendizado, e para todas as pessoas dos grupos aprenderem do zero uma ferramenta nova e completa, pode ser difícil porque o tempo de aprendizado do software pode ser muito diferente para cada indivíduo. Como isso, alguns grupos optaram por escolher ferramentas das quais alguns de seus membros já possuíssem experiências anteriores, o que otimizaria a questão de tempo mencionado. Outro ponto foi o objetivo de cada grupo, dois grupos têm uma área que seria desenvolvida com construções e modelagem de massa, utilizando as práticas e conceitos de urbanismo sustentável, previamente pesquisados. O outro grupo, criou um projeto para um futuro parque, fundindo e tentando criar uma abordagem unida para conectar os espaços verdes e áreas preservadas e ecossistemas, e um de seus objetivos era criar um parque na área com o objetivo de proteger, preservar, restaurar e educar, tudo isso alinhado com os objetivos da Organização das Nações Unidas(ONU) para a sustentabilidade.

Os grupos que estavam projetando uma modelagem de massa para a área, possuíam diferenças entre eles, um deles estava estudando uma área que possui como uma forte característica interface com áreas públicas e privadas, e um dos objetivos era explorar as possibilidades com esta conexão de fronteira. O último grupo tinha uma área central no projeto, portanto tem conexões com diversas instituições públicas e privadas já existentes, além das novas que surgirão em decorrência do projeto, e tem uma condição física/geológicas favorável na área para a exploração econômica pelo mercado de construção. A maior parte das discussões e processo aqui apresentado serão os aplicados para esta última área, porém será destacado e colocada em perspectiva o que foi desenvolvido e utilizado pelas outras áreas também, porém com menos detalhes do passo a passo.

O primeiro grupo escolheu usar o AutoCAD para modelar seus modelos, aquela área muito específica para um parque, portanto um maior nível de detalhes das estruturas e equipamentos foi necessário em relação aos outros que estava modelando a massas futuras que serão

exploradas futuramente pelo mercado. Além disso, o grupo de pessoas já possuíam experiência de trabalho com a ferramenta, de modo que vê como uma boa combinação para a seleção da mesma, menor curva de aprendizado, produtos mais precisos necessários para o objetivo, eles também utilizaram o SketchUP e Photoshop, para criar seu material final explorando o benefício das duas ferramentas para obter melhores resultados visuais, para o público final. O segundo grupo, possuía pessoas com experiência com o Rhinoceros 3D, e para elas a possibilidade de criar versões diferentes e morfologia mais diversificada de forma mais automatizada, foi um fator determinante, pois eles tinham uma área maior para ocupar em comparação com o terceiro grupo.

O terceiro grupo possuía experiência em outros softwares, porém estavam interessados em utilizar as funcionalidades que serão explicadas a seguir que as ferramentas das ESRI ofereciam. O tempo para se chegar em um resultado no tempo disponível também foi um fator para escolha de ferramentas que fossem mais voltadas e focadas para planejamento urbano. Assim, eles selecionaram as duas ferramentas da ArcGIS CityEngine e ArcGIS Urban, para modelar seus cenários, e os benefícios para isso foram: primeiro, eles têm licença para ambas as ferramentas, e mais importante, eles têm alguns dados do entorno, além dos mapas temáticos mencionados no capítulo anterior, já inseridos na interface ESRI que eles puderam usufruir de forma simples, isso ocorre devido a Unicamp, utilizar as ferramentas ESRI. O compartilhamento de dados pelas contas da ESRI dentro da mesma instituição também auxiliou na utilização. Segundo ponto, as ferramentas têm um centro de aprendizado já disponível para o aprendizado. Terceiro ponto, foi pensado que no futuro o projeto poderá ter um processo participativo com a comunidade, e visando essa utilidade futura como um ponto de escolha para a ferramenta que for utilizada, permita que os próximos passos possam ser feitos de forma que não exija muito esforço e horas de conversão.

Por que escolher duas ferramentas e não apenas uma delas? Se as pessoas estão tentando simplificar as coisas por que usar duas em vez de uma, a resposta para isso é porque elas têm uma boa integração e uma complementa a outra. Então por que não estão todos em uma, a razão por trás da ESRI não é conhecida do público, mas um palpite é porque elas têm focos e públicos diferentes e se tudo vem na mesma ferramenta, talvez assuste algum usuário que está procurando algo simples, então eles criam ferramentas diferentes que podem trabalhar separadamente sem problemas, mas se alguns usuários quiserem ou necessitarem, ele pode

umentar as possibilidades integrando as ferramentas e obtendo uma solução mais poderosa e completa. O terceiro grupo viu esse potencial e o explorou.

Urban é uma ferramenta que possui um grande diferencial a possibilidade de trabalhar em grupo, portanto, diversos membros de um grupo podem trabalhar simultaneamente no mesmo projeto ao mesmo tempo. Sendo assim não é necessário depender de alguém para dividir as tarefas que serão criadas individualmente e integradas no final. Outro ponto, ele é uma ferramenta de criação on-line, não precisa instalar ou preparar o computador para as pessoas começarem a usar, ele necessita de uma simples configuração inicial, basicamente só é preciso definir a área onde o projeto estará. Assim, iniciar o trabalho é muito fácil, e pode ser rápido para o grupo começar a delimitar e espaçar ideias. O contexto que a ferramenta dá ao usuário também é de grande utilidade, pois essas informações podem auxiliar no processo criativo e de contextualização. Tantos dados 2D quanto dados 3D podem ser utilizados nesse caso.

CityEngine pode complementar Urban no nível das ruas, por exemplo, tem um conjunto de regras bastante completo e já desenvolvido, que pode criar diversos modelos de rua completas, além das características físicas e automação no processo de definição das ruas, ela também gera resultado com um alto Nível de Detalhes (LoD). Um ponto de ambas as ferramentas possuem de forma muito natural (no Urban é automático já no CityEngine é um botão na tela principal, para alinhar) são os dados topográficos, todos os dados em Urban são colocados no espaço real do mundo para aquele projeto, então já está com todas as informações topográficas do terreno, já no CityEngine, quando se cria um novo projeto, é possível trazer os dados topográficos, e quando importado dados é possível alinhá-los ao terreno, caso ainda não esteja. Outro ponto do CityEngine que complementa o Urban é a possibilidade de programar e não criar todos os detalhes manualmente, de modo que é possível usar ferramentas de assistente com regras, ou mesmo programar suas próprias regras no que é chamado de GCA acrônimo para Arquitetura gerada por computador, ou mesmo Phyton, dependendo do tipo de automação ou tarefa que é necessário fazer. E os modelos criados no CityEngine podem ser incorporados no Urban como fonte de dados ou como visão de contexto para melhor representação do projeto.

Em conclusão, a combinação destas duas ferramentas foi utilizada para obter resultados melhores e mais rápidos. O objetivo no uso do Urban, é que no final será possível extrair diversas métricas projetadas para área, tais como população, número de empregos, vagas de estacionamento, consumo de energia, consumo de água, e outras. Sendo possível criar novas

métricas, caso necessário, usando fórmulas e dados já fornecidos pela projeção, e isto pode ser aplicado para criação de diferentes cenários para analisar diferentes abordagens. E o último e importante objetivo é no final ser possível publicar o modelo e enviar às pessoas para receber comentários sobre o projeto, o que pode ajudar em uma futura participação pública da comunidade, no processo de concepção.

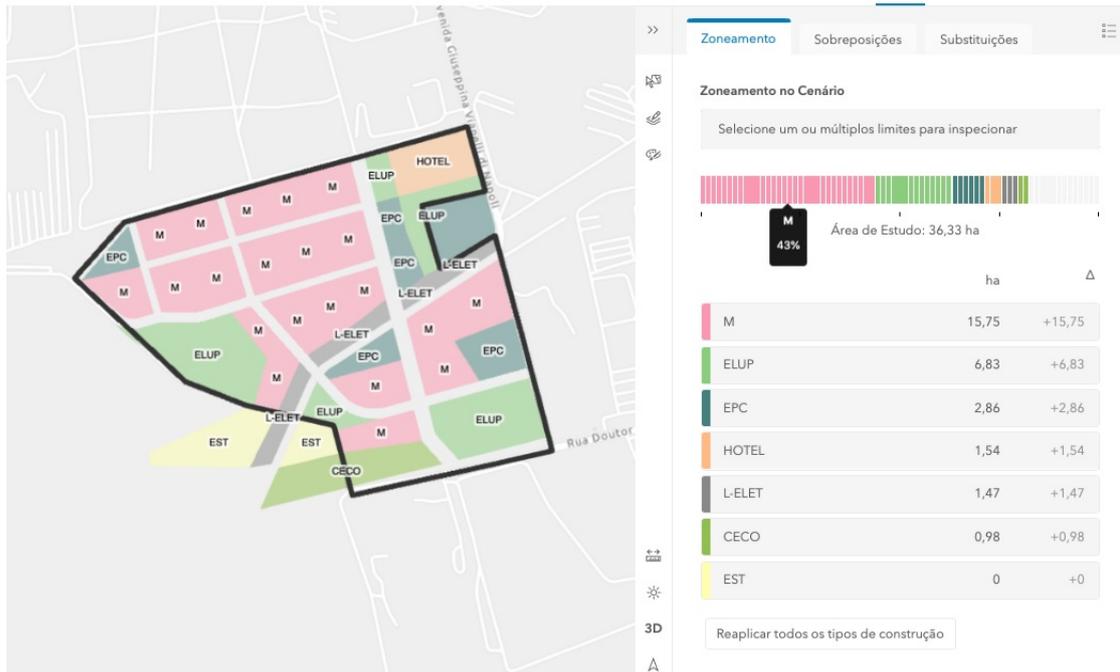
Capítulo 5

Caso de Estudo: Resultados e discussões

Os resultados e discussões serão apresentados em duas partes, a primeira será sobre uma das centralidades, que foi totalmente desenvolvida usando CityEngine e Urban:

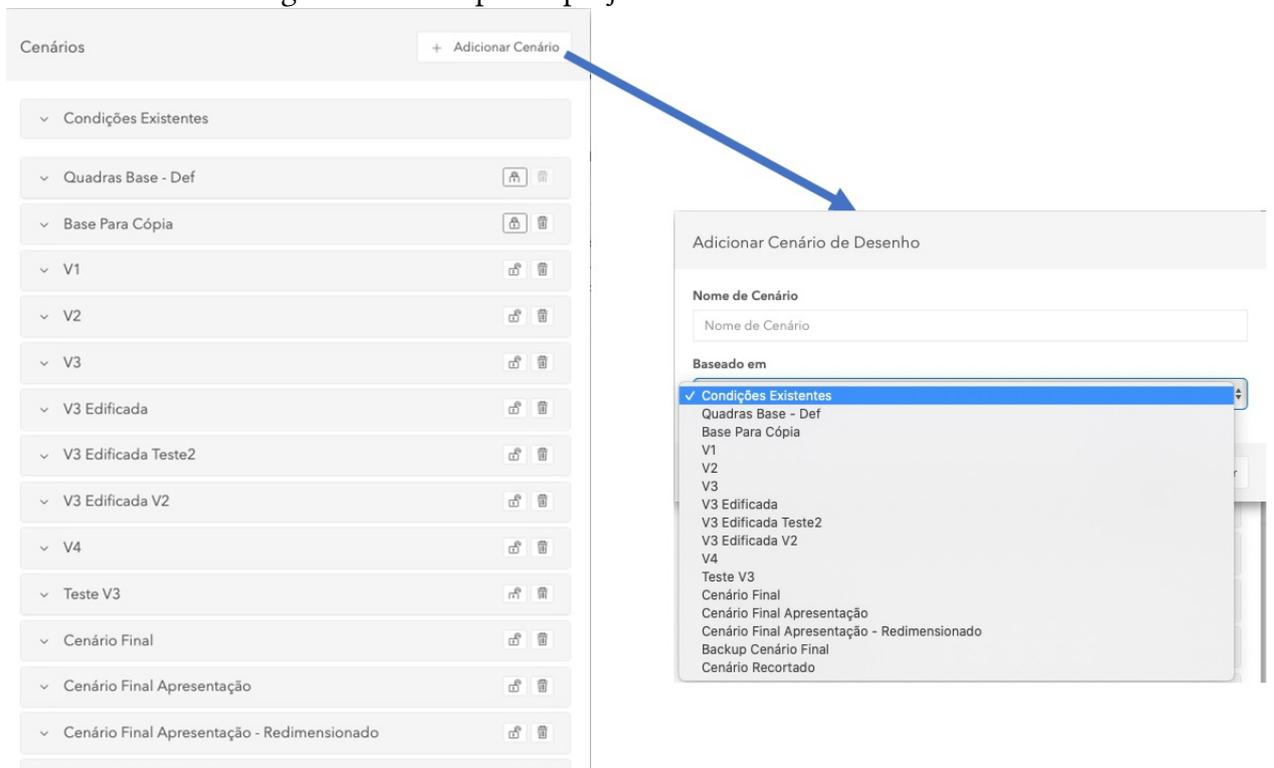
A primeira parte do estudo foi um *brainstorming* em entender a área e obter um melhor conhecimento do potencial da área do estudo. Primeiro como menção no contexto da área, os grupos já estudaram o território como um todo, e as características gerais da área total, e selecionaram esta área como um potencial. Assim, o grupo analisou o potencial de conexão e criou e especializou um programa baseado no potencial mais forte de conexões e relações entre estruturas, instituições e vegetação já existentes que querem ser protegidas. Assim, Urban foi de grande serventia, pois foi possível utilizar sua ferramenta de zoneamento para desenhar e delimitar alguns usos futuros, como é possível ver em Figura 5.1, e criar diferentes cenários, como pode ser visto em Figura 5.2, que demonstra um projeto que passou por várias versões, e mostra como o Urban permite começar um novo cenário baseado uma das versões já existente, que servem de *brainstorms* a serem desenvolvidos no futuro. Outro ponto importante é que esta área de estudo é composta por uma única gleba que com um único proprietário, portanto quando esta gleba for parcelada por lei existe a necessidade de ter alguma porcentagem para usos específicos, então esta é outra função que o Urban consegue ajudar, porque quando é delimitada as zonas é calculado a porcentagem da área que o tipo de zoneamento representa. O resultado do processo de zoneamento pode ser visto na Figura 5.1, e o número de hectares e porcentagem de cada tipo de zoneamento pode ser visto no canto direito da mesma figura.

Figura 5.1: Resultado de Zoneamento Platô Central



Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 5.2: Exemplo de projetos com diversos Cenários

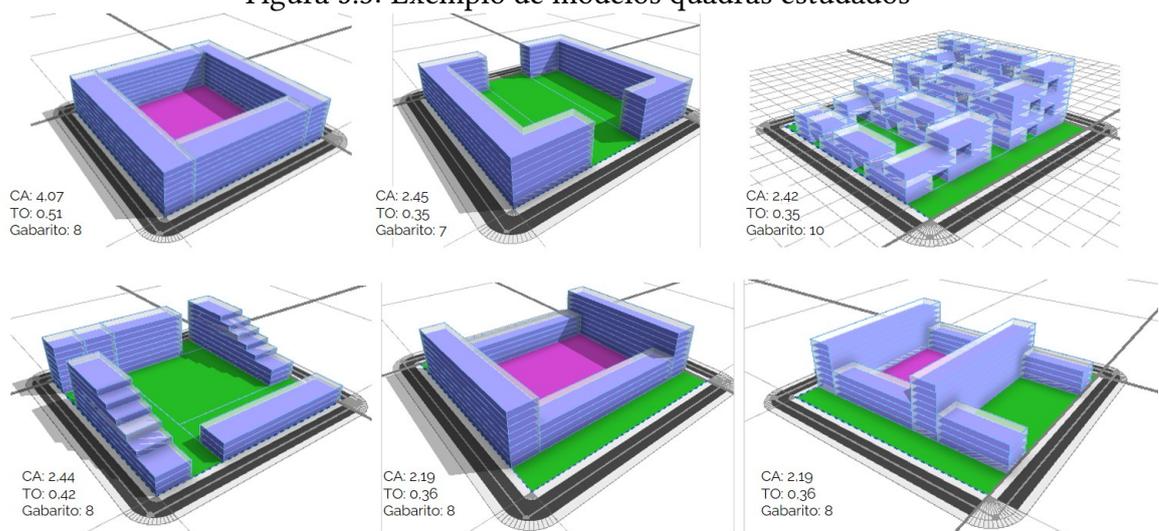


Fonte:Elaborada pelo Autor

Continuando o processo, foi necessário pensar em densidade de massa e morfologia, para isso o grupo estudou diferentes formas e modelos, pesquisou sobre diferentes tipos e maneiras

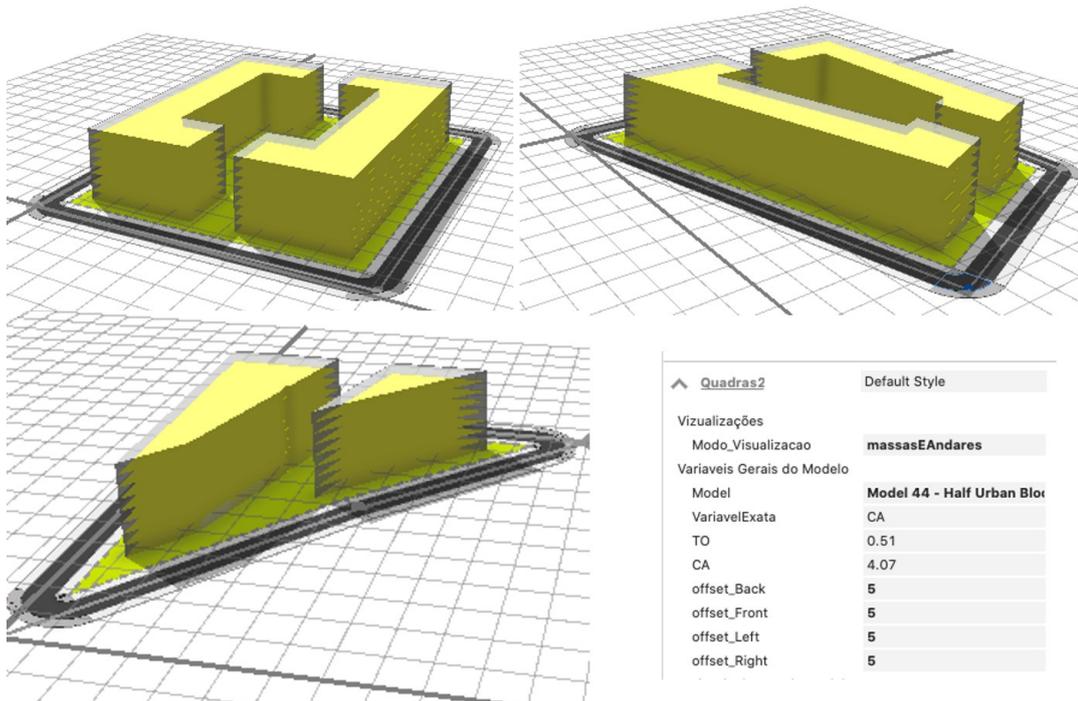
que estava sendo desenvolvido pelo mundo. Como exercício, eles usaram CityEngine para modelar usando a linguagem de programação baseada em regras, para criar alguns dos 50 Blocos Urbanos, que são modelos da A+T Architecture (GROUP, 2017). E com o CityEngine, foi possível verificar como cada modelo pode se adaptar a diferentes tamanhos e formas de quadras, então alguns dos desenhos foram modelados para preservar seu parâmetro de taxa de ocupação (TO) e Coeficiente de Aproveitamento (CA), alguns dos modelos podem ser vistos em Figura 5.3. No final do estudo, os modelos criados foram baseados em taxa de ocupação, CA e recuos, e foi possível colocar diversos valores para ver como o modelo se adaptaria em um layout de quadras específicas, de modo que isto pode ser visto na Figura 5.4, que tem diferentes formas de quadra e no canto inferior direito os mesmo parâmetros que podem ser definidos e podem ser alterados pelos *sliders*. Esta experiência ajuda o grupo a refletir sobre algumas formas de ocupação, e pareceria como em suas quadras. Na época em que foi criado, Urban não tinha suas ferramentas atuais para desenvolver modelos mais elaborados de modelagem de massa, naquela época a única possibilidade era criar quadrados ou retângulos geralmente centrado no meio do lote, ou com algum afastamento ou recuo aplicado de forma linear. Assim, CityEngine foi a maneira de criar e colocar em perspectivas diferentes formas de modelagem de massa, e estudar suas relações com os parâmetros urbanísticos de CA, TO e recuos, e seus relacionamentos com áreas livres públicas e privadas, e as áreas construídas.

Figura 5.3: Exemplo de modelos quadras estudados



Fonte:Elaborada pelo Autor

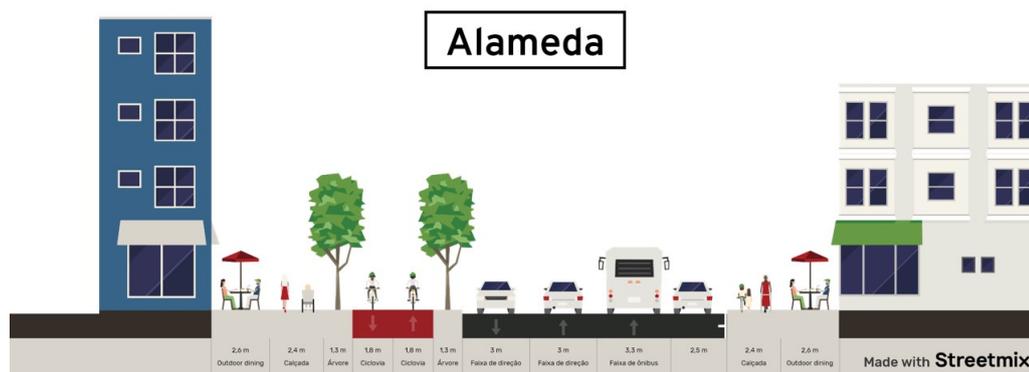
Figura 5.4: Exemplo quadras com diferentes formatos e mesma regra



Fonte:Elaborada pelo Autor

Uma frente do processo que foi desenvolvida desde o início, foi pensar nas ruas, estradas, caminhos de pedestres. Este foi um ponto de muitas opiniões divergentes durante o processo, pois foi preciso pensar no projeto como um todo, e não apenas nas centralidades individualmente, portanto os três grupos precisam criar um sistema conectado, além do mesmo precisar estar de acordo com muitas expectativas externas e internas ao projeto. Sobre o software usado para criar os modelos, CityEngine tem um conjunto de ferramentas para modelar ruas completas, que atingi resultados LoD, bastante realista. Para o processo de *brainstorm* do sistema viário, o site StreetMix, (STREETMIX, 2021), foi de boa serventia, pois é rápido para qualquer um representar sua ideia em um modelo, como é possível ver na figura Figura 5.5. Assim, o modelo final tem a modelagem das ruas em 3D usando a Biblioteca de Rua Completa do CityEngine (WASSERMAN, 2015), que possui muitas opções de customização e geração de modelos automatizados de acordo com a necessidade, e a única dificuldade encontrada foi desenhar uma chicanas em algumas ruas, que precisa ser feita manualmente, ou programada manualmente como uma extensão da ferramenta já construída. Abaixo alguns exemplos de diferentes tipos de modelos de estrutura viária para o projeto: vias pedestres na Figura 5.6, ruas exclusivas para transporte publico na Figura 5.7 e ruas arteriais na Figura 5.8.

Figura 5.5: Exemplo de uso do StreetMix



Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 5.6: Exemplo de via para pedestre



Source: USGS, NGA, NASA, CGIAR, GEBCO, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodastasyrlsen and the GIS User Community | Coordenadoria de Georreferenciamento / DEPI / UNICAMP | CGU/CPlan | Prefeitura Universitária/DSIS | CGU

Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 5.7: Exemplo de via para transporte publico



Fonte:Elaborada pelo Autor

Figura 5.8: Exemplo de via arterial

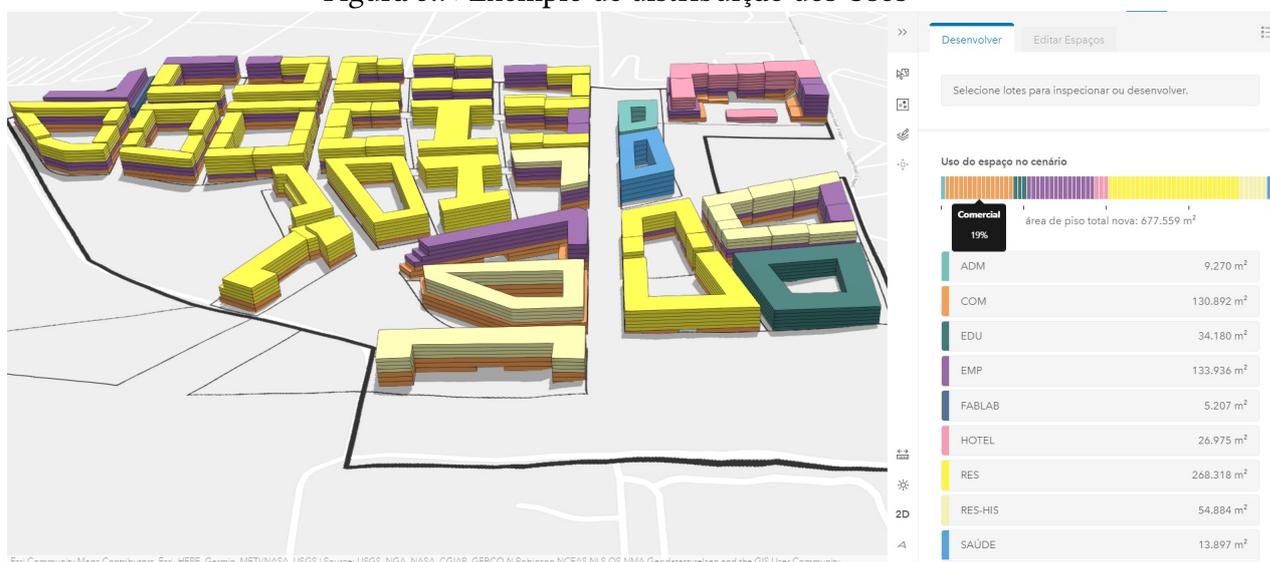


Fonte: Elaborada pelo Autor

Dando prosseguimento ao processo foi distribuído os usos do edifício, para as massas estudadas anteriormente, quando o projeto estava nessa etapa o Urban não possuía a habilidade para modelagem em massa e utilização de índices de CA e TO, por isso a mesma foi feita usando o CityEngine, e carregar no Urban os volumes das massas, já no Urban foram criados alguns

modelos de distribuição de uso dos espaços. Dessa forma foi possível ver a distribuição e a área foi alocado para cada tipo de uso, e foi possível criar diferentes cenários explorando diferentes alturas e morfologias, além de diferentes distribuições de usos. Com a atualização que aconteceu na ferramenta ao final do projeto, esta ocupação foi revisitada e reformulada em virtude das novas ferramentas permitem modelarem de forma mais detalhada e prática a distribuição para cada edifício ou mesmo para frações do edifício. O resultado após a distribuição pode ser visto na Figura 5.9 e como o zoneamento é possível ver as métricas sobre o uso para a área destacados a direita na imagem, com a área e porcentagem de cada uso dentro da área de estudo.

Figura 5.9: Exemplo de distribuição dos Usos

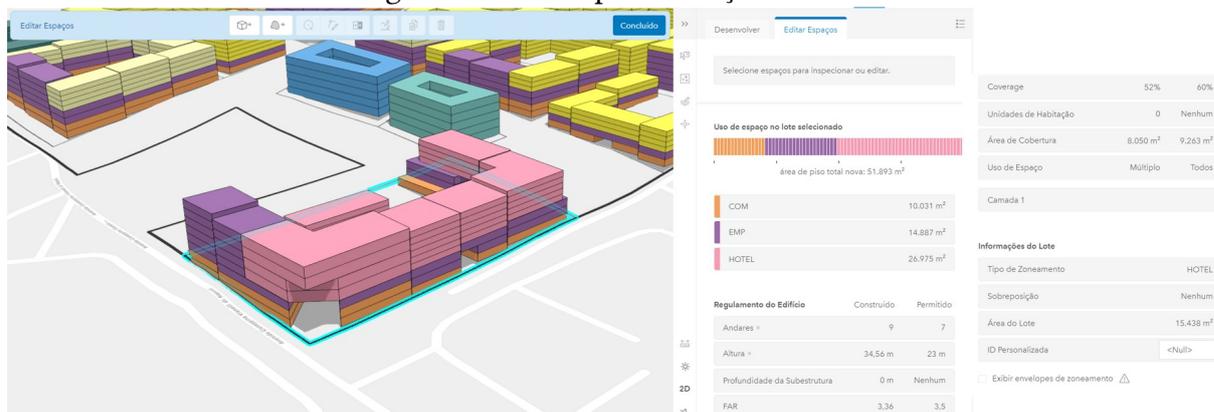


Fonte: Elaborada pelo Autor

Um ponto que vale destacar na ferramenta, que não foi possível utiliza-lo em sua totalidade durante o projeto, pois ela ficou disponível após esta parte do processo com a nova atualização da ferramenta. É a métrica para o lote, é possível ver para cada lote que é trabalhado, no caso do caso de estudo, o tamanho do lote é a quadra inteira. Mas é possível ver as métricas para o modelo desenhado e durante suas atualizações e modificações para cada lote, com os dados de CA, TO, Altura, Número de andares, número de habitações, e área e porcentagem de cada uso no lote. Um exemplo pode ser visto na Figura 5.10, alguns pontos de destaque, o lote que está sendo modificado/analísado é o com contorno azul, os dados aparecem á direita em duas colunas, são sequenciais com o *scroll* do mouse, e os itens que possuem uma bola cinza na frente do nome como Andares e altura nesse exemplo da imagem, são os caso que o número de andares ou altura permitidos no lote em decorrência do zoneamento. A coluna construída,

é os dados referente a modelagem e o permitido em decorrência das regras de zoneamento. Esse exemplo foi escolhido para demonstrar a possibilidade de se modelar diferentes formas nos andares, o que não era permitido na versão anterior.

Figura 5.10: Exemplo de edição de Lote



Fonte: Elaborada pelo Autor

E a última parte do processo foi explorar as métricas do Urban, que foi feita aplicando dados nos diferentes usos que foi criado, assim, fornecendo alguns dados de entrada, como exemplo o uso residencial na Figura 5.11, para para o Urban consiga obter muitos resultados derivados, por exemplo, a população estimada, que se baseia em duas informações inseridas no modelo, o tamanho dos domicílios, e o número de pessoas para cada domicílio. Urban veio com alguns dados com formulas já calculadas como população, domicílios, vagas de estacionamento, consumo de energia, e outros que precisam apenas das informações de entrada para obter os resultados para todos os cenários que tem no modelo. Como pode ser visto na figura Figura 5.12, estes são os resultados que são obtidos para o estudo de caso. Caso esses dados de entrada referente aos usos precisam ser atualizados, o software recalcula apos a alteração todas as métricas vinculadas.

Figura 5.11: Exemplo de dados de entrada Residencial

RES	268.318 m ²
Parâmetros	
Área Útil	228.070 m ²
Altura do Piso	3 m
Área+ Estacionamento por domicílio	125 m ²
Vagas de estacionamento obrigatórias po...	1
Vaga por Domicílio	1
Pessoa por Domicílio	3,1
Água residual por pessoa	160 l/d
External water use per person	200 l/d
Consumo de energia por pessoa	2,37 kWh/d
Mais Detalhes	

Fonte: Elaborada pelo Autor

Figura 5.12: Exemplo de Métricas Cenário CA 3,5

Área de Estudo	
População	7.722
Domicílios	2.491
Empregos	11.725
Vagas de estacionamento	4.900
Vagas de estacionamento necessárias	4.900
Consumo de Energia	18.301,47 kWh/d
Consumo de Água	1,54 mi l/d
Água residual	1,24 mi l/d

Fonte: Elaborada pelo Autor

Esse processo foi como o terceiro grupo obteve o resultado, mas como mencionado no início desta discussão tem uma segunda parte, os outros dois grupos, como explicado no capítulo de contexto, usam seus próprios caminhos e ferramentas para alcançar seus resultados. Mas no final foi possível utilizar Urban para integrar e mostrar todos os outros resultados. Para isso foi necessário algum tempo, para migrar os modelos todos para o mesmo projeto, e como mencionado na revisão do software a atualização anual de Urban faz com que a integração com CityEngine falhasse, então o trabalho ficou muito mais complexo a ser feito. Mas na final, foi possível criar um modelo, que tem 2 versões de cada uma das duas áreas que serão

desenvolvidas, com CA's diferentes e uma para o parque. Outro ponto que foi adicionado no modelo final foi o contexto, como as construções em massa da Unicamp e as árvores e luzes de rua, essa área já mapeada para eles, e a modelagem de rua na CityEngine também foram inseridas. o projeto está dividido em 3 partes: Plato Central, Centro-Sul e Parque, e quando se acessa é possível ver as outras como contexto. As figuras: Figura 5.13, Figura 5.14, Figura 5.15, Figura 5.16 e Figura 5.17 mostram uma isometria de cada uma das áreas com os dois cenários de CA com 2,5 e 3,5 e uma vista do parque com seus zoneamentos.

Figura 5.13: Isométrica Plato Central com CA 2,5



Fonte: Elaborada pelo Autor

Figura 5.14: Isométrica Plato Central com CA 3,5



Fonte: Elaborada pelo Autor

Figura 5.15: Isométrica Centro-Sul com CA 2,5



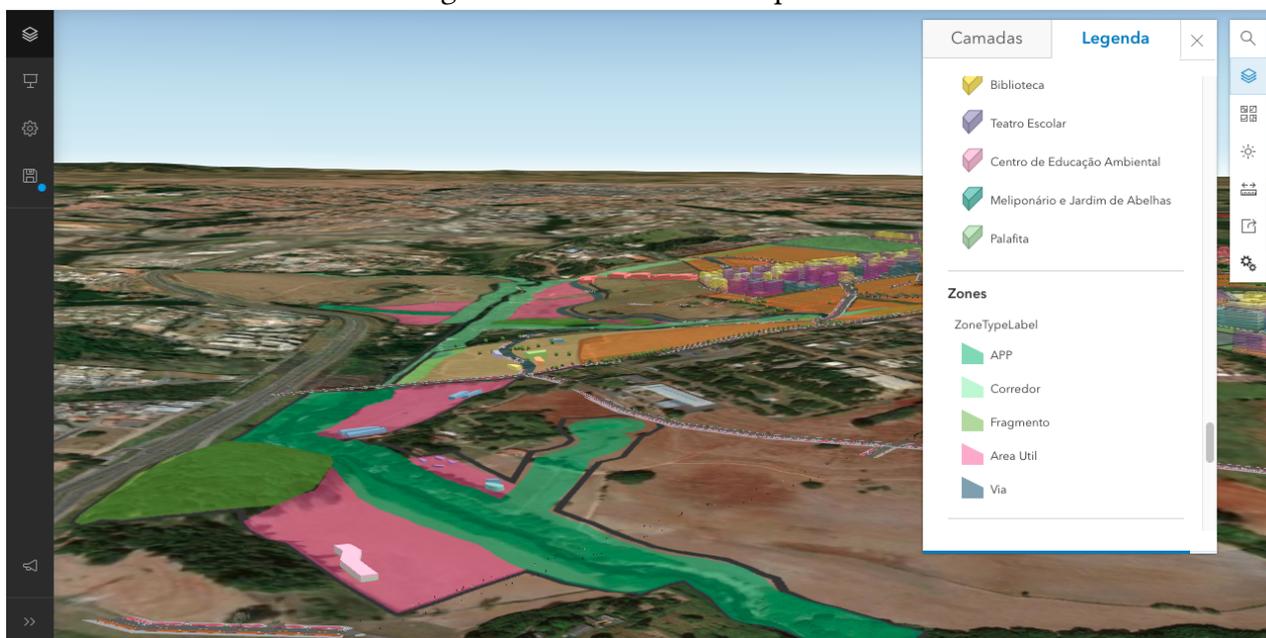
Fonte: Elaborada pelo Autor

Figura 5.16: Isométrica Centro-Sul com CA 3,5



Fonte: Elaborada pelo Autor

Figura 5.17: Isométrica Parque



Fonte: Elaborada pelo Autor

E como resultado final, os modelos foram publicados e podem ser comentados por qualquer pessoa com o link para cada um deles, esta ferramenta pode ser utilizada para compartilhar os modelos com agentes externos, além de poder ser utilizada para uma participação da comunidade durante um processo de participativo no futuro, um exemplo de como é feito os comentários estão na Figura 5.18. Para ter acesso a visualização não é necessário ter nada

mais do que acesso à Internet para fazê-lo e o link de acesso. Pode ser feito através de um celular, não recomendado por causa do tamanho da tela que pode atrapalhar na visualização.

Figura 5.18: Exemplo de comentário em modelo Urban



Fonte: Elaborada pelo Autor

Capítulo 6

Revisão de Softwares: Resultados e Discussões

Na revisão do software, foi mostrado características, historia e preços de forma mais geral, mas agora após apresentado o estudo de caso é possível destacar melhor alguns pontos para discussão. Um desse pontos que podem ser melhor explorado após o estudo de caso são os usuários-alvo, pois é possível exemplificar como cada software poderia ter sido usado de forma mais apropriada, utilizando exemplos do estudo.

A primeira ferramenta da revisão, foi o AutoCAD, como mostrado um dos grupos que usou essa ferramenta para modelar a área do parque, e que atendeu as necessidades deles pois foi necessário detalhar muitas estruturas, que com as outras ferramentas, eles necessitariam estudar e apreender desde o início como se faz. Os pontos de maior detalhamento mencionados aqui são, por exemplo, passagem de fauna, estruturas com finalidades bem detalhadas ou passagens de pedestres. E diferente dos outros dois grupos o parque precisa ter um programa muito detalhado, por exemplo, os outros grupos indicam que algumas áreas serão utilizadas para cultura e esportes em uma ocupação futura, nesta fase do projeto urbano já é suficiente para as outras duas áreas, mas para se adequar ao programa e aos objetivos do parque, eles precisam ser mais específicos mais detalhados. Portanto, esta ferramenta ajudou e muito nisso. Esse software hoje, é uma ferramenta com muito usuário em engenharia e arquitetura, por exemplo, para projetos de casa, prédios, parte mecânica de um caminhão, chips e placa para eletrônica, tubulações e outros.

O segundo, o Rhinoceros 3D, como mostrado no caso do estudo, foi utilizado por um dos grupos que tinham a maior área a ser projetada. Tem um uso muito semelhante ao do Auto-

CAD, mas a principal diferença é a possibilidade de programação e automação, que abre muito mercado para novos usos, novas pesquisas, novos desenvolvimentos. Esta ferramenta é de grande facilidade para criação de novos modelos com tecnologias em crescimento no mercado e/ou novas tecnologias e abordagens, um exemplo é a possibilidade de integrá-la com a Inteligência Artificial e, por exemplo, utiliza-la em conjunto com algoritmos de otimização já bem explorados, no campo da ciência da computação, para aplicar em novos problemas que podem ser modelados e estudados com esta ferramenta.

A terceira é CityEngine, tem um público muito bem delimitado e uso para modelagem 3D de arquitetura e urbanismo, e como mostrado no caso do estudo, não é tão inovador como o Rhinoceros que permite ao usuário criar qualquer coisa, mas tem seu próprio método de programação que pode ajudar muito no processo de modelagem, e automatizando muitas tarefas que normalmente são feitas manualmente. A diferença é que mesmo com a possibilidade de automatizar e programar grande parte da mudança ainda precisa ser desenvolvida pela ESRI. Portanto, isso pode refletir sobre o público e o uso dessa ferramenta, como mostrado no caso do estudo para desenvolver um estudo usando a ferramenta, ela obtém bons resultados, mas usando o mesmo exemplo mencionado no parágrafo anterior, hoje não é possível integrar essa ferramenta com a Inteligência Artificial, porque a ESRI não desenvolveu uma maneira para isso, está em desenvolvimento como pode ser visto no (LECHOT, 2019), que mostra um exemplo de Inteligência Artificial aplicada em uma otimização do espaço verde em uma construção. O exemplo mostrado é promissor, mas não existe em nenhum lugar da comunidade ESRI, ou centro de aprendizado, como desenvolve-lo ou utiliza-lo. Portanto, por melhor que esta ferramenta seja, ela não foi criada para usuários que desejam programar e modificar a ferramenta para um desenvolvimento pioneiro, pelo menos não na versão atual.

O quarto é o Urban, como mostrado no caso do estudo é uma ferramenta de grande utilidade para a participação pública e para o trabalho em grupo. E alguns aspectos principais para o usuário final é muito fácil de configurar e trabalhar para criar e testar alguns cenários em regulamentação e propostas de leis urbanas. Portanto, o perfil de usuário para esta ferramenta como os exemplos da ESRI mostram são pessoas que trabalham com zoneamento e desenvolvimento de cidades, bairros ou regiões. É a ferramenta mais nova na revisão, portanto ainda tem muito potencial de crescimento, e já está evoluindo e aprimorando suas ferramentas como mencionado no estudo de caso, que teve uma atualização recente com grandes mudanças, o que permite se fazer muito mais para ela, a cada dia.

O quinto é o SketchUp, tem muito usuários com experiência desde de crianças que aprendem na educação básica, passando por usuários que a utilizam por hobby, até usuário profissional que há usam para projetos completos, e chegam em resultados bastante surpreendente com ela. Sobre a programação e automação da ferramenta, diferente das outras que possuem alguma maneira de seu usuário final programar usando interface visual no Rhinoceros + GrassHopper, ou com regras de GCA, para o CityEngine, com o SketchUp o usuário final para desenvolver algo é necessário programar em Ruby, e para isso o talvez necessite ou de um curso de programação, ou um precise de algum tempo de estudo em programação clássica para começar a obter resultados em desenvolver para esse software. Neste caso, a opção de expandi-la não está no poder do usuário final, e às vezes, precisa de um grupo multidisciplinar, ou uma pessoa em conhecimento em mais de uma área para obter o mesmo resultado que nas outras, nesta ferramenta.

O sexto e último é o SuperMap. Ele tem muito potencial integrando diversas ferramentas que são populares e de alta tecnologia no mercado. Mas o usuário para esta aplicação precisa ter um forte *background* em estrutura de dados, e como os dados estão organizados, para poder explorar e usar esta ferramenta. Como diferente da outra, ela não tem uma configuração fácil, não é dedutível seu uso, e se o usuário não entender o que acontece com seus dados, provavelmente enfrentará diversos problemas. Portanto, esta ferramenta é uma ótima solução para integrar e fundir diferentes tecnologias, mas precisa de muitas horas de trabalho, para entender seu funcionamento e como obter os melhores benefício dela. Portanto, alguém que quer algo fácil de fazer, este não é o software mais recomendado no momento, e até mesmo pessoas com mais tempo, se o usuário não tiver um conhecimento muito bom do que são seus dados e como eles são armazenados em bancos de dados, a pessoa terá dificuldades para usar esta ferramenta. Mas para equipes mais especializadas, ela pode ter ótimos resultado e integrar funcionalidades de primeira linha aos projetos.

Capítulo 7

Conclusões

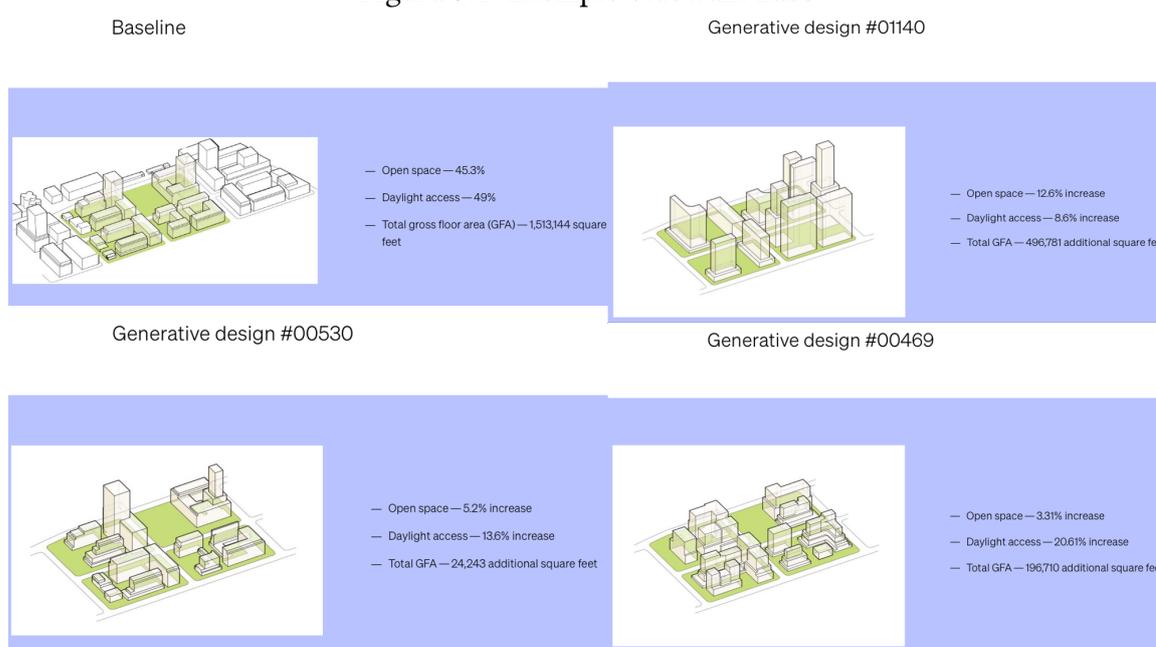
Assim, o objetivo deste projeto foi atingido mostrando como usar e selecionar ferramentas mais acessíveis a certas metas, para alcançá-lo foi realizada uma revisão do software, depois foi mostrado um estudo de caso e explicado o processo de seleção das ferramentas, nesta parte também é mostrado que não existe apenas uma opção e nem uma ferramenta perfeita para tudo e para todos. Em seguida, são mostrados os resultados obtidos com a aplicação da ferramenta e, com base nisso, discute-se como ferramentas semelhantes podem ser utilizadas por diferentes pessoas, setores ou para diferentes objetivos, e a decisão pela ferramenta certa, necessita de alguns critérios não apenas dependendo da ferramenta, mas também do projeto, da meta, da equipe envolvida e do tempo disponível para execução. E este processo pode ser usado e replicado com outras ferramentas, ou com as mesmas ferramentas em outros projetos, ou mesmo para refazer o mesmo projeto, ou caso de estudo.

As ferramentas e os software estão em constante mudança e evolução, como exemplo esta revisão tem o AutoCAD que tem quase quarenta anos de seu primeiro lançamento, e o Urban que tem três anos. Portanto, esta indústria está em constante mudança com novas atualizações ou novas ferramentas surgindo a cada dia para melhorar os resultados, o desempenho ou mesmo automatizar o processo e tornar obsoletas as velhas formas de trabalho. Assim, cada vez mais, vê-se ferramentas com as quais seu usuário podem criar suas próprias ferramentas, o que talvez soasse uma utopia, mas já temos máquinas fazendo novas máquinas, pessoas criando em suas casas produtos com suas impressoras 3D, por que não dar a possibilidade a qualquer um de melhorar um software (ou adequá-lo) por si só. A ciência da computação está cada vez evoluindo e quebrando barreiras, e aplicando isso em outros campos da ciência, e com isso ser possível alcançar resultados que até pouco tempo atrás soasse impossível ou infactível.

Nesse contexto, e para melhor ilustrar que o campo já está indo nessa direção, e não é algo novo ou inexplorado. Em 2021, a BIM4Turkey sediou um evento chamado "FUTURE CITY SUMMIT 2021". (BIM4TURKEY, 2021), que tem um foco em Inteligência Artificial (IA) no Planejamento e Design Urbano, e teve a participação de pesquisadores, empresas de softwares, empresas de construção e escritórios de arquitetura. E eles mostraram como eles estão desenvolvendo e aplicando no campo de IA. Abaixo temos um exemplo de cada um dos setores mencionados, e no que os mesmos estão investindo nessa área e podem ser as novas soluções de um futuro não tão distante.

Um exemplo de uma empresa de software, que participou foi a Sidewalk Labs, uma empresa da Alphabet Inc. (a empresa holding do Google), e eles apresentaram sua ferramenta online Delve funciona e como ela aplica IA em seus processos. Em seu site, diz: "Delve habilita as equipes imobiliárias a projetar melhor, mais rápido, com menos risco"(LABS, 2021). E eles apresentam como eles usam o projeto de seu sistema para criar um modelo generativos usando IA para obter mais opções de modelos, e com melhores desempenhos, que podem ser avaliados tanto equipe de criação quanto pelo cliente final, para que o software absorva as avaliações e consiga usa-las como parâmetro nas próximas gerações daquele modelo. Na Figura 7.1 pode-se notar alguns exemplos do modelo base e alguns modelos gerados pela IA a partir dele.

Figura 7.1: Exemplo Sidewalk Labs



Fonte:(WHITNEY; HO, 2021)

Um exemplo de uma empresa de construção que esteve no evento, é a Turner. Em sua apresentação, eles mostraram como eles são relevantes no mercado como uma das maiores empresas da área, sendo responsáveis por algumas das maiores construções mas altas do mundo, além de diverso outros projetos. Eles têm um programa interno e externo muito grande que incentiva muitas frentes diferentes a usarem de alguma forma a IA em seu processo, tais como, sua parceria com a Boston Dynamics usando o Spot, um robô quadrupede, que possui uma alta robustez e estabilidade permitindo seu uso em ambientes perigosos, tais como lugares instáveis, o robô pode ser observado fazendo a inspeção de um prédio em construção na Figura 7.2. Eles o utilizam para inspecionar locais de trabalho, com suas câmeras. É um caso bem completo e complexo, que tem muita IA envolvida desde do próprio robô, até a inspeção. A empresa também usa a IA em outras aplicações como Análise Meteorológica, Rastreamento e Análise de Produtividade, Análise de Segurança em Locais de Trabalho, Análise de Riscos, e até como Assistentes pessoal para programar reuniões.

Figura 7.2: Spot: Robô da Boston Dynamics

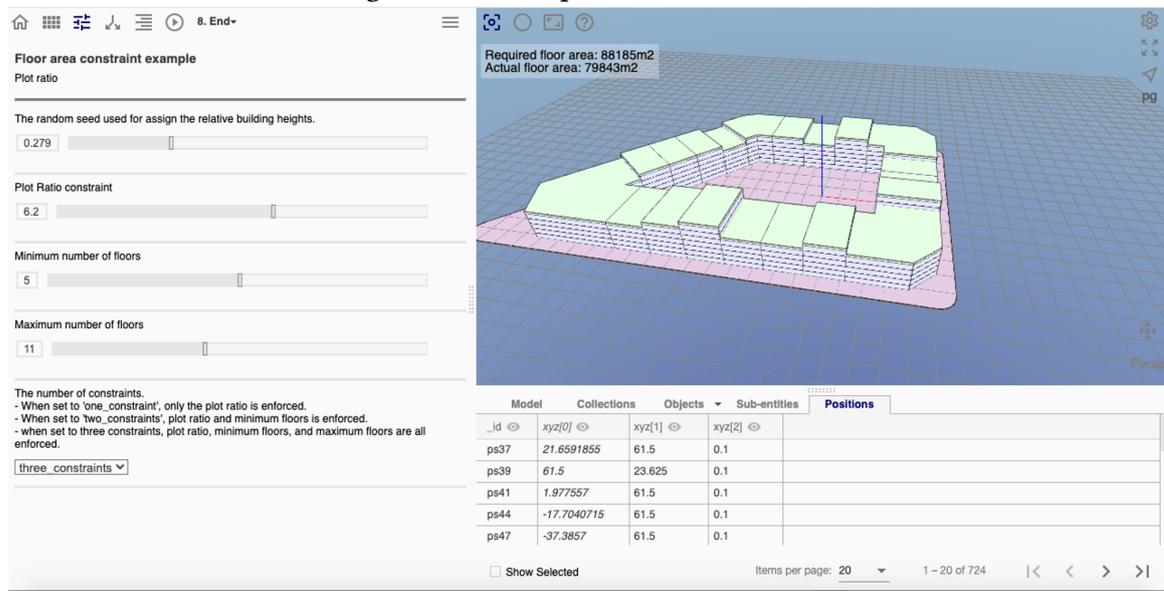


Fonte:(CAO, 2021)

Um exemplo de pesquisa foi a apresentada por Patrick Janssen e Likai Wang, da Universidade Nacional de Cingapura e da Universidade de Nanjing respectivamente, eles apresentaram dois produtos Möbius Moduller é uma plataforma web de código aberto para a construção de aplicativos de modelagem. Tais aplicativos permitem aos usuários criar procedimentos de modelagem utilizando técnicas de programação visual, combinando fluxogramas com codificação

por blocos. Os modelos podem ser publicados como páginas web interativas, permitindo que os visitantes na web explorem os modelos. (MÖBIUS, 2021b), e a segunda ferramenta que eles apresentaram é um Möbius Evo, que é uma aplicação que utiliza algoritmo evolutivo (que é um subconjunto de Inteligência Artificial) para otimizar os modelos criados pela primeira ferramenta. Na Figura 7.3 tem-se uma imagem do Möbius Moduller com um dos seus modelos de exemplo.

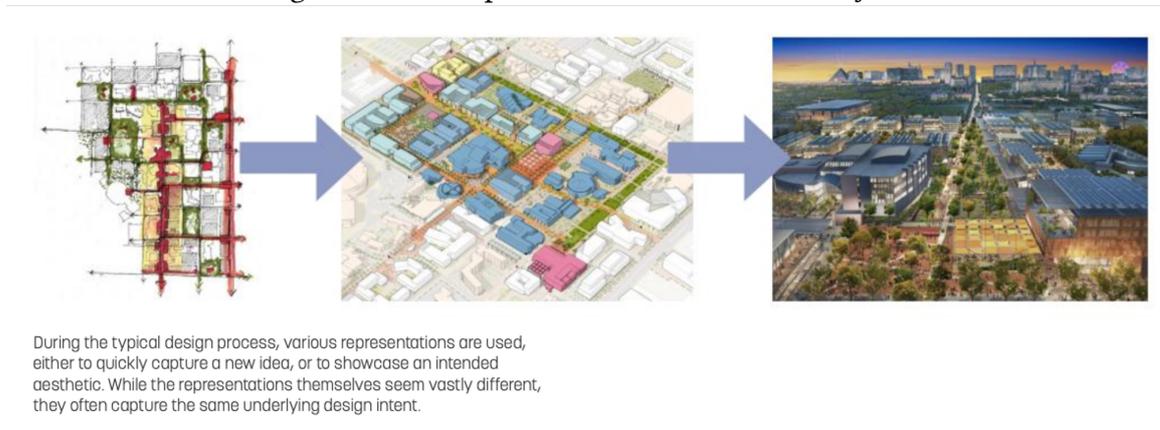
Figura 7.3: Exemplo Möbius Moduller



Fonte:(MÖBIUS, 2021a)

Um exemplo de escritório de arquitetura foi Sasaki, que apresentou "Explorando Redes Generativas Adversariais na Prática de Planejamento e Design" em sua apresentação, mostrando como a Inteligência Artificial pode ser integrada no processo de design. Seu exemplo, como diz o título, é um GAN - Generative Adversarial Network, que é uma classe de Machine Learning (outro subconjunto em Inteligência Artificial), os conceitos e explicação por trás de como seu trabalho não será coberto aqui, mas o resultado foi possível integrar automaticamente Sketch's, que são muito útil no processo de projeto, com renderizações (no caso deles usando imagens do google earth), que pode ser compartilhada e será melhor entendida por um público maior do que o Sketch técnico, essa comparação pode ser observada na Figura 7.4. Eles também mostraram que tem muito mais a explorar com GAN's, por exemplo, eles treinaram um GAN para imagens de satélites de Barcelona, capturando assim aspecto das cidades, este modelo foi aplicado em Boston e o resultado pode ser visto na Figura 7.5

Figura 7.4: Exemplo Sasaki do Sketch ao Projeto



Fonte:(RAMAN et al., 2021)

Figura 7.5: Exemplo GAN Sasaki

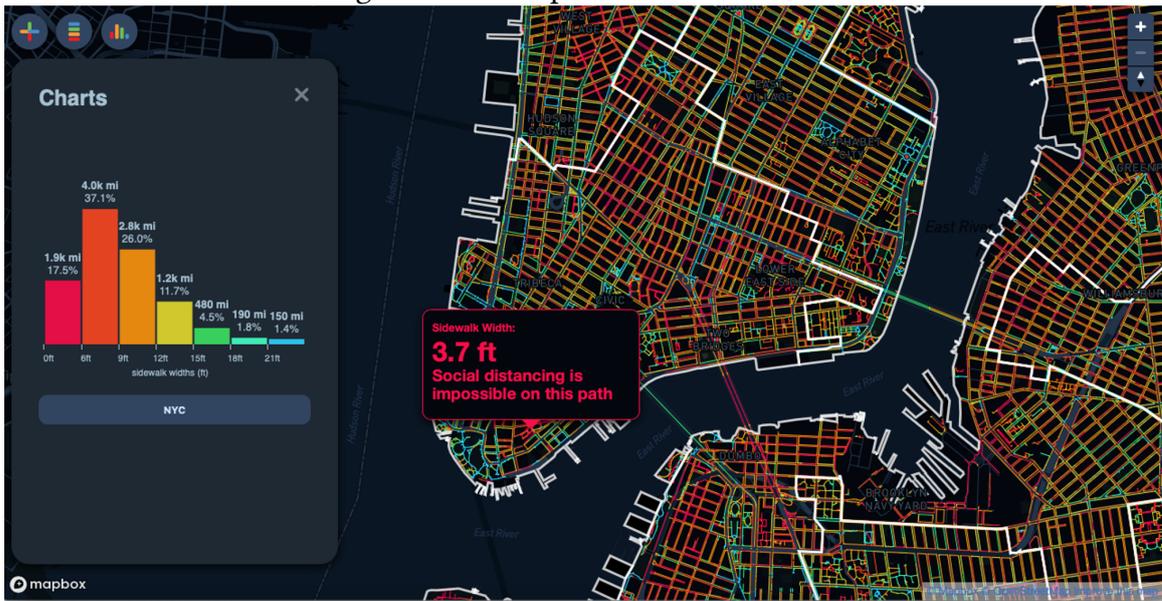


Fonte:(SASSAKI, 2021)

Outro exemplo de escritório de arquitetura apresentado no evento foi o KPF, sua apresentação "Historical AI: A Retrospective on the Year 2020", eles apresentaram muitos projetos que ocorreram devido aos impactos da COVID-19 que começou em 2020, e como puderam usar a IA em seu processo, desde projetos que usam dados urbanos para tomar melhores decisões usando ferramentas de IA, ou projetos que ajudam no *retrofit* de calçadas em Nova York, devido a falta de espaços como pode ser observado na Figura 7.6, para ser adequado à distanciamento social esse projeto em parcerias com outros escritórios e agentes da cidade chamam *Neighborhoods Now* e algumas imagem do projeto podem ser vista em Figura 7.7, passando por projetos para integrar bairros diferentes (culturalmente e morfologicamente) usando a IA para

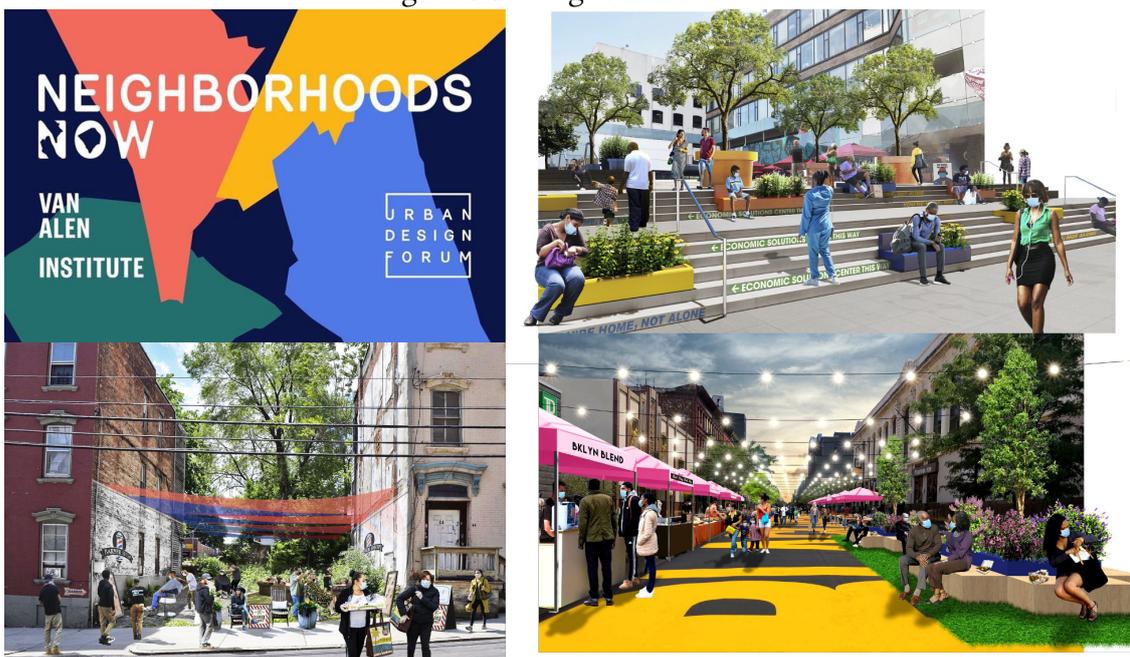
prever as fronteiras com melhores infra-estruturas e ocupações, harmonizando a transição entre os dois. Muito mais sobre seu trabalho nesta direção está disponível em seu website que eles chamaram de KPFIUI no que UI é o acrônimo de Urban Interface(KPF, 2021a). Um exemplo de trabalho é o Scout ferramenta para exploração de cenários como pode ser observado na Figura 7.8

Figura 7.6: Exemplo NYC Width Street



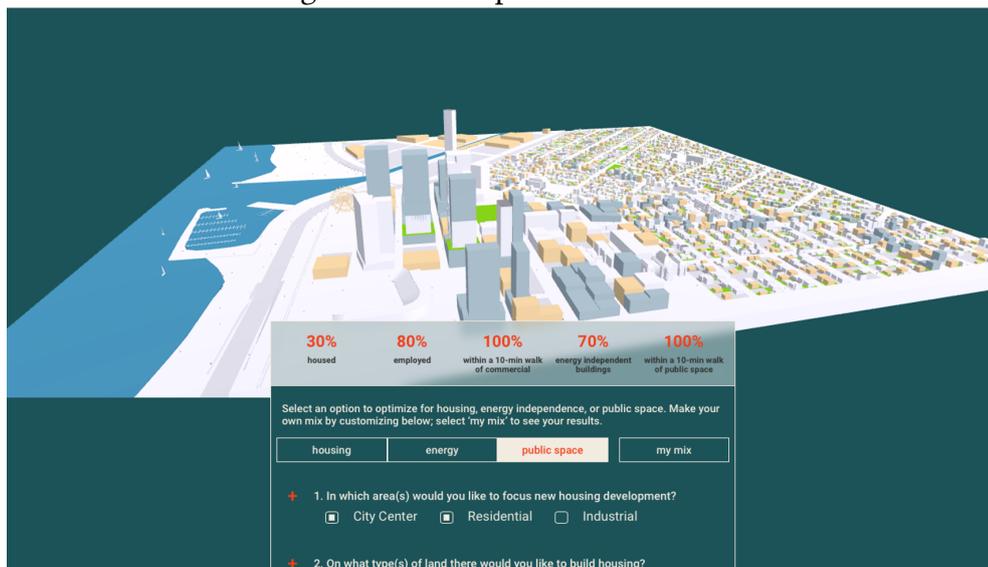
Fonte:(HARVEY, 2021)

Figura 7.7: Neighborhoods Now



Fonte:(KPF, 2021b)

Figura 7.8: Exemplo Scout - KPFUI



Fonte:(KPFUI, 2021)

Outro ponto que também foi mostrado é uma tendência de algumas ferramentas principalmente as mais novas serem totalmente online, e esse fato levanta velhos questionamentos, se um dia todas as ferramentas serão online. A resposta para essa questão pode estar mais relacionada com fatores externos, pois hoje já existem super computadores, e servidores em nuvem que conseguiriam facilmente e por um custo cada vez menor realizar tarefas que os computadores pessoais se esforçam e demoram muito tempo. Porém um dos gargalos dessas tecnologias são justamente a necessidade de infraestrutura de rede, se analisar o Brasil a velocidade média de conexão de internet fixa é 100Mb/s (BRAGA, 2021), essa quantidade é pouca se pensar em modelagem 3D em nuvem para visualização em tempo real, e se pensar em internet móvel essa média cai para 32,7Mb/s. Uma possível solução para esse problema é o 5G, que promete ser possível uma velocidade e estabilidade necessária até para operar pessoas a distância (ANDRION, 2020). Porém mesmo que isso venha a acontecer, ainda pode ser um realidade um quanto distante para os brasileiro principalmente os que vivem fora das grandes cidades com Rio de Janeiro e São Paulo, visto que são necessários grandes investimentos pela empresas de internet móvel e fixa para um infraestrutura para o 5G. Então é mais provável e viável que novas ferramentas sejam híbridas nas quais elas possuem parte de seus dados em nuvem que permitem inclusive o trabalho em grupo e simultâneo, porém ainda será necessário a instalação e utilização dos recurso de hardware local para o processamento dos softwares, isso garantiria que mesmo pessoas que não possuam uma velocidade de internet tão alta consiga participar ou utilizar essas ferramentas.

Referências

AGILICITY (Ed.). **MODELUR (Urban Design Extension) v2021.08.01**. 2021. Disponível em: <<https://sketchucation.com/plugin/741-modelur>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

ALLEMANN, D. (Ed.). **What's New in ArcGIS Urban (July 2021)**. 2021. Disponível em: <<https://community.esri.com/t5/arcgis-urban-blog/what-s-new-in-arcgis-urban-july-2021/ba-p/1081206>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

ALPAYDIN, E. **Machine learning : the new AI**. 1. ed. Cambridge, MA, USA: MIT Press, 2016. p. 206. ISBN 978-0-26-252951-8.

ANDRION, R. (Ed.). **Entenda como o 5G pode permitir cirurgias a distância**. 2020. Disponível em: <<https://olhardigital.com.br/2020/09/10/videos/entenda-como-o-5g-pode-permitir-cirurgias-a-distancia/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

AUTOCAD (Ed.). **AutoCAD software Overview Page**. 2021. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/autocad/overview>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

AUTOCAD (Ed.). **What's included with AutoCAD**. 2021. Disponível em: <<https://www.autodesk.com/products/autocad/included-toolsets>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

BIM4TURKEY (Ed.). **FUTURE CITY SUMMIT 2021**. 2021. Disponível em: <<https://bim4turkey.com/en/events/bim-summit-2/future-city-summit-2021-4>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

BRAGA, L. (Ed.). **Internet fixa no Brasil tem 100 Mb/s de velocidade média, diz Ookla**. 2021. Disponível em: <<https://tecnoblog.net/463052/internet-fixa-no-brasil-tem-100-mb-s-de-velocidade-media-diz-ookla/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CAO, L. (Ed.). **How Does Spot Work? The Robot That Compares Design to Reality at the Construction Site**. 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com/954784/how-does-spot-r-work-the-robot-that-compares-design-to-reality-at-the-construction-site>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

CELANI, G. et al. HIDS: Caderno 1 - Projetos Referenciais. **Campinas: Universidade Estadual de Campinas**, 2021.

CELANI, G. et al. HIDS: Caderno 3 - Leitura do Território. **Campinas: Universidade Estadual de Campinas**, 2021.

CELANI, G. et al. HIDS: Caderno 6 - Exercício de Projeto. **Campinas: Universidade Estadual de Campinas**, 2021.

- DESIGNSCAD (Ed.). **Urban Design – Sulaymaniyah DWG Block for AutoCAD**. 2021. Disponível em: <<https://designscad.com/downloads/urban-design-sulaymaniyah-dwg-block-for-autocad/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- DONLEY, M. (Ed.). **History of Sketchup**. 2011. Disponível em: <<https://mastersketchup.com/history-of-sketchup/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ESRI (Ed.). **ArcGIS Pro Pricing**. 2021. Disponível em: <<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/buy>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ESRI (Ed.). **Esri Acquires 3D Software Company Procedural**. 2011. Disponível em: <<https://www.esri.com/news/releases/11-3qtr/esri-acquires-3d-software-company-procedural.html>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ESRI (Ed.). **ESRI CityEngine Overview**. 2021. Disponível em: <<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-cityengine/overview>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- ESRI (Ed.). **Who We Are - About Esri**. 2021. Disponível em: <<https://www.esri.com/en-us/about/about-esri/who-we-are>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- FINK, T.; KOENIG, R. (Ed.). **Integrated Parametric Urban Design in Grasshopper / Rhinoceros 3D**. 2019. Disponível em: <http://papers.cumincad.org/data/works/att/ecaadesigradi2019_398.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- GROUP, a+t research. **50 Urban Blocks**. 1. ed. Vitoria-Gasteiz - Spain: A+T, 2017. p. 55. ISBN 978-84-617-9436-2.
- HARVEY, A. (Ed.). **Sidewalk Widths NYC**. 2021. Disponível em: <<https://www.sidewalkwidths.nyc/#13/40.714/-74.005>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- HIDS (Ed.). **About HIDS**. 2021. Disponível em: <<http://www.hids.unicamp.br/en/about/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- HIDS (Ed.). **HIDS Physical-Spatial Design**. 2021. Disponível em: <<http://www.hids.unicamp.br/en/master-plan/physical-spatial-design/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- KAGKOU, R. (Ed.). **Masterplan Design with CityEngine and ArcGIS Urban**. 2020. Disponível em: <<https://www.esri.com/arcgis-blog/products/city-engine/design-planning/masterplans-with-cityengine-and-urban/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- KPF (Ed.). **KPF UI**. 2021. Disponível em: <<https://ui.kpf.com>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- KPF (Ed.). **Neighborhoods Now**. 2021. Disponível em: <<https://www.kpf.com/projects/neighborhoods-now>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- KPFUI (Ed.). **Scout**. 2021. Disponível em: <<https://scout.build>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- LABS, S. (Ed.). **Delve**. 2021. Disponível em: <<https://www.sidewalklabs.com/products/delve>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

- LECHOT, C. (Ed.). **Building Modeling Optimization Using Machine Learning**. 2019. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=PYEQQaSGDEE&t=8s>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MCNEEL, R.; ASSOCIATES (Ed.). **The History of Rhino**. 2021. Disponível em: <<https://wiki.mcneel.com/rhino/rhinohistory>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MCNEEL, R.; ASSOCIATES (Ed.). **What does NURBS mean and why should I care?** 2021. Disponível em: <<https://wiki.mcneel.com/rhino/nurbs>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MÓBIUS (Ed.). **Möbius Dashboard**. 2021. Disponível em: <<https://mobius.design-automation.net/dashboard>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MÖBIUS (Ed.). **Möbius Overview**. 2021. Disponível em: <<http://design-automation.net/software/mobius/index.html>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MODELUR (Ed.). **Modelur for Rhinoceros**. 2021. Disponível em: <https://shop.modelur.com/cartflows_step/early-rhino/>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MODELUR (Ed.). **Modelur Plans Pricing**. 2021. Disponível em: <<https://modelur.com/pricing/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MODELUR (Ed.). **Parametric Buildings**. 2021. Disponível em: <<https://modelur.com/features/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- MORRISH, K. (Ed.). **ArcGIS Urban - Smart Cities and Digital Tools in Urban Planning**. 2021. Disponível em: <<https://storymaps.arcgis.com/stories/9cbd4ec8f152413dae52c1f038628eca>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- NGUYEN, V. (Ed.). **Urban design**. 2016. Disponível em: <<https://3dwarehouse.sketchup.com/model/a17c0531-2710-4103-ab15-bf3dc31caf5e/Urban-design>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- PROCEDURAL (Ed.). **Procedural LinkedIn**. 2021. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/company/procedural-inc./about/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- RAMAN, R. A. et al. (Ed.). **Machine Learning for Design**. 2021. Disponível em: <<https://www.sasaki.com/voices/publication-spotlights-sasakis-innovative-research-initiatives/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- RHINO (Ed.). **Rhino - Buy - Rhinoceros**. 2021. Disponível em: <<https://www.rhino3d.com/en/sales/latin-america/Brazil/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- RUSSEL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. 4. ed. Hoboken, NJ, USA: Pearson Education Inc., 2020. p. 1115. ISBN 978-0-13-461099-3.
- RUTTEN, D. (Ed.). **GH's Origin?** 2013. Disponível em: <<https://www.grasshopper3d.com/m/discussion?id=2985220:Topic:890961>>. Acesso em: 22 ago. 2021.
- SASSAKI (Ed.). **Sasaki Technologists Present on the Future of Machine Learning in Design**. 2021. Disponível em: <<https://www.sasaki.com/voices/sasaki-technologists-present-on-the-future-of-machine-learning-in-design/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SMITH, N. Cities after Neoliberalism. **Smith, N., Rolnik, R., Ross, A., David, M., After Neoliberalism: cities and systemic chaos, Barcelona, Contra-Textos/MACBA**, 2011.

STAEHLI, L. (Ed.). **Sketchup Develop**. 2021. Disponível em: <<https://developer.sketchup.com>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

STAEHLI, L. (Ed.). **Urban and CityEngine Sync not working after update**. 2021. Disponível em: <<https://community.esri.com/t5/arcgis-urban-questions/urban-and-cityengine-sync-not-working-after-update/m-p/1081619#M131>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

STREETMIX (Ed.). **Street Mix**. 2021. Disponível em: <<https://streetmix.net/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SUPERMAP (Ed.). **3D Visualization in Gridding Governance - Take Laoshan District as An Example**. 2021. Disponível em: <https://www.supermap.com/en-us/news/?82_3085.html>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SUPERMAP (Ed.). **About SuperMap**. 2021. Disponível em: <https://www.supermap.com/en-us/about/?78_1.html>. Acesso em: 22 ago. 2021.

SUPERMAP (Ed.). **Download and Online Help SuperMap**. 2021. Disponível em: <<https://www.supermap.com/en-us/html/down.html>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

TERREY, K. (Ed.). **ENHANCE YOUR ARCGIS URBAN EXPERIENCE WITH 3D**. 2020. Disponível em: <<https://www.nearmap.com/au/en/aerial-view-blog/arcgis-urban-with-nearmap-3d-imagery>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

TRIMBLE (Ed.). **Sketchup Plans and Price**. 2021. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/plans-and-pricing#for-higher-education>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

URBAN, A. (Ed.). **ArcGIS Urban Transforms City Planning**. 2019. Disponível em: <<https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/arcgis-urban-transforms-city-planning/>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

WASSERMAN, D. (Ed.). **Complete Street Rule**. 2015. Disponível em: <https://github.com/d-wasserman/Complete_Street_Rule>. Acesso em: 22 ago. 2021.

WEISBERG, D. E. (Ed.). **The Engineering Design Revolution**. 2006. Disponível em: <<https://cadhistory.net/08%5C%20Autodesk%5C%20and%5C%20AutoCAD.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

WHITNEY, V.; HO, B. (Ed.). **A first step toward the future of neighborhood design**. 2021. Disponível em: <<https://www.sidewalklabs.com/insights/a-first-step-toward-the-future-of-neighborhood-design>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

WIKIPEDIA (Ed.). **CityEngine Wikipedia**. 2021. Disponível em: <<https://en.wikipedia.org/wiki/CityEngine>>. Acesso em: 22 ago. 2021.



ANEXO 1 – Termo de Autorização – Especialização

Termo de Autorização - Cursos Lato Sensu da UNICAMP

Eu, Juan Pietro Cucolo Marçula, Brasileiro, Solteiro, Engenheiro da Computação, residente e domiciliado na Rua dos Tupinambás, 953 apto 1106, Belo Horizonte, Minas Gerais, portador do documento de identidade RG, sob o número 36.854.077-7 SSP-SP, na qualidade de titular dos direitos morais e patrimoniais de autor da obra: Ferramentas computacionais aplicadas ao planejamento urbano: comparativo e estudo de caso; Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) de especialização apresentada na Universidade Estadual de Campinas.

[] AUTORIZO, a Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, a reproduzir, disponibilizar na rede mundial de computadores - Internet - e permitir a reprodução por meio eletrônico, da OBRA, a partir desta data.

Belo Horizonte, 15 de Setembro de 2021

Assinatura do Aluno: _____

Juan Pietro Cucolo Marçula

Ciente do Orientador: _____