



UFOP

Universidade Federal
de Ouro Preto

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

ESCOLA DE MINAS

DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO



MINERAÇÃO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES MAIS EFICIENTES

O USO DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA
ARTIFICIAL NAS CIDADES INTELIGENTES

Mírian Aparecida Maia

OURO PRETO, MG

2019

Mírian Aparecida Maia

**MINERAÇÃO DE DADOS PARA A
ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES
MAIS EFICIENTES**

O USO DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS
CIDADES INTELIGENTES

Trabalho Final de Graduação apresentado ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel(a) em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Prof^ª.Sandra Maria Antunes Nogueira

Coorientador: Prof. Agnaldo José da Rocha Reis

OURO PRETO, MG

2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M217m Maia, Mirian Aparecida.

Mineração de dados para a elaboração de planos diretores mais eficientes [manuscrito]: o uso de big data e inteligência artificial nas cidades inteligentes. / Mirian Aparecida Maia. - 2019.
88 f.

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Maria Antunes Nogueira.

Coorientador: Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Arquitetura e Urbanismo .

1. Cidades e vilas - Cidades Inteligentes. 2. Legislação - Plano Diretor.
3. Big Data. 4. Inteligência Artificial. 5. Mineração de dados (Computação). I. Nogueira, Sandra Maria Antunes. II. Reis, Agnaldo José da Rocha. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 72:711.4

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB1716



ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Em 09 de dezembro de 2019, reuniu-se a banca examinadora do trabalho apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso Arquitetura e Urbanismo da Escola de Minas da UFOP, intitulado: **MINERAÇÃO DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DE PLANOS DIRETORES MAIS EFICIENTES : O USO DE BIG DATA E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NAS CIDADES INTELIGENTES**, do aluno(a) **MIRIAM APARECIDA MAIA**.

Compuseram a banca os professores(as) **SANDRA MARIA ANTUNES NOGUEIRA, MAURICIO LEONARD DE SOUZA E IRIS MARINHO ÁVILA GODINHO**. Após a exposição oral, o(a) candidato(a) foi argüido(a) pelos componentes da banca que reuniram-se reservadamente, e decidiram, pelela aprovação, com a nota 7,0.

Orientador(a)

Avaliador 1

Avaliador 2

À minha mãe, que nunca desistiu de mim
Aos meus amigos, que confiaram em mim
A Sandra e ao Agnaldo, que acreditaram na minha ideia
Ao Matheus Xavier, que me salvou de última hora
Ao Kleber Andrade pelas dicas de TCC
Ao Pedro Santiago, pelas dicas e críticas
To Max, that believe in me more than myself
To Lukas, that see all potential inside me
To Hajo, by all caring and patience with me
And to Patrik, by weekly argues and inspiration

“As pessoas irão se acostumar a amar a arquitetura feita pela tecnologia .”

Patrik Schumacher.

“É muito importante que as cidades históricas possam reinventar seu futuro.”

Zaha Hadid.

RESUMO:

De acordo com o levantamento da Fundação Getúlio Vargas sobre Cidades Inteligentes, apenas 20% das cidades brasileiras com mais de 200 mil habitantes têm algum tipo de planejamento inteligente e uso de dados relacionado à melhoria urbana. Porém, a situação é ainda pior se considerarmos o uso efetivo do grande volume de dados disponível (*big data*). Algumas cidades da Europa, Ásia e América do Norte estão se preparando há alguns anos para a nova revolução tecnológica, explorando o uso de *Big Data* e Internet das Coisas para o melhor uso dos recursos públicos e da cidade, enquanto que no Brasil se começa a discutir o tema *Smart Cities*. Diante desse contexto, se objetiva com esta pesquisa mostrar exemplos de uso e sugerir uma melhor aplicação do grande volume de dados disponível atualmente para a elaboração de planos diretores e leis urbanas mais eficientes, efetivos, realistas e flexíveis, priorizando a sustentabilidade e aplicabilidade das novas tecnologias no dia a dia dos cidadãos.

Palavras chaves: Big Data; Planos Diretores; Cidades Inteligentes; Inteligência Artificial; Mineração de Dados.

ABSTRACT:

According to the research of Fundação Getúlio Vargas about Smart Cities, only 20% of Brazilian cities with more than 200,000 people have some kind of intelligent planning and use of data related to urban improvement. The situation is even worse if we consider the actual use of the large data volume available (Big Data). Some cities in Europe, Asia and North America are preparing for the new technological revolution a few years ago, exploring the use of Big Data and Internet of Things for the best use of public resources and the city, while in Brazil the discuss the Smart Cities theme. In this context, the objective of this research is to show examples of use and to suggest a better application of the large volume of data currently available for the elaboration of more efficient, effective, realistic and flexible urban master plans and laws, prioritizing the sustainability and applicability of the new ones. technologies in everyday life.

Keywords: Big Data; Master Planning; Smart Cities; Artificial Intelligence; Data Mining

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 - Quadro de Revisão sobre o uso de Big Data no planejamento urbano chinês.	Página 13
Figura 2 - Teste de Turing.	Página 20
Figura 3 - Esquema de Internet of Things mostrando os usuários finais e áreas de aplicação com base em dados.	Página 26
Figura 4 - Corredor Manchester.	Página 30
Figura 5 - Pilares da Indústria 4.0.....	Página 41
Figura 6 - Funcionamento do CIM em Londres.....	Página 44
Figura 7- O Plano Diretor de Kartal-Pendik.....	Página 47
Figura 8 - O Plano Diretor Inteligente.....	Página 52
Figura 9 - Inovações do SideWalk.....	Página 54
Figura 10 - Localização do Distrito Sede de Ouro Preto a partir do mapa de Minas Gerais e do Brasil..	Página 54
Figura 11 - O Uso e ocupação do solo.....	Página 56
Figura 12 - Suscetibilidade a movimentos de massa.....	Página 56
Figura 13 - Zoneamento Distrito Sede de Ouro Preto.....	Página 58
Figura 14 - Mapa de Áreas de Conflito do Uso do Solo do Município de Ouro Preto	Página 59
Figura 15 - Grafo do Plano Diretor.....	Página 57

Figura 16 - Algoritmo para Plano Diretor Inteligente Proposto.....	Página 66
Figura 17 - Multicritérios para o Potencial de expansão Urbana de Ouro Preto	Página 67
Figura 18 - Análise Multicritérios para o Potencial de expansão Urbana de Ouro Preto	Página 69
Figura 19 - Grafo do sistema de fazenda urbana.....	Página 70
Figura 20 - Sistema de Fazenda Urbana Proposto.....	Página 71

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS:

AI/ IA - *Artificial Intelligence* / Inteligência Artificial

BC - *Blockchain*

BD - *Big Data* / Processamento de Dados

BIM - *Building Information Modeling* / Informação de Modelo Construído

CIM - *City Information Modeling* / Informação de Modelo de Cidade

CPRM - Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais

DM - *Data Mining*/ Mineração de Dados

DL - *Deep Learning*/ Aprendizagem profunda

GPS - *Global Positioning System*/Sistema de Posicionamento Global

GIS - *Global Information System*/Sistema de Informação Global

IoT - *Internet of Things*/ Internet das Coisas

LED - *Light Emitting Diode*/ Diodo Emissor de Luz

ML - *Machine Learning*/ Aprendizagem de máquina

SC - *Smart Cities*/ Cidades Inteligentes

SCADA - *Supervisory Control and Data Acquisition* /Controle Supervisório e Aquisição de Dados

SUMÁRIO:

1.INTRODUÇÃO:	11
1.1 JUSTIFICATIVA:	13
1.2 OBJETIVOS:	16
1.2.1 Objetivos Gerais:	16
1.2.2 Objetivos Específicos:	16
1.3 PRÁTICAS METODOLÓGICAS:	17
2.BIG DATA, DATA MINING, INTERNET OF THINGS E SMART CITIES - O QUE É E COMO FUNCIONA:	18
2.1 ARTIFICIAL INTELLIGENCE:	19
2.1.1 Exemplo de uso - Netflix se adapta a você:	20
2.1.2 Uso da IA no Urbanismo:	20
2.2 BIG DATA:	21
2.2.1 Exemplo de uso - BIM:	21
2.2.2 Uso do BD no Urbanismo:	21
2.3 BLOCKCHAIN:	22
2.3.1 Uso do BC no Urbanismo:	22
2.4 DATA MINING:	23
2.4.1 Exemplo de uso - Google e suas aplicações:	23
2.4.2 Uso do DM no Urbanismo:	23
2.5 DEEP LEARNING E MACHINE LEARNING:	24
2.6 INTERNET OF THINGS:	25
2.6.1 Uso do IoT no Urbanismo:	25
2.7 SMART CITY:	26
2.7.1 Exemplo de Smart City - Copenhagen:	27
2.7.2 Exemplo de Smart City - Manchester:	28
2.7.3 Smart Cities no Brasil:	31
2.8 DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DE SMART CITIES:	33
2.8.1. Problemas éticos e sociais das Cidades Inteligentes:	33
2.8.2 Dificuldades técnicas:	36
3. INOVAÇÕES NO PLANEJAMENTO URBANO:	36
3.1 A INDÚSTRIA 4.0 E A NOVA ECONOMIA URBANA - O DESAFIO DE SER MAIS INCLUSIVO :	38
3.2 NOVAS FERRAMENTAS PARA O PLANEJAMENTO URBANO:	42

3.2.1. Sistema CIM:	42
3.2.2. Linguagens de Programação: Python e R:	44
3.2.3. Parametricismo Urbano:	46
3.3 AFINAL, COMO CRIAR UM PLANO DIRETOR A PARTIR DO USO DE AI, BIG DATA E DATA MINING ?	48
3.3.1. O cuidado com privacidade -Sidewalk:	52
4. ESTUDO DE CASO - DISTRITO SEDE DE OURO PRETO:	54
4.1. Sobre a cidade contemporânea de Ouro Preto:	55
4.2 E se Ouro Preto tivesse um Plano Diretor Inteligente e se tornasse uma Smart City?	59
5. PROPOSTA DE APLICAÇÃO - SMART OP	65
6. PROPOSTA DE APLICAÇÃO E PROJETO FUTURO- IOT E BIG DATA PARA FAZENDA URBANA:	69
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE PROJETOS FUTUROS:	72
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:	74
APÊNDICE:	80
APÊNDICE A - Código em Python	80
APÊNDICE B - Código em R	81
APÊNDICE C - Zoneamento Morfológico Funcional e de Funcionalidades	82
APÊNDICE D - Telas de Rhinoceros , CityEngine e CityCAD	83
ANEXOS:	84
ANEXO A - Cartas de Ouro Preto. Fonte: Matheus Xavier	84
ANEXO B - Arquivos Ouro Preto. Fonte: CPRM	86
ANEXO C - Mapas diagnósticos do atual Plano diretor de Ouro Preto de 2006. Fonte: Prefeitura de Ouro Preto	87
ANEXO C - Mapas diagnósticos do atual Plano diretor de Ouro Preto de 2006. Fonte: Prefeitura de Ouro Preto	88

1.INTRODUÇÃO:

Enquanto algumas cidades do mundo como Beijing e Nova York estão se preparando para a nova revolução tecnológica, explorando o uso de *Big Data* e Internet das Coisas¹ para melhor uso dos recursos públicos e da cidade, no Brasil se começa o assunto sobre Cidades Inteligentes². Há muita confusão entre o conceito de cidades inteligentes e a prática das cidades inteligentes, já que a maioria das pessoas associa isso à melhoria de transporte da cidade e extensivo uso de redes sem fio em pontos públicos de acesso, como praças e parques com rede *wi-fi*.

De acordo com o levantamento da Fundação Getúlio Vargas sobre Cidades Inteligentes, apenas 20% das cidades brasileiras com mais de 200 mil habitantes têm algum tipo de planejamento inteligente e uso de dados relacionado à melhoria urbana. São Paulo, Rio de Janeiro, Curitiba e Belo Horizonte são consideradas as cidades que mais investem em soluções inteligentes no Brasil, mesmo que a maioria dessas soluções seja de mobilidade urbana. Desde 2012 existe a Política Nacional de Mobilidade Urbana³, que obriga que todos os municípios com mais de 20 mil habitantes tenham um plano específico para melhoria e desenvolvimento das vias, dos acessos e transporte público. Porém a lei nº 12.587 não foi suficiente para incentivar a eficiência do planejamento urbano no país. A maioria das pessoas pensam no conceito de mobilidade urbana como o serviço oferecido por aplicativos semelhantes ao Uber, porém não sabem que este serviço opera com dados para garantir aperfeiçoamentos. A situação é ainda pior se considerarmos o uso efetivo de dados, pois esse grande volume de informação está circulando e não é minerado devido a falta de conhecimento de gestores e da população.

Citando esses dados e comparando com outras cidades em outros continentes, se percebe uma realidade totalmente diferente. Desde 2002, há projetos que usam algum tipo de recurso relacionado ao uso de dados coletados para o mapeamento e monitoramento do tecido urbano, no qual se verificam deslocamentos e modificações locais/territoriais e, assim, analisam o próximo

¹ Será explicado posteriormente neste trabalho, no capítulo 2, os conceitos de Big Data e Internet das Coisas.

² Será explicado posteriormente neste trabalho, no capítulo 2, o conceito de Cidades Inteligentes.

³ Lei nº 12.587, de 3 de Janeiro de 2012. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana

Fonte: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm

passo em relação à melhoria e desenvolvimento das cidades. O urbanista contemporâneo deve reconhecer a importância e relevância que o *Big Data* alcançou para uso no planejamento urbano, no design das casas, no cotidiano das pessoas.

A questão do Ambiente Construído em 'Big Data e a Cidade' contém algumas perspectivas reveladoras de como esses novos fluxos de dados, que são em grande parte provenientes de sensores incorporados no ambiente, podem nos ajudar a entender melhor a cidade. Esses dados, que são muito maiores do que qualquer coisa que já tivemos, são grandes em volume porque são transmitidos em tempo real com diferenças temporais medidas em segundos, e são muito variados porque capturam todas as variações que ocorrem quando os dados são gerados, sobre lugares individuais, pessoas e objetos em tão boa resolução. Esses dados estão mudando a forma como vemos a cidade - ela está mudando nosso foco do médio e do longo prazo para o de muito curto prazo: sabemos o que acontece nas cidades em segundos, minutos e horas, no máximo em dias e semanas, e não mais de mais anos e décadas, que tradicionalmente formam o foco da análise e planejamento urbano. (BATTY, 2019. Tradução nossa.)⁴

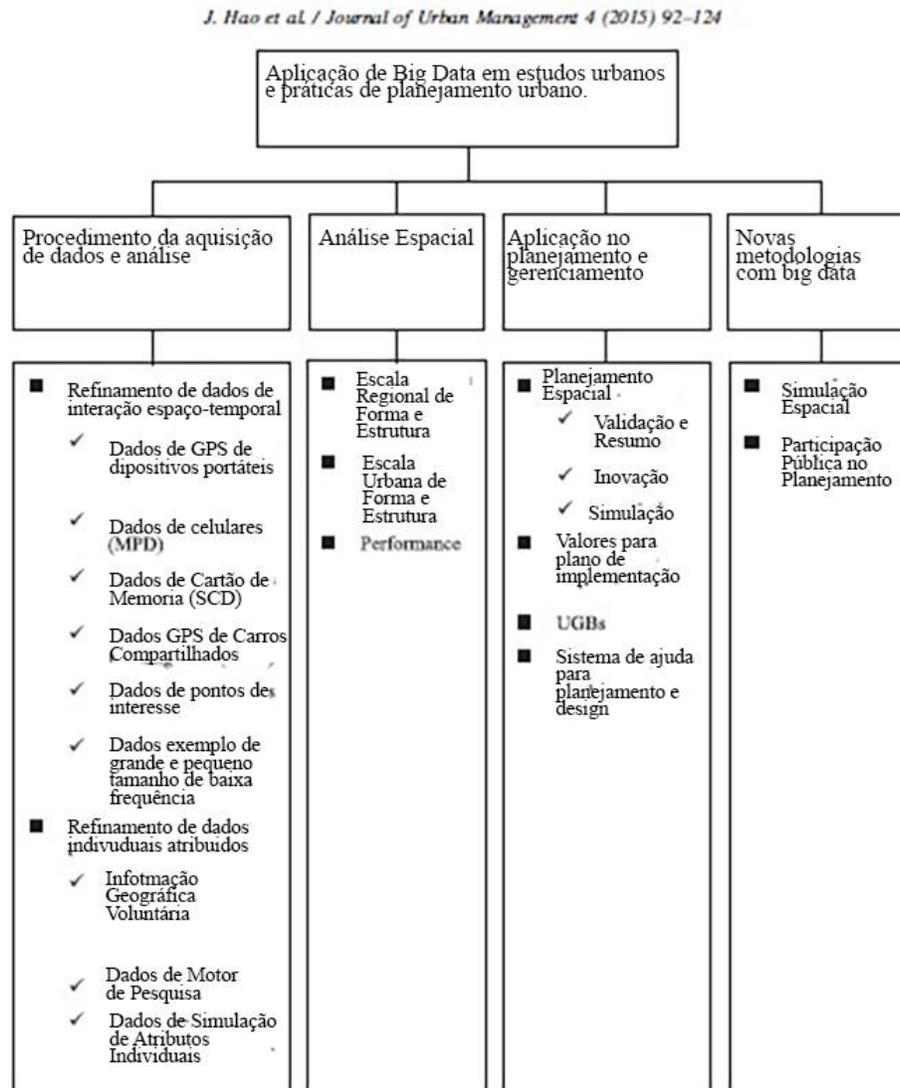
Um dos projetos sobre uso de dados e inteligência artificial que se pode citar como exemplo é conhecido como Planejamento e Tecnologia Urbana na China⁵, no qual foi implantando um recurso que usa da Mineração de Dados⁶ coletados o melhor desenvolvimento da cidade. Com o auxílio de dados coletados por aplicativos de mapas, GPS dos táxis e ônibus, hotspots em pontos-chaves da cidade e inserção voluntária de informações, urbanistas e profissionais da mineração de dados se juntaram para criar uma rede de informações entre as maiores cidades da China, criando uma rede de políticas urbanas que poderiam ser mais ou menos aprofundadas de acordo com a necessidade de cada cidade ou micro-região. Com este estudo observou-se como se formou e consolidou a malha do tecido urbano chinês, possibilitando, como consequência o melhor gerenciamento dos recursos públicos e melhorias de estruturas, relacionados aos procedimentos demonstrados como para onde ir, onde melhorar, quais são as falhas do modelo de planejamento urbano dos últimos anos, como aumentar a flexibilidade de usos do espaço, onde abrir estradas e construir novas linhas de trens e metrô, orientando a eficiência do transporte público e dos equipamentos da cidade.

⁴ BATTY, Michael. "How Can Big Data Be Used in Urban Planning?" Fonte: <http://www.alexandrinepress.co.uk/planning-with-big-data>.

⁵ Baseado no artigo fonte: HAO, J.; ZHU, J.; ZHONG, R. **The rise of big data on urban studies and planning practices in China: Review and open research issues**. Journal of Urban Management, v. 4, n. 2, p. 92–124, 2015.

⁶ Será explicado posteriormente neste trabalho, no capítulo 2, o conceito de Mineração de Dados.

Figura 1: Quadro de Revisão sobre o uso de Big Data no planejamento urbano chinês. Tradução livre.



Fonte: na Imagem.

1.1 JUSTIFICATIVA:

A evolução tecnológica contribui com o surgimento de novas demandas. O urbanista contemporâneo precisa lidar com um maior processamento de dados em Cidades Inteligentes que

usarão cada vez mais a Internet das Coisas, Mineração de dados e Inteligência Artificial⁷. O uso desses dados não é apenas para mobilidade urbana, mas também para a melhoria do desempenho energético, como o uso automatizado de luzes de LED (mais econômicas), que podem ser controladas com software de acordo com a estação do ano, sendo ligadas e desligadas mais cedo ou mais tarde de acordo com o nascer e pôr do sol. Também pode ser empregado para redução e consumo inteligente da água, com sensores espalhados pela cidade monitorando a quantidade de água usada pela população em diferentes épocas do ano. Outra funcionalidade seria o rastreamento do lixo desde a casa até os centros de reciclagem, facilitando o reuso, reutilização e reciclagem. Assim se reduzem os níveis de resíduos pois se sabe de antemão o melhor processo de reciclagem de acordo com a demanda.

Considerada uma das cidades mais tecnológicas do mundo, Nova York foi eleita em 2016 a melhor *Smart City* do mundo, justamente devido aos usos racionais energéticos e de recursos que a utilização desse grande volume de dados trouxe. De acordo com o site NY-Engineers,⁸ Nova York conta com um escritório de Tecnologia e Inovação da Prefeitura apenas para tratar das novas demandas que uma Cidade Inteligente exige e dentre as economias verificadas temos:

- Economia de mais de US\$ 800.000 por ano com o uso de lâmpadas LED inteligentes que são controladas para reduzir as horas de operação por meio de agendamento ou detecção de ocupação. O programa *Accelerated Conservation and Efficiency (ACE)* começou em 2013 e visa o melhor uso da energia para a cidade.
- Com o programa de Leitura Automatizada de Medidores (AMR), US\$ 73 milhões foram economizados com maior notificação de vazamentos de água.
- Uso de lixeiras inteligentes, chamadas *BigBelly* que inclui um compactador de lixo que funciona com energia solar, permitindo que a lata de lixo retenha cinco vezes

⁷ Será explicado posteriormente neste trabalho, no capítulo 2, o conceito de Inteligência Artificial..

⁸ How New York is Becoming a Smart City.

Fonte: <https://www.ny-engineers.com/blog/how-new-york-is-becoming-a-smart-city>

mais resíduos do que lixeira comum.

- Programa de monitoramento da qualidade do ar que reduziu as emissões de dióxido de enxofre em mais de 70% desde 2008.

Porém, um uso do Big Data não é muito explorado para a elaboração de leis urbanas mais eficazes. Planos diretores e outras leis urbanas normalmente começam defasados devido à demora para se chegar a dados efetivos. Temos um problema legítimo de leis urbanas que não acompanham a evolução e a organicidade da construção do tecido urbano, o que gera gastos e direciona recursos públicos para ações não satisfatórias. Não faz mais tanto sentido utilizar dados coletados há 5 ou 10 anos atrás para definir as ações e toda gestão pública que será feita nos próximos 10 ou 15 anos, visto que hoje conseguimos em tempo real várias informações para gerenciamento urbano como fluxo de veículos, quantidade de pessoas por ponto de ônibus, venda de novos terrenos em uma área, utilização de energia elétrica, etc. Tais informações poderiam ser utilizadas para remodelar periodicamente a legislação urbana de acordo com a necessidade. Isso quando há um uso de dados, pois observa-se que leis urbanas são apenas para cumprir uma função legislativa obrigatória e não algo para otimizar ou melhorar o sistema urbano⁹. Também podemos citar a burocracia e a dificuldade de acesso que o habitante comum tem ao texto da legislação urbanística, muitas vezes sequer informado que essas leis existem e descobrindo a sua existência ao não fazer alguma regulação ou fazer algo que é proibido. Inclusive, o texto dessas leis é tão longo, complexo e de difícil compreensão que nem mesmo os profissionais da Arquitetura e Urbanismo interpretam corretamente o conteúdo, na maioria das vezes.

Esta pesquisa tem como justificativa mostrar exemplo de uso e sugerir uma melhor aplicação desse tipo de dado para a eficiência de planos diretores e leis urbanas, para que possam ser mais efetivos, realistas e flexíveis, priorizando a sustentabilidade e aplicabilidade das novas tecnologias no dia a dia dos cidadãos, apresentando uma possibilidade para minimizar os conflitos entre gestores e profissionais do urbanismo, criando possibilidades de maior inclusão das demandas da população e do cidadão no processo de criação dessas leis e priorizando a transparência das informações e da administração dos recursos públicos. Diante deste contexto,

⁹ Plano diretor não é garantia para solução de problemas urbanos . Fonte: <https://www.caupe.gov.br/6963/>

se propõe o desenvolvimento de um sistema que minere esses dados e auxilie na elaboração de planos diretores e leis urbanas mais flexíveis e mais adequadas à realidade da população.

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 Objetivos Gerais:

Aumentar a qualidade de vida dos moradores com maior eficiência dos serviços públicos e acesso às leis urbanas. Tanto em sites como no dia a dia, a maioria das pessoas não sabe como cobrar dos órgãos públicos serviços de infra-estrutura ou justificar o porquê de mais linhas de ônibus ou fiscalizar obras públicas. Com maior acesso à Internet das Coisas, ficaria mais fácil à população ter um contato direto com os gestores públicos, afinal desde 2008, o número de acesso à internet via mobile é muito maior que o acesso via cabo¹⁰.

O início do terceiro milênio nos coloca diante de questões que impõem a necessidade de repensar e renegociar as bases fundamentais da cidade que queremos. Durante a modernidade, a idéia de acesso universal a bens e serviços públicos alimentava uma utopia de cidade aonde pobres e ricos eram considerados cidadãos – pelo menos em tese e como objetivo - frente ao estado. Aliás, era justamente o estado o encarregado pela implementação desta utopia, através de seu aparato legal e – principalmente – através de uma ação direta de disponibilização destes bens e serviços para todos. (ROLNIK, 2003. p. 1)

Então, temos um número maior de pessoas cada vez mais conectadas nas ruas e temos mais dados circulando , que na maioria das vezes,são usados para motivos nada nobres como propaganda, e como comentado por Raquel Rolnik, o estado não faz ou faz muito mal o seu serviço de oferecer às pessoas a melhor infraestrutura. Esses dados poderiam ser minerados e usados para a construção de um tecido urbano mais eficiente e inteligente, que se adaptaria às futuras necessidades das pessoas, mostrando para os gestores onde e como investir, incentivar comercio, criar novas oportunidades de emprego, transporte, eficiência energética e sustentabilidade das cidades.

¹⁰ World Telecommunication/ICT Indicators Database. Fonte:
<https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/facts/ICTFactsFigures2017.pdf>

1.2.2 Objetivos Específicos:

Pensamos em democratizar a cidade para os cidadãos, sugerindo objetivos que aproximem o habitante dos órgãos públicos. Lidamos diariamente com regulações defasadas, falta de transparência na gestão pública e ingerência, que normalmente criam mais problemas do que soluções para as pessoas. Recorrendo à crítica urbana de Ermínia Maricato sobre como o sistema é falho e excludente no quesito da gestão pública:

[...]Então, como ficou a utopia da reforma urbana? Apesar da retomada dos investimentos no saneamento e habitação, apesar da melhoria na distribuição de renda, apesar da febre participativa decorrente da criação de mais de 20.000 conselhos participativos, o impasse da política urbana persiste decorrente especialmente da manutenção persistente do padrão fundiário e da mobilidade excludente. (MARICATO, 2015, p. 18-19.)

De acordo com estudos de Rolnik¹¹ (2000,p. 1), desde o começo do século XXI, começamos uma estagnação do processo de urbanização, que foi intensificado a partir dos anos 1960, e agora temos um novo desafio para o desenvolvimento sustentável e inteligente dessas cidades, então, baseados nesse contexto, sugerimos como objetivos específicos as seguintes propostas:

- Investigar como usar os dados para criar leis urbanas, em específico, planos diretores mais pragmáticos e objetivos, com possibilidade de flexibilidade de acordo com o desenvolvimentos de novas técnicas.
- Facilitar a aproximação da população com o poder público, aumentando o acesso à informação e participação nos processos de criação de leis urbanas.
- Conceber soluções mais objetivas, como a possível criação de um protótipo de algum aplicativo que use da inteligência artificial e minere os dados de acordo com as propostas apresentadas.

¹¹ Baseado no artigo fonte: ROLNIK, Raquel. **Regulação Urbanística no Brasil: Conquistas e desafios de um modelo em construção.** Anais do Seminário Internacional: Gestão da Terra Urbana e Habitação de Interesse Social, PUCCAMP, 2000.

1.3 PRÁTICAS METODOLÓGICAS:

Para este trabalho, usar-se-á o estudo de artigos científicos, livros e websites sobre o uso de tecnologias urbanas e urbanismo em geral, internet das coisas, inteligência artificial, mineração de dados e *blockchain*.¹² Devido ao fato de ser um assunto muito novo, a maioria das fontes utilizadas será traduzida do inglês e terá o uso extensivo de websites, afinal de contas, com a fluidez de informação, parte do conteúdo não está anexado à fontes tradicionais de pesquisa. Também lidar-se-á de documentos oficiais - se possível- , relacionados aos estudos urbanos de cidades que usam e não usam essa tecnologia, evidenciando aspectos comuns da aplicabilidade que o uso de mineração de dados possa contribuir. Deste modo, criaremos um comparativo com estudo de casos, avaliando sobre o uso dessas tecnologias, usando como base teses de mestrado e doutorado e outras pesquisas sobre o uso de Inteligência Artificial , Internet das Coisas e Mineração de Dados.

Pretende-se criar uma proposta de tecnologia, a elaboração de um conceito e ,se possível, aplicativo que possa ser funcional e apresentar sugestões de melhorias para trabalhos futuros. Esse aplicativo iria demonstrar a entrada de dados já coletados ou que poderiam ser coletados, para saída mineirada com ajuda de Inteligência Artificial , de uma proposta para elaboração de um futuro plano diretor.

2.BIG DATA, DATA MINING, INTERNET OF THINGS E SMART CITIES - O QUE É E COMO FUNCIONA:

A evolução tecnológica nos trouxe além de novas formas de fazer as coisas, novos termos e novos conceitos. Um desses novos termos é conhecido como Computação Urbana:

¹² Será explicado posteriormente neste trabalho, no capítulo 2, o conceito de Blockchain.

A computação urbana é um processo de aquisição, integração e análise de muita e heterogênea informação gerada por diversas fontes em espaços urbanos, como sensores, dispositivos, veículos, edifícios e seres humanos, para lidar com os principais problemas enfrentados pelas cidades (por exemplo, ar poluído, aumento do consumo de energia e congestionamento de tráfego). A computação urbana conecta tecnologias de detecção discretas e onipresentes, gerenciamento avançado de dados e modelos analíticos, além de novos métodos de visualização para criar soluções em que todas as partes envolvidas ganham e que melhoram o ambiente urbano, a qualidade de vida humana e os sistemas de operação da cidade[...]. A computação urbana também nos ajuda a entender a natureza dos fenômenos urbanos e até mesmo prever o futuro das cidades. A computação urbana é uma interdisciplinaridade, pois é fusão do campo da ciência da computação com campos mais tradicionais como transporte, engenharia, economia, ecologia e sociologia no contexto dos espaços urbanos. (ZHENG *et al.* 2014,p. 3. Tradução nossa).

Usando como inspiração as palavras de Anthony Townsend,¹³ com a democratização do poder computacional a partir dos anos 1970 e o advento da internet nos anos 1990, nós saímos da revolução industrial para a revolução da informação.

A mesma tecnologia que fomentou a expansão do comércio global no último quarto do século passado pode computar problemas locais, eles disseram. Se pudéssemos apenas reprogramar nossas cidades, eles poderiam fazer do tráfego uma coisa do passado. Vamos então recompor nossa infraestrutura e iremos transportar eficientemente água e energia para nossas mãos. (TOWNSEND, 2014, p. xiii. Tradução nossa.)

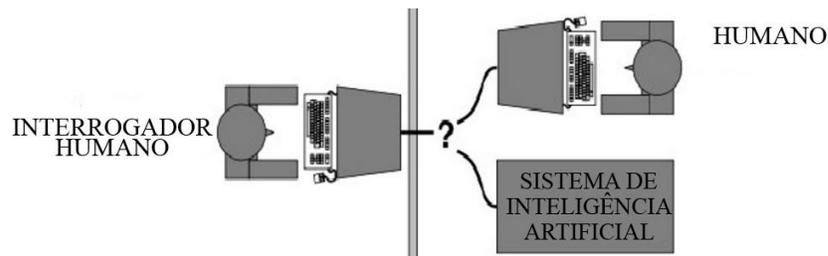
Por ser algo muito contemporâneo, a maioria desses conceitos é mais comum em inglês ou perde sentido na tradução para português, então, para melhor compreensão das ideias contidas nesse texto, fez-se necessário uma explicação e tradução dos vocábulos mais usuais, vocábulos esses que advêm da Ciência da Computação e Tecnologia da Informação. Emprega-se, para melhor compreensão, exemplos relacionados ao Urbanismo e/ou rotina das pessoas que estão usualmente conectadas a internet.

¹³ Baseado em TOWNSEND, Anthony M. **Smart Cities: big data, civic hackers, and the quest to new utopia**. 1ª edição. 2014.

2.1 ARTIFICIAL INTELLIGENCE:

Traduzido como Inteligência Artificial, é definido como a capacidade que uma máquina ou programa tem de responder corretamente a um estímulo, problema, função ou ação. Quanto mais complexa a interação e/ou resposta que se queira e mais próximo da resposta desejada ou se obtém a resposta correta uma máquina processe, mais inteligente essa máquina é. Para saber se uma máquina é inteligente e qual seu nível de inteligência, se usa o Teste de Turing¹⁴, criado nos anos 1950 pelo matemático Alan Turing. O teste original consiste em colocar uma pessoa para conversar com desconhecidos que ela não vê, apenas escuta a voz ou interage com o teclado. Dependendo da sala, o desconhecido será um humano ou uma máquina. A máquina que melhor emular uma conversa natural, com respostas complexas, com voz mais próxima da humana e não demonstrar artificialidade, será considerada a mais inteligente.

Figura 2: **Teste de Turing.** Tradução livre.



Fonte: <https://iaexpert.com.br/index.php/2016/07/19/historico-da-ia-teste-de-turing/>

2.1.1 Exemplo de uso - Netflix se adapta a você:

A IA do Netflix é calibrada de acordo com as escolhas voluntárias dos clientes, mostrando as opções semelhantes de acordo com o título e gênero assistido. Também é usada para testar como os usuários reagem à mudanças de *layout*, função e até para saber com quem sua conta é compartilhada.¹⁵

¹⁴ Baseado em artigo: TURING, A. M. **Computing machinery and intelligence.** In Mind - a Quarterly Review of Psychology and Philosophy, Vol. LIX No. 236, pp. 433-460, Oct. 1950.

¹⁵ How Netflix Uses AI, Data Science, and Machine Learning—From A Product Perspective. Fonte: <https://becominghuman.ai/how-netflix-uses-ai-and-machine-learning-a087614630fe>

2.1.2 Uso da IA no Urbanismo:

A IA seria muito interessante para previsibilidade de problemas, criação de soluções adaptativas de acordo com o crescimento da cidade, gerenciamento de dados urbanos, estudo de abertura de novas vias, tráfego e comparação de mapas e outras funções que são fundamentais para uma verdadeira Cidade Inteligente. Um exemplo é o Quantela Inc¹⁶, que criou a plataforma Atlantis especificamente para capacitar cidades e administradores no monitoramento, controle e tomada de decisão. Essa plataforma já é utilizada em mais de 40 localidades da Ásia, Europa e América do Norte, se tornando líder mundial na criação de aplicativos voltados para análise de dados urbanos. A Atlantis usa técnicas avançadas de coleta de informações usando sensores de Internet das Coisas espalhados pelo município e fazendo uma integração entre infraestrutura existente, comunidade e gestores.

2.2 BIG DATA:

Significa o processamento de informação em larga escala, com muita quantidade, muita variabilidade e com necessidade de muita memória. Esse volume de dados é em tão grande que sistemas tradicionais não dão conta de processá-los, pois a informação chega em massa e em intensa velocidade. Processar dados é justamente o modo de salvar esses dados de uma forma de fácil acesso e só para quem tem autorização, como se fosse separar pastas em uma gaveta com chave. Essa “gaveta” é conhecida como banco de dados e esses dados são hospedados em servidores. Esses dados são usados para melhoria de negócios, aplicações e criar inovações.¹⁷

2.2.1 Exemplo de uso - BIM:

O sistema *Building Information Modeling* já é utilizado por muitos profissionais da Arquitetura e Urbanismo sem saberem que é um sistema de banco de dados de modelos

¹⁶ About Quantela Inc. Fonte: <https://quantela.com/#!/dashboard>

¹⁷ O que é Big Data? Fonte: <https://www.oracle.com/br/big-data/guide/what-is-big-data.html>

paramétricos, ou seja, um sistema que trabalha com informações padronizadas para poupar tempo automatizando funções, garantir eficácia do projeto e facilitar o compartilhamento dos modelos.¹⁸

2.2.2 Uso do BD no Urbanismo:

[...]Em combinação com algoritmos preditivos, o big data pode nos permitir chegar a melhores resultados e numa população que anteriormente era ignorada. No entanto, como as questões clássicas da inferência causal, só ter esses dados raramente resolvem problemas identificados. Big data também está melhorando o gerenciamento da cidade. Ao tornar suas operações mais orientadas por dados, as cidades podem ajustar legislações, melhorar a alocação de recursos escassos e prever necessidades futuras. Potencialmente, para muitas intervenções de dados urbanos, simplesmente ser capaz de prever resultados ou características é, por si só, valioso. Muitos problemas práticos nas cidades não requerem diretamente a inferência causal. Além disso, intervenções baseadas no uso de dados são escalonáveis; Portanto, a ampliação dos esforços de coleta e digitalização de dados entre as cidades atrai o empreendedorismo e a inovação. (GLAESER, Edward. *et al.* 2015.p.1. Tradução nossa).

2.3 BLOCKCHAIN:

Blockchain é um sistema de banco de dados, que como o nome sugere, garante segurança e privacidade de informações em cadeias de blocos, criptografando a senha e embaralhando os dados na entrada e na saída de cada operação. É muito utilizado para operações bancárias devido ao baixo nível de violação.¹⁹

[...]O uso esmagador da criptografia, uma chave normal para sistemas blockchain, traz legitimidade por trás de cada uma das conexões no sistema. Contratos inteligentes, scripts de execução automática que insistem na cadeia de blocos, integram dados e idéias e as levam em consideração para fluxos de trabalho legítimos, dispersos e vigorosamente automatizados.(PRADIP Kumar Sharma. *et al.* 2017.p.185. Tradução nossa).

O método de funcionamento do blockchain oferece como maiores benefícios a transparência e um menor risco de fraude, pois existe um registro total, verificável e imutável de todas as operações sem mencionar os dados pessoais dos envolvidos, limitando muito a chance de

¹⁸ O que é o BIM e por que ele é fundamental nos projetos arquitetônicos atualmente?

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/888814/o-que-e-o-bim-e-por-que-ele-e-fundamental-nos-projetos-arquitetonicos-atualmente>

¹⁹ What is Blockchain Technology? Fonte: <https://blockgeeks.com/guides/what-is-blockchain-technology/>.

ocorrer roubo de dados ou identidades. Apesar de ser muito famoso em operações de criptomoedas como Bitcoin²⁰, pois permite acesso a tempo real e apenas o emissor e receptor de dados tem uma chave de acesso única que é renovada a ciclos muito rápidos e eficientes, que limita a vulnerabilidade da rede blockchain .

2.3.1 Uso do BC no Urbanismo:

A vantagem do uso do blockchain no gerenciamento urbano é dar privacidade e segurança na coleta de dados dos habitantes, no tratamento de imagens das câmeras de segurança e , no caso da mineração de dados, garantir que sejam recolhidas as informações que realmente interessam para o planejamento urbano, como deslocamentos de GPS e resposta de questionários para melhoria e criação de uma rede inteligente de economia de recursos e eficácia de transporte .²¹

2.4 DATA MINING:

A Mineração de Dados é uma evolução do processamento de dados junto à evolução da inteligência artificial. Assim como no processo físico de mineração, o procedimento com dados visa rejeitar informação inútil e com ajuda de algoritmos e estatística, encontrar padrões que são interessantes para um tipo de aplicação. ²²

2.4.1 Exemplo de uso - Google e suas aplicações:

O Google se transformou a partir de um simples indexador de websites para uma grande plataforma que entende e se adapta de acordo com o gosto e utilização do usuário. O segredo do Google é um algoritmo chamado *PageRank*. Esse algoritmo funciona mapeando os sites que organicamente os usuários acessam mais de acordo com o tema da busca e criando o ranking com

²⁰ Bitcoin é uma rede digital de pagamentos ponto a ponto descentralizada que é alimentada por seus usuários sem autoridade central ou intermediários, podemos empregar a tecnologia para outros tipos de informação. Fonte: <https://bitcoin.org/en/>.

²¹ PIERONI, A. *et al.* **Smarter City: Smart Energy Grid based on Blockchain Technology**. International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, v. 8, n. 1, p. 298, 2018.

²² Data Mining: O que é, conceito e definição. Fonte: <https://www.cetax.com.br/blog/data-mining/>

os mais acessados aparecendo primeiro e mais acima na busca (XINDONG *et al.* 2007. p. 17-19)²³. Esse algoritmo foi melhorado e otimizado e deu origem ao *Google Analytics*, que é o sistema de mineração de dados que o Google utiliza para recomendar propagandas e colocar como primeira visualização os anúncios de empresas que pagaram para aparecer antes. Graças ao *Analytics*, o Google sabe exatamente o que você quer, mesmo que não tenha feito uma busca direta.

2.4.2 Uso do DM no Urbanismo:

Podemos recorrer a essa mineração de dados para otimizar os sistemas de transporte público com os dados de GPS dos habitantes, para que o sistema salve e interprete os caminhos mais comuns das pessoas e crie mapas de deslocamentos. Com esses mapas, podemos aumentar o número de ônibus e metrô, aumentar vias, criar novas rotas, verificar os vazios das cidades e como implementar estruturas públicas mais eficientes de acordo com a demanda da população.²⁴

2.5 DEEP LEARNING E MACHINE LEARNING:

Aprendizado de Máquina é um dos subconjuntos de técnicas da Inteligência Artificial e é o ramo de maior popularidade da área de IA. Na IA mais tradicional temos computadores e outros tipos de maquinários mostrando a realização de atividades humanas. Um exemplo seria uma partida de xadrez no qual um humano programa o computador de acordo com as regras do xadrez e a máquina executa os códigos pré programados. No aprendizado de máquina, o objetivo é criar uma simulação de aprendizagem humana para que um aplicativo possa se adaptar a condições incertas ou inesperadas, automatizando processos e construindo modelos analíticos a partir de dados. No caso de um jogo de xadrez, o programador iria colocar as regras de xadrez e o sistema de ML iria além de executar os códigos, irá otimizá-los, processando diferentes caminhos de soluções e sempre prezando no que for mais eficiente. Sistemas de aprendizado de máquina são os mais comuns no dia a dia, já consolidados no ramo de atividades repetitivas, uma

²³ Wu, Xindong, et al. “**Top 10 Algorithms in Data Mining.**” *Knowledge and Information Systems*, vol. 14, no. 1, 2007, pp. 1–37., doi:10.1007/s10115-007-0114-2

²⁴ VALLS, F. *et al.* **Urban data and urban design: A data mining approach to architecture education.** *Telematics and Informatics*, v. 35, n. 4, p. 1039–1052, 2018.

vez que sua especialidade é leitura e repetição de padrões, já sendo usados em sistemas de detecção de fraudes, carros autônomos e consultoria de marketing.

No modelo de *deep learning*²⁵, temos uma estrutura conhecida como Rede Neural, que tal como o cérebro humano, processa ou tenta aprender novas atividades a partir de pequenas partes. É considerado uma evolução do ML, pois no método de Aprendizagem Profunda o sistema é composto de camadas complexas de funções e cada uma dessas camadas é um neurônio. O objetivo é além da automação: ensinar a máquina a aprender a partir dos erros e acertos e com isso automatizar ela por si própria. No caso do exemplo do xadrez, o programador coloca as funções básicas do xadrez e a medida do que o adversário move as peças, o conjunto de “neurônios” chega a conclusão que é uma boa estratégia aumentar o maior número de jogadas erradas do concorrente, e partir das análises, o DL começa a prever os movimentos do jogador humano.²⁶

É possível imaginar dentro de alguns anos existirá um sistema de *Deep Learning*, que usando um banco de dados dos vencedores do *Pritzker* junto à técnicas automatizadas de BIM e parametrismo, irá fazer projetos arquitetônicos com o estilo e padrão de grandes arquitetos e com mínimo erro. Isso também poderá se estender à setores mais criativos como *design* de interiores e de móveis, pois temos atualmente estudos e testes de *Deep Learning* que conseguem chegar a resultados artísticos expressivos²⁷.

2.6 INTERNET OF THINGS:

Internet das coisas é o conceito de uso da internet pré-orientada para o conhecimento com o uso de sensores. A ideia é coletar dados para o melhor gerenciamento e gerar uma interconexão

²⁵ MUELLER, J. P.; MASSARON, L. **Deep Learning For Dummies**. John Wiley & Sons, 2019.

²⁶ Em 2017, o Google criou um sistema de deep learning chamado Alpha Zero que além de aprender a jogar xadrez em 4 horas, ganhou do supercampeão humano Lee Sedol criando uma estratégia de encurralamento perfeito antecipando-se aos movimentos do coreano. Fonte: <https://www.theguardian.com/technology/2017/dec/07/alphazero-google-deepmind-ai-beats-champion-program-teaching-itself-to-play-four-hours>

²⁷ We Made Our Own Artificial Intelligence Art, and So Can You.

Fonte: <https://www.wired.com/story/we-made-artificial-intelligence-art-so-can-you/>

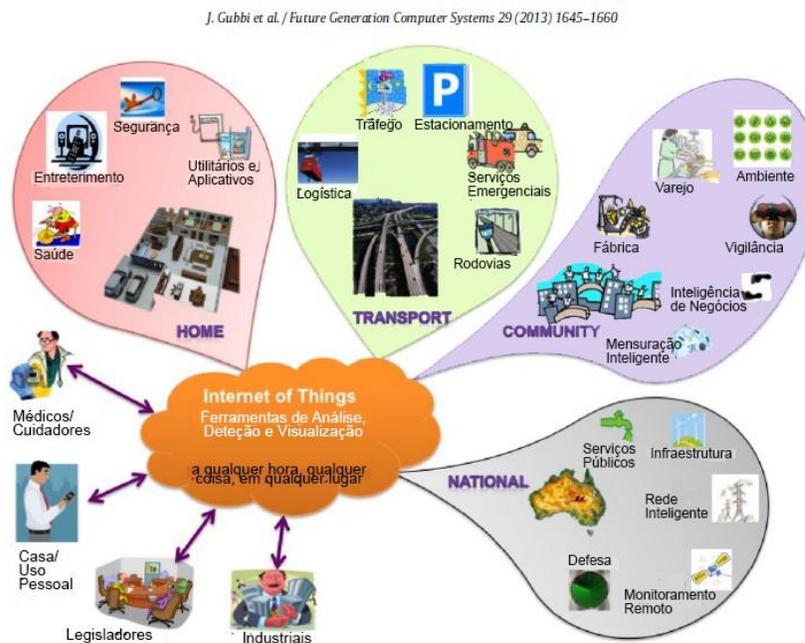
entre máquina, humano e internet, abrindo a uma possibilidade maior de compartilhamento de conhecimento, mineração de dados, eficiência energética e sustentabilidade.

As “coisas” são participantes ativos em negócios, informações e processos sociais onde eles estão habilitados para interagir e comunicar entre si e com o meio ambiente, trocando dados e informações sobre o meio ambiente, enquanto reage autonomamente aos eventos do mundo real / físico e influenciá-lo, executando processos que desencadeiam ações e criar serviços com ou sem intervenção humana direta. (VALLS, F. et al.2013.p. 1647 apud SUNDEMAEKER,H. et al 2010. Tradução nossa.)

2.6.1 Uso do IoT no Urbanismo:

É fundamental para o conceito contemporâneo de Smart Cities, pois serviria para a coleta e compartilhamento de dados urbanos. Muitos fatores podem ser monitorados e automatizados, principalmente transporte, logística e economia de energia e água.

Figura 3: Esquema de Internet of Things mostrando os usuários finais e áreas de aplicação com base em dados. Tradução livre



2.7 SMART CITY:

Foi preciso toda a conceituação anterior para chegar no principal tema deste trabalho, já que devido às circunstâncias tanto econômicas quanto geográficas, Cidade Inteligente é um tema contemporâneo e inovador, o que implica que maioria das pessoas ainda não compreende a sua complexidade, tanto de funcionamento quanto implementação.

De acordo com McKinsey Global Institute, toda semana um milhão de pessoas se mudam das áreas rurais para áreas urbanas. De 7 bilhões de pessoas hoje no planeta, 4 bilhões vivem hoje em áreas urbanas e serão 6 bilhões vivendo em cidades em 2065²⁸. A Organização das Nações Unidas fala que hoje mais da metade da população mundial é urbana e, em 2050, mais 2,5 bilhões de pessoas serão novos moradores áreas urbanas. Esse processo acontece devido ao rápido processo de urbanização global.²⁹

O termo *Smart City* é recente, porém as primeiras concepções de cidades voltadas a melhor gestão de recursos começaram na Europa, nos anos 1980, com o conceito de “cidade para o futuro”. A partir de 1990, após a Eco-92³⁰ e a criação da Agenda 21³¹, cresce o envolvimento para a sustentabilidade das cidades usando ações mais pragmáticas, levando em consideração as ideias de mudanças climáticas e impacto local das ações humanas com consequências globais. A partir dos anos 2000, com o surgimento da *Leipzig Charter* e um grande conjunto de redes de ação voltadas para a cidade surgiram as “cidades teste” *Polis*, *Eurocities*, *Energy cities* e a rede URBACT para uma forma mais sustentável de municípios em desenvolvimento através de políticas integradas e planos de ação sustentáveis.(EUROPEAN UNION, 2015).

²⁸ MCKINSEY Global Institute. **Urban world: Mapping the economic power of cities**. 2011

²⁹ FAO/UN. **FAO framework for the Urban Food Agenda**. Rome. 2019.

³⁰ Em 1992, o Rio de Janeiro, sediou a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ficou conhecida como Eco-92 ou Rio-92. Foi a largada para que a conscientização ambiental e ecológica entrasse definitivamente na agenda dos cinco continentes.

Fonte: http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=2303:catid=28&Itemid=23

³¹ Agenda 21 é um plano de ação formulado internacionalmente para ser adotado em escala global, nacional e localmente por organizações do sistema das Nações Unidas, pelos governos e pela sociedade civil, em todas as áreas em que a ação humana impacta o meio ambiente. A Agenda 21 segue o princípio de “Pensar globalmente, agir localmente”. Fonte: <http://www.institutoatkwvh.org.br/compendio/?q=node/21>

A “Leipzig Charter sobre cidades europeias sustentáveis” é um documento dos Estados-Membros, elaborado com a participação ampla e transparente das partes interessadas europeias. No conhecimento dos desafios e oportunidades, bem como das diferentes origens históricas, econômicas, sociais e ambientais das cidades europeias, os Ministros dos Estados-Membros responsáveis pelo Desenvolvimento Urbano acordam em princípios e estratégias comuns para a política de desenvolvimento urbano. (LEIPZIG CHARTER, 2007. p. 01. Tradução nossa.)

Não existe uma definição única do que seja Cidade Inteligente, pois representa o abrangente para uma cidade orientada para a inovação, eficiente em termos de recursos e habitação, que inclua uma inovação estratégica, bem como uma estratégia de sustentabilidade. De acordo com estimativas da Navigant Research, espera-se que o mercado global de tecnologia de cidade inteligente aumente de valor mais de US \$ 27,5 bilhões por ano até 2023, comparado a US \$ 8,8 bilhões em 2014 (EUROPEAN UNION, 2015.).

Cidades Inteligentes não são apenas inclusão de *wi-fi* em pontos chave, semáforos inteligentes e câmeras de vigilância integradas. Essas tecnologias são parte de um sistema que contribui para o complexo de ferramentas que geram os dados que contribuem para eficiência de transporte, melhoria de atendimento médico nos bairros, ampliação da segurança, produtividade de governos e empresas, gerenciamento e melhoria de equipamentos públicos, aplicação e ampliação da logística nos sistemas da cidade, ações e sistemas contra o desperdício de energia e água, verificação de tubulações e linhas elétricas, e , principalmente, gerenciamento efetivo de recursos públicos, com economia aos cofres públicos e maior participação popular nas decisões sobre esses recursos.

2.7.1 Exemplo de Smart City - Copenhagen³²:

Em 2014, Copenhagen recebeu o *European Green Capital Award* , o prêmio da capital europeia mais verde e sustentável daquele ano. Um dos motivos é que o sistema de cidades de inteligentes foi todo projetado para reduzir as emissões de carbono e se tornar a capital carbono-neutro até 2025, o que resultará em melhor qualidade de vida, inovação, criação de

³² Fonte: Copenhagen Cleantech Cluster . **Danish Smart Cities: sustainable living in an urban world.** 2016.

empregos e investimento. Para alcançar este objetivo, a cidade implementou soluções inovadoras em transporte, para evitar desperdício e lixo, uso racional da água, melhores opções para aquecimento e fontes alternativas de energia.

A infra-estrutura digital bem desenvolvida é produto de um plano de ação política direcionada. Desde 2001, o governo dinamarquês, em conjunto com os municípios e as regiões, está envolvido em uma parceria estratégica para transformar a Dinamarca numa sociedade inteligente e digitalizada. O trabalho gira em torno de Estratégia Nacional de Digitalização, que visa criar um setor público mais inteligente, mais eficiente e coeso. A estratégia é baseada em três abordagens: em primeiro lugar, será feito um esforço para digitalizar a comunicação entre as autoridades públicas e cidadãos e empresas. Logo depois, soluções de bem-estar, como a telemedicina, estão sendo desenvolvidos e implementados. Por fim, a Estratégia de Digitalização se concentra em maneiras de tornar as diferentes autoridades públicas dinamarquesas mais integradas digitalmente. O trabalho está sendo feito com projetos bancos de dados públicos e privados e sistemas de computação compatíveis. (COPENHAGEN CLEANTECH CLUSTER. 2016. p 22. Tradução nossa).

Em 2012, foram investidos €40 milhões para projetos de iluminação pública e transporte movidos a energia solar na cidade e de acordo com Claus Billehoj, chefe da Divisão de Desenvolvimento Urbano Sustentável de Copenhagen, ainda existem milhares de diferentes formas e potenciais que ainda não foram explorados e tornarão a cidade de Copenhagen ainda mais inteligente: “Por que as luzes da rua ainda estão acesas quando não há tráfego? Por que não integramos sensores em milhares de postes de iluminação em toda a cidade que podem medir a qualidade do ar?”. Um exemplo é o mercado de Tecnologia *Smart Grid* (Rede de Energia Inteligente), no qual a Dinamarca é líder europeu e hospeda 22% de todo o sistema europeu de transmissão de energia mais eficiente. Outro exemplo são as turbinas eólicas, que desempenham um papel central na energia descentralizada no Sistema da Cidade Inteligente.

2.7.2 Exemplo de Smart City - Manchester³³:

Um dos maiores objetivos de Manchester é se tornar um exemplo de cidade universitária ligando os principais campus universitários entre si e com Londres, criando o Corredor Manchester até 2025. Em colaboração por organizações do setor público e privado, a prefeitura

³³ Fonte: EUROPEAN UNION. **SmartImpact: Local Impacts from Smart City Planning**. 2015.

pretende criar o CityVerve, um projeto de £10 milhões que demonstrará o potencial da IoT dentro da cidade inteligente; e, DIMMER e Odysseus, dois projetos para criação de serviços distritais mais eficientes, melhorando os sistemas de energia para melhorar o consumo. Nos planos inclui a melhoria da rede de internet, investimento de £ 50 milhões para desenvolvimento de um novo hospital, incentivo da ida de novas empresas de tecnologia para a região e triangulação de informações entre setores públicos, governantes e população.

Figura 4: Corredor Manchester.



Fonte: EUROPEAN UNION. SmartImpact: Local Impacts from Smart City Planning. 2015. p

2.7.3 *Smart Cities* no Brasil:

No Brasil não temos Cidades Inteligentes com o mesmo nível de técnica das *Smart Cities* europeias e asiáticas, visto que aqui temos ações ou sistemas pontuais que utilizam ferramentas inteligentes para uma necessidade específica e há interligação de setores e urgências muito menores comparado aos exemplos anteriores, que são processos que captam menos dados e não os utilizam ou os usam muito pouco para a melhoria geral do planejamento urbano e gestão de recursos. Também podemos destacar que a maioria dos municípios brasileiros sequer tem um sistema de internet rápida. De acordo com a Anatel, a velocidade média contratada no país é de 24,62 Mb/s; No entanto, um terço dos municípios brasileiros ainda não são cobertos por fibra óptica. Mesmo com uma conexão considerada muito lenta, preço médio do Mb/s caiu 83% desde 2010.³⁴

Uma das Cidades Inteligentes brasileiras é o Rio de Janeiro , com ações relacionadas à segurança e transporte, o Centro de Operações Rio, foi implantado em 2013 devido à realização das Olimpíadas em 2016. O COR é um órgão de coordenação operacional e integração de diversos serviços na cidade – uma verdadeira “caixa de ferramentas” para a gestão pública municipal. (JUNQUEIRA. 2014.)³⁵. O Rio de Janeiro foi eleito Cidade Inteligente do Ano, em 2013, pelo *Smart City Expo World Congress* de 2013, porém devido a falta de investimentos, isso acabou se perdendo, já que a cidade não acompanhou o crescimento tecnológico do setor e se tornou mais um informante de tráfego e condições meteorológicas, alertando sobre alagamentos, desvio de rotas, interdições e um canal para informação de desastre em tempo real.

³⁴ Banda LArga no Brasil.

Fonte: <https://tecnoblog.net/283425/banda-larga-no-brasil-tem-velocidade-media-de-2462-mb-s-diz-anatel/>

³⁵ Fonte: FGV PROJETOS. *Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana*. Ano 9. Nº 24. Junho/Julho 2014.

Para ser mais resiliente, a cidade precisa contar com as melhores informações, e, mesmo com toda a tecnologia existente ou futura, ainda assim, a participação de pessoas é fundamental. As pessoas podem e devem usar a tecnologia para informar aos governos sobre o que pensam, o que reivindicam e o que deve ser prioridade. A democracia representativa mudou muito pouco nos últimos séculos, mas a organização da sociedade e as comunicações já se desenvolveram a ponto de tornar premente uma proximidade maior entre o cidadão e o seu governo. As pessoas querem ser ouvidas o tempo todo, não só nas urnas. A mobilização política via redes sociais aponta para isso. Então, toda a visão de futuro para uma cidade deve levar isso em conta, de forma que as pessoas realmente se sintam representadas. A presença da cidade e do mundo digital como meio deu origem ao termo “polisdigitocracia”, uma forma de participação mais direta e constante, cujos resultados são tantos, que parece uma revolução pacífica na maneira como vemos, pensamos e agimos em sociedade. (JUNQUEIRA. 2014. p 85).

Desde 2017, Belo Horizonte tem tentado implantar um sistema de Cidade Inteligentes mais próximo da definição apresentada anteriormente, pois conta com com 773 Km de fibra óptica, 1.501 câmeras de videomonitoramento, Sistema Integrado de Gestão, Monitoramento e Informação do Transporte Coletivo Municipal (BRT MOVE), Laboratório Aberto de IoT (Internet das Coisas) com a mesma infraestrutura da cidade para testes e desenvolvimento de soluções, Georreferenciamento reconhecido em todo o Brasil, *Hotspot* com *Wi-Fi* gratuito em 77 áreas de vulnerabilidade social, entre outras iniciativas.³⁶

Em 2018, Curitiba foi considerada a Cidade Mais Inteligente do Brasil, contando com uma rede de inovação formada por secretarias municipais, startups, poder público e instituições de ensino para democratização dos planos urbanos, uso de aplicativo para agendar consultas médicas e odontológicas, único coworking brasileiro municipal e fazendas urbanas, que são 25 áreas cultivadas por cerca de mil famílias e o excedente é doado a instituições de caridade.³⁷

Salvador promete que o novo plano diretor para a área de informação que está sendo discutido em 2019, contará com um sistema Nuvem Urbana, que vai trabalhar com o grande processamento de dados do município e uma nova rede de internet mais moderna e mais rápida.³⁸

³⁶ Prefeitura de Belo Horizonte. BH se apresenta como cidade inteligente na Smart City Business America em SP. Fonte: <http://www.belo Horizonte.mg.gov.br/sala-de-imprensa/noticia/bh-se-apresenta-como-cidade-inteligente-na-smart-city-business-america-em-s>

³⁷ Gazeta do Povo. "Transformar Curitiba em Smart City: uma missão coletiva". Fonte: <https://www.gazetadopovo.com.br/gpbc/vale-do-pinhao/transformar-curitiba-em-smart-city-uma-missao-coletiva-8vojuahw4fob9fe9p7csodhav/>

³⁸ 'Cérebro eletrônico': Salvador terá Plano Diretor de Cidade Inteligente

2.8 DIFICULDADES DE IMPLEMENTAÇÃO DE *SMART CITIES*:

2.8.1. Problemas éticos e sociais das Cidades Inteligentes:

Os dados gerados e coletados por ferramentas como sensores, GPS, celulares, pontos públicos de internet, câmeras de vigilância e adquiridos voluntariamente, vindos de delegacias, hospitais e escolas, em conjunto aos dados oficiais de censo e outros órgãos governamentais, são a base que faz o projeto das Cidades Inteligentes existirem. Essas informações já estão disponíveis ou coletadas sem a maioria dos usuários saberem e menos ainda, para quais serão os usos. Em 2016, o fluxo de leitura gerado por sistemas de Internet das Coisas ultrapassou 6 *petabytes* por ano apenas nas redes mobile (um *petabyte* é igual a um milhão de *gigabytes*³⁹). Isso irá afogar toda rede de internet - dez milhões de fotos salvas no *Facebook* chegaram a 1.5 *petabytes*. (TOWNSEND.2014.)

Há uma discussão sobre privacidade dessas informações e quais seriam os propósitos e quem se beneficiaria dessas informações, afinal boa parte desses dados coletados sem consentimento e sem saber o que é coletado está sendo empregado para propaganda de produtos que são segmentadas de acordo com as preferências pessoais. A visão mais distópica é a cidade inteligente se transformar num dos mais famosos episódios de *Black Mirror*, no qual a sociedade é configurada a partir de um sistema de pontuação social baseada na honestidade, educação, ganhos e outros critérios pré-definidos. O medo se torna maior pois a China implantou um sistema teste como esse a partir de 2017 e até 2020 estará totalmente funcional, gerando polêmicas éticas e filosóficas sobre os critérios e como "cidadãos de primeira linha" recebem melhor tratamento em aeroportos, empréstimos com desconto e vaga preferencial em universidades de elite.⁴⁰ Diante dessas questões e realmente chance de haver um futuro distópico,

Fonte: <https://www.correio24horas.com.br/noticia/nid/cerebro-eletronico-salvador-tera-plano-diretor-de-cidade-inteligente/>

³⁹ Um Gigabyte é composto por 1024 Megabytes. Um Megabyte é composto por 1024 Kilobytes. Um Kilobyte é composto por 1024 bytes. Juntando 8 bits, temos 1 byte. O termo bit foi originado de Binary digit, ou seja, dígito binário. O bit corresponde aos valores de 0 e 1.

Fonte: <http://www.copeltelecom.com/site/blog/qual-diferenca-entre-kilobyte-megabyte-gigabyte-e-terabyte/>

⁴⁰ Black Mirror is almost a reality: China says it's on track to launch its dystopian scorecard system that ranks citizens on every aspect of their behaviour by 2020.

estudo sobre filosofia e ética serão cada vez mais necessários para controlar esses algoritmos e usar a mineração de dados e inteligência artificial de garantindo direitos fundamentais de anti-violação de privacidade.

Para evitarmos distopias, a princípio, devemos incentivar o estudo dessas tecnologias em países e regiões considerados em desenvolvimento e subdesenvolvidos, para que criem técnicas e critérios mais próximos das suas realidades, pois estudos recentes apontam que os sistemas de mineração de dados e inteligência artificial por serem majoritariamente feitos por pessoas de alto poder aquisitivo na Europa e Estados Unidos, esses sistemas de imediato estão enviesados com a percepção de quem vive nesses países, desconsiderando aspectos locais, culturais, sociais e de menor renda do resto do mundo.

Existem pelo menos duas causas para as discrepâncias observadas nas precisões de classificação de objetos: (1) a amostragem geográfica de conjuntos de dados de imagens não é representativa distribuição da população mundial e (2) a maioria dos conjuntos de dados de imagens foram reunidos usando o inglês como a “língua base”. (DEVRIES, et al. 2019. p 03. Tradução nossa).

Também deve-se levar em consideração que em sociedades mais democráticas, as pessoas tendem a lutar mais para terem seus direitos e privacidade respeitados. Independente de quem gerencia esses sistemas de coleta e informações de dados, se são salvos em bancos de dados públicos ou privados, o principal desafio é como e quais dados serão coletados. Para gerenciar cidades, precisamos de informações de localização, de usos de equipamentos urbanos, uso de transporte público. A lei brasileira estabelece que dado pessoal é todo “dado relacionado à pessoa natural identificada ou identificável, inclusive números identificativos, dados locais ou identificadores eletrônicos quando estes estiverem relacionados a uma pessoa” (INTERNETLAB.2016)⁴¹, tal como exemplo: “Maria gosta de escutar k-pop, bebe vodka todos os fim de semana, namora João e o traí com Roberto, tem problemas com pagamentos e seu nome está no SERASA.” Essas informações são totalmente irrelevantes para uma metodologia que pretende coletar os dados práticos, visto que nenhuma cidade terá um sistema de processamento

Fonte: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-6183893/Real-life-Black-Mirror-Chinas-moves-introduce-scorecards-ranks-behaviour-citizens.html>

⁴¹ O que são dados pessoais? Fonte: <http://www.internetlab.org.br/pt/opinioao/especial-o-que-sao-dados-pessoais/>

de dados cheio de servidores com grande memória e processadores como o Google ou Facebook ,que coletam todos os dados possíveis e os direcionam para propaganda e os vendem para outras empresas fazerem o mesmo. Devido a esses problemas éticos, iniciativas legislativas estão tentando minimizar o número de informações coletadas e que a população tenha conhecimento de quais materiais estão disponibilizando para as empresas e governos.

As regras de proteção de dados da União Europeia (UE) garantem a proteção de seus dados pessoais sempre que eles são coletados - por exemplo, quando você compra algo on-line, solicita um emprego ou solicita um empréstimo bancário. Estas regras aplicam-se tanto a empresas e organizações (públicas e privadas) na UE como a empresas sediadas fora da UE que oferecem bens ou serviços na UE , como o Facebook ou a Amazon, sempre que estas empresas solicitem ou reutilizem os dados pessoais de indivíduos na UE. Não importa o formato dos dados - on-line em um sistema de computador ou em papel em um arquivo estruturado - sempre que informações, direta ou indiretamente, identificá-lo como um indivíduo são armazenadas ou processadas, seus direitos de proteção de dados devem ser respeitados. (EUROPEAN UNION, 2019. Tradução nossa.)

O Parlamento Europeu é uma das primeiras instituições do mundo a se preocupar com a utilização desses dados e dá o direito de ser “esquecido” pelas grandes empresas e seus dados pessoais serem totalmente excluídos. Harari⁴² diz que por causa da grande demanda de processamento de dados, há um risco real de perdermos a noção de democracia e irmos para uma “ditadura dadaísta” pois nem todos os governos terão como processar tantos dados em tempo real e isso irá modificar a percepção da política e não porque é antiético, mas por que estamos indo para uma nova era, no qual nunca tivemos tanto acesso a tanta informação ao mesmo tempo. Ao menos por enquanto, devidos às dificuldades tecnológicas para processar, minerar e salvar dados, mesmo se for computação em nuvem⁴³, não é de interesse de nenhuma empresa ou governo gastar dinheiro com informação considerada descartável, afinal, mais dados para processar, mais caro o maquinário, sistema de implantação e automação.

⁴² HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus.Uma breve história do amanhã.** Companhia das Letras. Tradução Paulo Geiger. São Paulo. 2016.

⁴³ Computação em Nuvem ou Cloud Computing é o fornecimento de processamento, mineração e automação de dados pela internet, sem a necessidade de maquinário local e usando servidores de empresas especializadas para isso. Fonte: <https://azure.microsoft.com/pt-br/overview/what-is-cloud-computing/>

2.8.2 Dificuldades técnicas:

Uma das principais dificuldades de implantação é qual a instituição responsável pela implantação do sistema. Prefeituras ou governos podem pagar a uma empresa pública ou privada para a criação da ferramenta e gerir os dados localmente em servidores dentro da prefeitura. Outra opção é comprar o sistema de empresas de automação que tem servidores próprios ou em nuvem. Outro problema é a falta de profissionais no mercado com experiência em uso de *Big Data* e mineração de dados, mais especificamente, de dados urbanos.⁴⁴ Isso piora quando pensamos que a maioria dos profissionais de planejamento urbano nada sabem sobre uso de dados, inteligência artificial ou algoritmos, que vem se tornando uma deficiência na formação do profissional para lidar com as *smart cities*. Os profissionais de análise de dados e programação não entendem como minerar os dados de forma mais proveitosa para o município, devido ao fato que eles não têm conhecimento da complexidade do tecido urbano para saber quais os dados serão mais necessários e quais descartados.

Porém a principal dificuldade técnica é a falta de iniciativa política, corrupção e o desconhecimento dos gestores públicos sobre os progressos que o uso de tecnologias inteligentes fazem para o funcionamento e economia de fundos para administração municipal. Afinal, sem políticos competentes é quase impossível implantar qualquer ideia para melhoria da população.⁴⁵

3. INOVAÇÕES NO PLANEJAMENTO URBANO:

A evolução tecnológica elevou o planejamento urbano a um nível completamente diferente de décadas atrás e o urbanista contemporâneo tem acesso a informação em tempo real. Sistemas de dados públicos como os coletados pelo sistemas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e outros, têm um grande problema com atraso de informações, afinal, os

⁴⁴ Executivos estão à caça de profissionais especialistas em análise de dados. Fonte: https://www.em.com.br/app/noticia/emprego/2019/04/11/interna_emprego,1045750/executivos-estao-a-caca-de-profissionais-em-analise-de-dados.shtml

⁴⁵ Brasil é vítima de gestão pública ineficiente e políticos incompetentes. Fonte: <https://cra-rj.adm.br/brasil-e-vitima-de-gestao-publica-ineficiente-e-politicos-incompetentes/>

dados demoram ser colhidos e há uma demora no processo de filtragem do que foi coletado e isso faz com que as ações políticas públicas comecem defasadas. Um aspecto comum em boa parte das gestões municipais é o fato de funcionarem por departamentos que, muito frequentemente, comportam-se como ilhas dentro da estrutura administrativa, (BOUSKELA et al., 2016) pois duplica o tempo, recursos e esforços para mesmas tarefas, não há prioridades em ações ou coleta/avaliação de dados mais específicos devido à menor integração dos diferentes setores e afasta a população da gestão municipal, gerando um sistema burocrático e ineficiente.

Outra característica do planejamento urbanístico brasileiro é sua plasticidade, no qual traçados não são bem definidos e se incentiva a organicidade do tecido urbano, porém após séculos com poucas diretrizes⁴⁶ mais específicas para a formação de cidades, começou a se tornar um problema cultural e de disforia de território, pois justamente a partir dos anos 1970 que há um grande crescimento da informalidade e das favelas, é também a década dos grandes planos diretores que se propunham a dirigir e articular todas as políticas setoriais sob a batuta do planejamento urbano (ROLNIK, 2000). Essa forma orgânica de se construir o traçado urbano que é uma adaptação do jeito português de construir, que diferente dos espanhóis, tinha uma rigidez menor ao quesito geométrico desde o século XII⁴⁷. Enquanto os espanhóis na colonização seguiam o traçado mais reticulado e disciplinado, os portugueses usaram um formato que respeitava mais a topografia natural, com um modelo mais próximo de um modelo mais medieval, com ruas mais sinuosas e apertadas⁴⁸. Mesmo com essas diferenças iniciais, a região formada pela América Latina e Caribe é a segunda mais urbanizada do planeta, tendo ampliado sua concentração populacional nas cidades de 42% em 1950 para 80% em 2014, devendo chegar próximo de 90% em 2050 (BOUSKELA et al., 2016) e o fluxo migratório tende a se intensificar

⁴⁶ De acordo com o editorial da “Revista Urbana v. 5 n. 2 (2013): jul./dez. [7] - Dossiê Urbanistas e urbanismo: a escrita da história como campo de investigação” da Unicamp, as primeiras comissões de melhoramento urbano no Brasil começaram por volta de 1870 e houve a criação de instituições para planejamento municipal de grandes cidades entre os anos 1940 e 1960. Porém a partir de 1970, com o começo do inchamento das metrópoles, houve a necessidade de uma legislação mais abrangente após várias discussões sobre o novo conceito de urbano.

⁴⁷ Baseado em TEIXEIRA, Manuel C.. A forma da cidade de origem portuguesa. Editora Unesp: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2012.

⁴⁸ Baseado em HOLANDA, Sérgio Buarque de. Raízes do Brasil. 26ª edição. São Paulo: Companhia das letras, 1995. p.93-122.

devido a problemas relacionados às mudanças climáticas, que afetam a produtividade e aumentam o risco de desastres naturais, o que influenciará diretamente nos procedimentos para o urbanismo da região, principalmente no contexto brasileiro.

Até 2099, espera-se que o mundo esteja em média entre 1,8°C e 4°C mais quente do que é hoje. Prevê-se que grandes áreas se tornem mais secas - a proporção de terras em seca constante deverá aumentar de 2% para 10% até 2050.²² Enquanto isso, prevê-se que a proporção de terras que sofrem uma seca extrema aumente de 1% no momento para 30% no final do século XXI. Os padrões de chuva mudarão à medida que o ciclo hidrológico se tornar mais intenso. Em alguns lugares, isso significa que a chuva cairá mais intensa (lavando o solo e causando inundações) (BROWN, p.16. 2008. Tradução nossa).

A preocupação com recursos sustentáveis e cidades que geram cada vez menos resíduos, usem menos combustível fóssil e criem alternativas que priorizem a qualidade de vida dos habitantes são as principais diretrizes no novo conceito de planejamento urbano. Com maior utilização e popularização de sensores IoT, ferramentas de programação, parametrização, *Big Data* e Inteligência Artificial, o arquiteto urbanista contará com instrumentos que possibilitam uma avaliação mais profunda de condicionantes do tecido urbano.

3.1 A INDÚSTRIA 4.0 E A NOVA ECONOMIA URBANA - O DESAFIO DE SER MAIS INCLUSIVO :

Chamada por alguns como a quarta revolução industrial ou digitalização, a Indústria 4.0 está modificando muito mais que a relação entre patrão e empregado, mas a relação das pessoas com uso da cidade, implicando em novas relações sociais, financeiras e de caráter sustentável para fazer da cidade um novo viés gerador de renda e oportunidades. Não será abordado aqui com profundidade polêmicas como privatização de setores, gentrificação, Nimby⁴⁹ ou se a cidade vista

⁴⁹ NIMBY - “Not in My Backyard” Phenomenon ou Fenômeno do “Não no meu jardim/terreiro” Em algumas circunstâncias, denota a falta de vontade dos indivíduos em aceitar a construção de projetos de grande escala por corporações ou entidades governamentais próximas, o que pode afetar sua qualidade de vida e o valor de sua propriedade. Os proponentes do projeto (que geralmente consistem na empresa patrocinadora, nos sindicatos da construção e contratados, etc.) tendem a usar a frase dessa maneira. A frase também é usada pelos advogados do serviço social e da justiça ambiental para implicar uma ausência de consciência social expressa por uma oposição de classe, raça ou deficiência à localização de instalações de serviço social nos bairros. Fonte: <https://www.britannica.com/topic/Not-in-My-Backyard-Phenomenon>.

como negócio é positivo ou não. O foco será sobre as relações que estão acontecendo e estão por vir acontecer com a maior digitalização dos meios de produção num momento de megalópolis ficando cada vez mais densificadas e as cidades de médio e pequeno porte estão crescendo cada vez mais rápido, sem acesso a infraestrutura ou políticas urbanas adequadas.

O conceito de Indústria 4.0⁵⁰ surgiu em 2011 na Alemanha, na feira de Hannover sobre inovação industrial e aborda o conceito de estarmos conectados todo o tempo com maior acesso à internet e o advento dos sistemas automatizados e sensores de IoT. Antes era usado apenas pelos setores da automação e computação, mas agora é considerado um sistema que envolve as relações de trabalho e relações sociais. Toda essa super conectividade, automatização de processos, sensores espalhados em todos os lugares e novas relações de trabalho irão afetar o desenvolvimento das cidades, o sistema econômico em caráter regional e claro, a legislação urbana, principalmente Planos Diretores e Lei de Parcelamento do Solo, que mesmo em cidades de menor porte e que estão longe de ter um sistema de Smart City, já estão se adaptando a essa nova realidade como serviços em nuvem⁵¹, reduzindo a burocracia com sistemas online e aplicativos para melhor uso da cidade, como exemplo, o ReportaAi⁵² de Ponte Nova-MG (que tem um pouco mais de 60mil habitantes de acordo com o Censo 2017). De acordo com os criadores do ReportaAi, o aplicativo “permite que o cidadão reporte problemas que estão acontecendo em seu meio de convívio, como ruas danificadas, lixo jogado no meio da rua, uma rua mal sinalizada e coisas do tipo.”

Um exemplo a ser citado é a cidade de Bilbao, na Espanha, que mudou completamente suas diretrizes com a chegada da Indústria 4.0. A cidade que hoje conta com mais de 350 mil habitantes passou por um processo de desindustrialização intenso entre o final dos anos 80 e 90, fechando praticamente todas as siderúrgicas da região, com altas taxas de desemprego e êxodo de jovens buscando melhores oportunidades em outros lugares. Uma das poucas coisas que ainda

⁵⁰ O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo. Fonte: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>.

⁵¹ O que é preciso para digitalizar a gestão de prefeitura? Fonte: <https://www.e-gestaopublica.com.br/gestao-de-prefeitura/>

⁵² App de Fiscalização Colaborativa Criado Em Ponte Nova-MG é Apresentado na Tribuna Livre <http://pontenova.mg.leg.br/portal/?Link=Noticias&CodPublicacao=1933>

aquecia a economia da cidade, era o turismo até o famoso Museu Guggenheim e justamente por isso a prefeitura com o setor privado usaram estratégias para incentivar o setor de serviços.

[...]HUB Basco de Inovação Digital (DIH) foi criado como um ecossistema local de empresas, institutos de pesquisa e administração pública que criou uma estratégia local. O DIH consiste em uma rede digitalmente conectada de Centros de Competência, com infraestrutura de Pesquisa Desenvolvimento, linhas piloto e conhecimentos técnicos especializados em diferentes áreas da Manufatura Avançada. A rede é co proprietária de seus membros e apoiada por instituições públicas regionais. Dentro deste ecossistema regional, a cidade de Bilbao está posicionada como um local importante, especialmente para os serviços prestados às indústrias locais, fornecendo conhecimento especializado no local, bem como uma porta de entrada para o resto do mundo. A cidade de Bilbao fez um grande esforço no desenvolvimento de uma Estratégia de Especialização Inteligente - S3, com o objetivo de melhorar a fabricação avançada, transformação digital, economia circular e mobilidade sustentável. (TechPlace, 2018. Tradução nossa)⁵³

Devido a esse fato, escolas de arquitetura e urbanismo ao redor do mundo estão oferecendo especializações voltadas para Economia Urbana, que visam entender o processo das cidades oferecerem para os cidadãos uma melhor qualidade de vida, geração de emprego e reduzir desigualdades de forma mais eficiente. Um profissional com esse tipo de habilidade será fundamental no futuro para elaborar leis municipais mais próximas da realidade dos cidadãos, já que é um ponto que o próprio CAU/BR considera importante. De acordo com a órgão, a economia solidária das cidades vem crescendo e aumentando a produtividade sem perder a relação social, pois tem como um de seus princípios o desenvolvimento local como marco de referência, além de se sustentar na organização popular, no exercício pleno dos direitos e responsabilidades da cidadania.(CAU/BR, 2014). E muito dessa economia solidária pode ser estimulada com um Plano Diretor bem feito, realizado através da inovação que as tecnologias da indústria 4.0 oferecem, como inclusive já ocorre em países europeus nos quais algoritmos e sistemas de inteligência artificial analisam os dados e fazem projeções para daqui 5 ou 10 anos de forma mais analítica, contando com a opinião popular e tentando reduzir as desigualdades sociais junto a uma política de sustentabilidade urbana.

⁵³ TECHPLACE. **The role of Industry 4.0 – creation of urban identity.**Disponível em: <https://www.techplace.online/the-role-of-industry-4-0-in-the-creation-of-a-new-urban-identity/>.

As alternativas propostas para alavancagem da capacidade de financiamento municipal em muito dependem da capacidade técnica da administração pública local que, em grande parte dos Municípios, carece de recursos humanos capacitados e experientes na implementação de políticas públicas urbanas.(CAU/BR, 2014).

Figura 5: **Pilares da Indústria 4.0.**



Fonte: <https://www.pollux.com.br/index/wp-content/uploads/2018/03/Card-9-pilares-Linkedin.png>.

A digitalização está muito atrelada ao futuro da velocidade da internet e até o presente momento, as conversas sobre o emprego do 5G no Brasil estão em passos lentos. A vantagem da internet 5G que deve atingir até 10 Gbit /s no futuro (o equivalente a um aumento de 20 vezes a velocidade de tráfego atual)⁵⁴, e essa evolução pode permitir um custo 10 vezes menor por

⁵⁴A velocidade 5G é a transmissão de dados em tempo real. Fonte: <https://www.telekom.com/en/company/details/5g-speed-is-data-transmission-in-real-time-544498>

gigabyte devido à sua alta potência , baixa latência (1ms ou menos) e suporte para mais conexões que as redes 4G atuais, tornando-o perfeito para IoT massiva, Internet tática⁵⁵ e robótica.

3.2 NOVAS FERRAMENTAS PARA O PLANEJAMENTO URBANO:

3.2.1. Sistema CIM⁵⁶:

O CIM tem sido apontado por alguns autores como uma extensão do conceito de BIM para o espaço urbano.(DE AMORIM, 2015), porém o City Information Modeling leva em consideração o fato de que o tecido urbano é muito mais complexo, tomado de particularidades e flexibilizações muito mais mutáveis. Por levar em conta a mutabilidade, o CIM trabalha com dados de diferentes tipos como tabelas de excel, shapefiles, outros arquivos de mapas e imagens, criando um sistema de banco de dados da cidade com uso de gráficos 3D e 2D. O CIM fica num limiar entre sistemas de dados comuns , um sistema 2D/3D tal como Autocad e um sistema GIS, sendo muito usado para criar maneiras mais sustentáveis de gerência municipal e mesmo existindo embriões de sua concepção desde 1999⁵⁷, começou a se popularizar por volta do início de 2010⁵⁸ na Europa. O avanço desse sistema é conhecido como City Geography Markup Language ou CityGML:

⁵⁵5G trará videos holográficos ,internet tática e entretenimento imersivo. Fonte: <https://www.mobiletime.com.br/noticias/14/09/2018/5g-trara-videos-holograficos-internet-tatil-e-entretenimento-imersivo/>

⁵⁶ No apêndice D, tem uma captura de tela sobre softwares que usam um sistema como CIM.

⁵⁷ De acordo com o texto de Todor Stojanovski, **City information modeling (CIM) and urbanism: Blocks, connections, territories, people and situations (2013)**, O CIM começou a se tornar o que é hoje após um processo histórico e popularização de aplicações como Autocad e BIM.

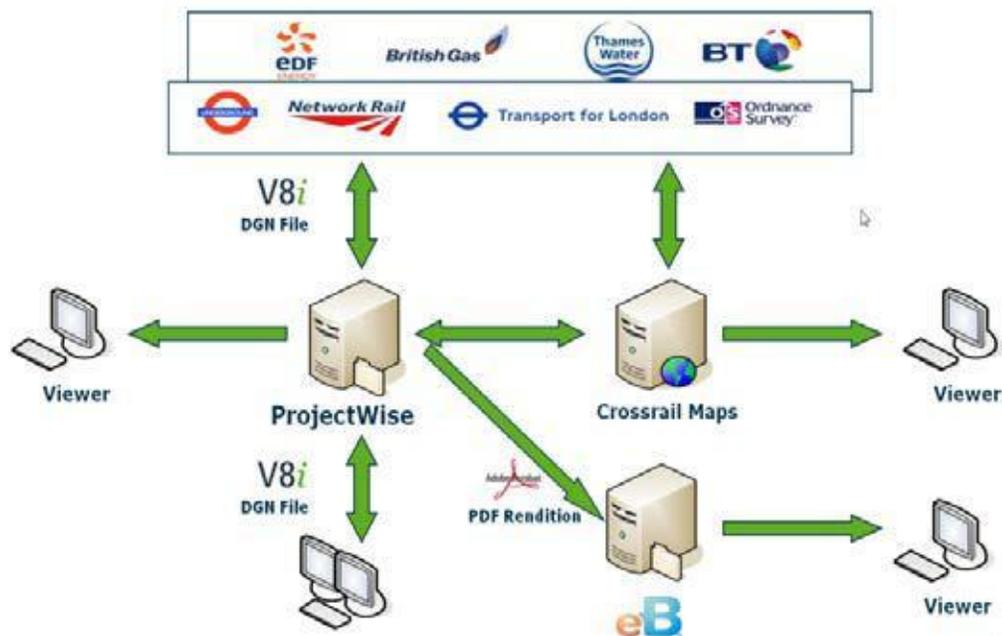
⁵⁸ O texto de Arivaldo de Amorim,**Discutindo City information modeling (CIM) e conceitos correlatos (2015)** mostra uma popularidade do sistema CIM e outros sobre modelagem de cidades alcançarem maior popularidade a partir do início da década de 2010.

O modelo de dados proposto é capaz de representar todas as partes relevantes da cidade, com sua aparência, geometria, topologia e semântica, em formato numérico.[...]O CityGML é portanto um padrão para a representação tridimensional digital dos elementos físicos da cidade e suas relações, que visa a interoperabilidade dos sistemas e aplicações de natureza urbana. Assim, pode-se estabelecer que o CityGML é um padrão para a implementação dos 3D_GIS. Sendo considerado o núcleo do modelo de informações para os modelos tridimensionais numéricos de cidades (Computer City Models).São exemplos desse tipo de aplicação os modelos de Berlim, Colônia, Dresden, Munique e do Campus Norte do Karlsruhe Institute of Technology, dentre outros (apud GRÖGER *et al.*, 2012). Por fim, cabe observar que embora o padrão CityGML tenha sido pensado e desenvolvido inicialmente para a cidade, ou seja o urbano, os objetos representados possuem significância e abrangência regional, como os sistemas de transportes, as linhas de transmissão de energia, as adutoras, os rios, os canais, as bacias hidrográficas etc. Isto possibilita a extensão das aplicações para o município como um todo e mesmo para territórios mais vastos.(DE AMORIM,p.92. 2015)

Há muita crítica no meio acadêmico e prático-profissional em relação a esse sistema, afinal consideram que o planejador urbano está indo para um nível de abstração muito distante da realidade da construção da cidade. Porém com sistemas de sensores de IoT ficando cada vez mais comuns, econômicos e com mais funcionalidades, os sistemas de CIM tenderão a ficar mais próximos do cotidiano dos habitantes e mais eficientes com acesso a dados em tempo real e poderão ter um sistema de mineração de dados usando sistemas de *Machine e Deep Learning* para melhor heurística e aprimoramento da legislação urbana. ⁵⁹

⁵⁹ LIU, L. et al. A machine learning-based method for the large-scale evaluation of the qualities of the urban environment. Computers, Environment and Urban Systems, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.06.003>

Figura 6: Funcionamento do CIM em Londres.



Fonte: www.bentley.com

3.2.2. Linguagens de Programação: Python e R⁶⁰:

Devido à digitalização já explicada, saber programar será mais que um diferencial, será obrigatório. De acordo com Daniel Davis, um arquiteto que pesquisa como a tecnologia influencia a arquitetura e como esse tipo de arquitetura influencia as pessoas, a sistematização vem ocorrendo de forma na arquitetura e urbanismo que irá mudar o concepção do mercado para os profissionais da área, de uma forma mais positiva em sua visão. Afinal os valores que irão diferenciar os bons profissionais será a empatia, criatividade, arte de resolver problemas práticos e a capacidade de design, afinal a Inteligência Artificial mais aprimorada iria substituir aquele tipo de profissional que apenas fica no escritório e é muito dependente de software.

⁶⁰ Em Apêndice A e B mostro as tentativas de programação para esse trabalho.

Na arquitetura, muitas tentativas de aplicar a inteligência da máquina ao processo de projeto falharam porque tentam automatizar todo o processo, substituindo os arquitetos por atacado e empregando um computador para tudo, até as tarefas melhor executadas pelas pessoas. Embora os algoritmos pareçam improváveis de ter sucesso com arquitetos, cada vez mais eles poderão concluir uma série de tarefas melhor do que um designer (como colocar mesas em um escritório)) À medida que essa capacidade algorítmica cresce, duas coisas acontecem: 1) a automação direcionada substituirá progressivamente o trabalho de projeto; 2) os designers trabalharão de forma mais colaborativa com algoritmos que capitalizam a inteligência exclusiva dos designers humanos (aumento do design). (DAVES,2019. Tradução nossa)⁶¹

No setor de arquitetura e urbanismo, Python é utilizadas em softwares como Rhinoceros, Archicad e ArcGis em *scripts* com uma funcionalidade específica. *Scripts* são códigos e/ou funções prontas que funcionam num depurador, que é uma área de programação dentro do aplicativo. No Rhinoceros esses scripts são utilizados junto ao Grasshopper, que é a mais famosa extensão do Rhino por causa do seu uso para criação de formas paramétricas. O mesmo acontece no Archicad, porém suas extensões suportam mais *scripts* para uso do BIM . No ArcGis, há uma parte chamada ArcPy, no qual se usa esses *scripts* para criar funções específicas de geoprocessamento e fazer a mineração desses dados geoespaciais diretamente na plataforma. R também é usado no Tableau, que é um software de criação de tabelas e gráficos de forma mais intuitiva, cujo dados são resultados de mineração de dados de quaisquer outros softwares.

Podemos citar como exemplo o CityEngine, um software criado pela mesma empresa Esri⁶², a mesma que criou o ArcGis, e fez essa versão para planejamento urbano inteligente, com opção de criação de modelos 3D realistas a partir de *scripts* de python integrados com a plataforma de geoprocessamento existente. Outro exemplo é o CityCAD⁶³, que trabalha com o sistema CIM e usa de dados vindos dos planos diretores como coeficiente de adensamento, de permeabilidade e taxa de ocupação para começar a fazer as estatísticas do município a ser

⁶¹ What ‘The Future of The Professions’ Reveals About the Future of Architecture. Fonte: <https://www.danieldavis.com/future-of-the-professions/>

⁶² CityEngine. Fonte: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/esri-cityengine/overview>

⁶³ CityCAD. Fonte: <https://www.holisticcity.co.uk/services/citycad/>

trabalhado com para juntar a outros dados como mapas e modelo 3D e começar a formar o desenho urbano .

Python⁶⁴ é a linguagem preferida dos programadores de *deep learning* e *machine learning* pois com poucos comandos é possível fazer muitas funções. Um dos principais usos dessa linguagem é para comparação automática de padrões, o que seria muito útil para criar um sistema que pudesse identificar numa foto via rede social a urgência de remoção ou o risco de deslizamento de terra de um bairro , mostrando uma opção de o poder público agir antes de ocorrer uma tragédia. No caso da linguagem R⁶⁵ , é mais recomendada para o trabalho com o grande volume de dados, o Big Data, graças às funções de mineração de dados , com poucas linhas de código é possível, por exemplo, criar um sistema que poderia recolher informações de sensores para um aplicativo direto para a prefeitura e a mensagem é automaticamente enviada para o setor responsável. Mais detalhes dessas ferramentas estão no apêndice do trabalho.

3.2.3. Parametricismo Urbano:

O parametrismo começou a se popularizar como uma técnica de modelagem de formas 3D para setores da animação nos anos 1990 e como hoje acontece com Unity ou Blender, o setor de arquitetura e urbanismo usufrui de técnicas que originalmente foram criadas para a área da computação e animação para novos projetos arquitetônicos. O destaque veio com o escritório de Zaha Hadid, que com seu sócio Patrik Schumacher, ainda hoje mostram o poder do design computacional com complexas formas matemáticas e são referência mundial com o estúdio ZHA sendo premiado em várias categorias.⁶⁶

Em 1998, Patrik escreveu o “Primeiro Manifesto do Parametricismo”, pois para ele paramétrico é o que o software faz, é a ação matemática que cria as formas mas paramétrico é o movimento arquitetônico, é o design. Schumacher considera que tal como ocorreu no passado vertentes de design como NeoClássico, Eclético, Modernismo e Brutalismo, o futuro do Pós

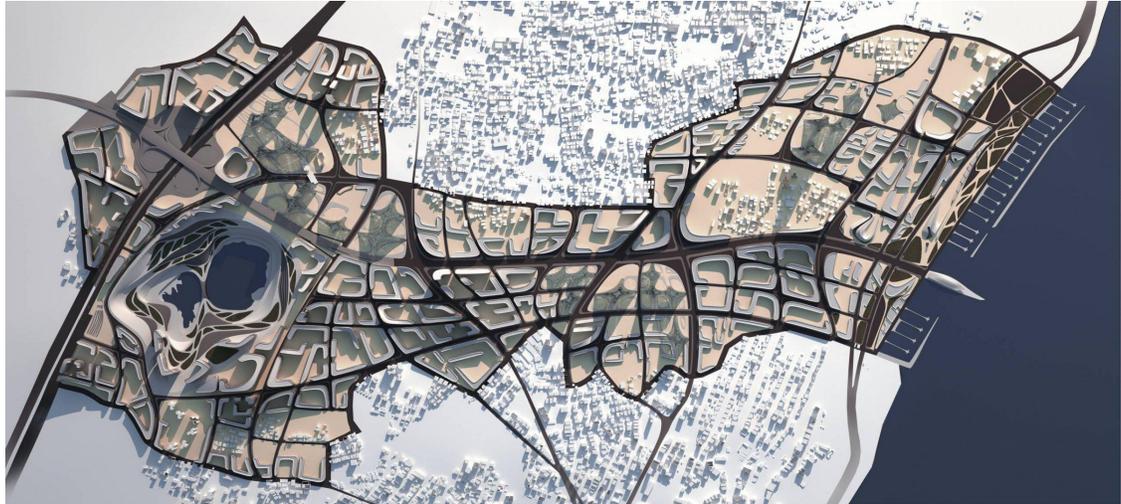
⁶⁴ MUELLER, J. P.; MASSARON, L. **Deep Learning For Dummies**. John Wiley & Sons, 2019.

⁶⁵ Sobre uso de Python e R. Fonte: <http://www.cienciaedados.com/r-ou-python-para-analise-de-dados/>

⁶⁶ Informações do site de Patrik Schumacher . Fonte: <https://www.patrikschumacher.com>

Modernismo é o Parametricismo⁶⁷. Uma das principais áreas de pesquisa e prática para o futuro do urbanismo está muito ligado não apenas aos conceitos de sustentável, social, incluyente e smart cities, mas também ao movimento do paracimetrismo urbano, sendo o marco o para o movimento o Plano Diretor de Zaha Hadid Architects para Turquia: Kartal-Pendik Masterplan,Istambul, 2006.

Figura 7: O Plano Diretor de Kartal-Pendik



Fonte: <https://www.zaha-hadid.com/masterplans/kartal-pendik-masterplan/>

Este projeto urbano foi um marco para o planejamento urbano contemporâneo, por ser um dos primeiros do mundo e em grande escala a trabalhar com algoritmos e *scripts* de python feitos exclusivamente para solucionar problemas de design e estrutura urbana⁶⁸, que foi chamado de “Aprofundamento da Modelagem Paramétrica”, por também usar inteligência artificial e computação gráfica para chegar ao tipo de projeto que foi apresentado. E claro, há muito o que se pensar sobre esse tipo de projeto, há muitas críticas em relação ao quanto o urbanista paramétrico se afasta do design real, do uso real e se prende muito aos dados, tornando o plano diretor uma

⁶⁷ Patrik Schumacher costuma dizer em suas entrevistas, aulas e site pessoal de como para ele é mais que simples forma ou design, é um novo movimento arquitetônico, por isso o nome Parametrismo. Fonte: <https://www.patrikschumacher.com>.

⁶⁸ Para fins de pesquisa, o escritório ZHA inclusive disponibilizou alguns desses scripts online. Patrik fala que fez isso pois o conhecimento deve ser disseminado para que outras pessoas conheçam mais da arquitetura e urbanismo paramétricos, que segundo ele, ainda há muito preconceito com o movimento.

abstração que dificilmente poderá ser construída e/ou utilizada no complexo e mutável tecido urbano.

3.3 AFINAL, COMO CRIAR UM PLANO DIRETOR A PARTIR DO USO DE *AI*, *BIG DATA* E *DATA MINING* ?

Como apresentado neste trabalho, a construção do urbanismo contemporâneo e futuro já está se apropriando da inteligência artificial, big data e mineração de dados para a criação de “Planos Diretores Inteligentes”, que tem como premissa serem mais úteis, responsáveis e proativos se comparados ao sistema tradicional. Os dados de populações inteiras nesse momento estão sendo recolhidos sem que a população tenha a mínima ideia desse fator e muito menos para o que servirão, quais os verdadeiros propósitos além de propaganda de produtos ou política:

A riqueza de informações e dados em tempo real fornecidos ao estudo de fenômenos urbanos por novas tecnologias (celulares, tv a cabo, redes de sensores, navegação por satélite, painéis de controle digital, GIS, Wi-Fi, redes inteligentes etc.) é raramente empregado de maneira sistemática e seletiva, e menos ainda por arquitetos e urbanistas. Há uma sensação de que as inovações em tecnologia da informação e comunicação se movem mais rápido do que nossa capacidade de encontrar um uso para elas. Uma nova fronteira de pesquisa nesse cenário pode ser representada pela utilização no desenho urbano de software paramétrico, ou seja, ferramentas digitais usadas para gerar forma como resultado do processamento lógico adaptativo das informações e dados selecionados. Com plataformas paramétricas, o design não oferece uma resposta unívoca a um grupo de condições pré-estabelecidas, mas se torna um modelo dinâmico capaz de responder rapidamente às informações fornecidas pelo designer.(FUSERO, Paolo; TEDESCHI, L. M. A; LEPIDI, Sara.p.2.2013. Tradução nossa).

A modelagem urbana paramétrica é uma das respostas que se pode ter ao pensar sobre a criação de Cidades Inteligentes, afinal há uma oferta muito grande de softwares, soluções gratuitas e pagas de algoritmos, scripts, mineração de dados e todo tipo de acesso à informação ou criação de informação que se tornou um nicho de mercado lucrativo para empresas de gestão urbana, de computação, de automação e escritórios de arquitetura, que acaba influenciando um sistema de gestão onde cada especialista foca apenas na sua área de conhecimento e não sabe muito bem o que está acontecendo na secretaria ao lado.

Organização requer um repertório de padrões cada vez mais complexos de distribuição espacial. A articulação requer uma experiência em lidar com a forma como esses padrões e espaços são percebidos e compreendidos.[...]é preciso reconhecer que os ambientes construídos funcionam via percepção e compreensão. Isso coloca a tarefa de articulação. Ordem arquitetônica emerge dos componentes de organização e articulação como os dois constituintes irredutíveis componentes da tarefa da arquitetura. A organização está envolvida como distanciamento físico, separação e conexão de domínios, e há um enquadramento da comunicação canalizando fisicamente movimento e interação. A articulação preocupa-se com a orientação e enquadra a comunicação cognitivamente. A articulação está guiando o movimento e a interação por meio de conspicuidade e atmosferas, via pistas perceptivas e semióticas. (SCHUMACHER,p.8. 2011. Tradução nossa).⁶⁹

Tal como Patrik diz em *The Societal Function of Architecture*, um dos preceitos da arquitetura e urbanismo é ao menos induzir a uma mínima organização do espaço (real ou artificial) e isso significa que houve uma evolução social também, afinal essa noção de uso espacial surgiu com a dependência de comunicação entre humanos desde as sociedades mais primitivas, que acidentalmente ou não, elevaram a sociedade a para além do preceito de moradia, mas de inovação de modo vida.E avançando desde os mais simples sistemas de moradia e organização social, passando por diferentes estilos e fases como o Romano, Eclético, Moderno, Art-Deco,etc, chegamos ao momento do século XXI em que a inovação é a Smart City.

Talvez para algumas pessoas o conceito de *Smart City* de hoje soe como era o conceito da ilha de Utopia de Thomas More, no qual a cidade perfeitamente construída coordena as ações do homem, o ambiente organizando uma sociedade ideal, funcionando por alteridade à cidade existente, da mesma maneira que o homem ideal se apresenta para o homem comum (MOTA, 1998). Ou gera uma percepção mais próxima aos conceitos de cidade industrial utópica, como aos propostos por Garnier, onde toda a cidade seria próxima ao setor de matérias primas e com sistema de transporte excelentes para suprir com excelência as necessidades das fábricas e seus trabalhadores ou ao que Le Corbusier que insurge-se contra o fato de os trabalhadores fabricarem os equipamentos da modernidade e verem-se impedidos de usufruir das suas vantagens. (MOTA, 1998) e ao mesmo tempo, considerando o homem é um fator quantitativo meio de toda a

⁶⁹ SCHUMACHER, Patrik. *The Societal Function of Architecture*. Abbreviated transcript of Patrik Schumacher's IOA Sliver Lecture 05.04.2011.

racionalidade prezando a eficiência quase como de uma fábrica bem gerida. E com essas especulações, devido ao desconhecimento da tecnologia, há um problema de percepção que é um dos motivos deste trabalho existir : quando o assunto é Smart City muitos profissionais não veem relação com a legislação urbanística, uma vez que o Plano Diretor é o instrumento básico da política municipal para o desenvolvimento, expansão e fiscalização urbana e ele deve ser produzido obrigatoriamente pelo Poder Executivo do município. É uma lei do município que deve ser aprovada em Câmara. Ele tem o objetivo de nortear, organizar e regulamentar através de diretrizes o crescimento de uma cidade para que o meio urbano atenda melhor a população e consiga balancear as relações econômicas, sociais e ambientais. De acordo com o urbanista Valter Caldana⁷⁰, o Plano Diretor “traz diretrizes e critérios para a construção das soluções” e que ele por si só não solucionaria os problemas urbanos. A partir da aprovação do Plano Diretor Municipal segue uma estrutura de planejamento da cidade, que são a Lei de Zoneamento, os planos setoriais, os planos regionais e os planos de bairro e que, de acordo com o urbanista, se não forem implementados “as vitórias do plano podem se perder”.

Ou seja: não tem como existir um sistema de *Smart Cities* de excelência sem que o Plano Diretor também não tenha sido feito de forma adequada, é a base de uma Cidade Inteligente. E para ter um “Plano Diretor Inteligente”, se sugere o uso de ferramentas ligadas à coleta de dados, mineração de dados e inteligência artificial.

Uma metodologia interessante para alcançar um Plano Diretor Inteligente poderia ser:

1. Visitas a cada bairro e conversas com a população sobre suas necessidades:

Quando se fala sobre gestão pública no Brasil, o que acontece é que a população normalmente é avisada de alguma ação, não é consultada. Se é consultada, é após as negociações entre setores públicos e público-privado estarem bem adiantadas, visto que boa parte da produção contemporânea do urbanismo tem sido mobilizada para criar uma cenografia de tal forma que a cidade se transforme numa espécie de produto à venda num estande (ROLNIK,2013). Então, se torna de extrema

⁷⁰ O que é e para que serve o Plano Diretor, com Valter Caldana. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=yOAXzJS7io>

importância conversar com as pessoas, principalmente as das regiões mais carentes e entender o papel do estado para minimizar os problemas da população.

2. Coleta de dados com uso de *blockchain*: Os dados de qualquer um estão sendo coletados sem a menor autorização, ou melhor, sem qualquer conhecimento da maioria do que é coletado, para quem é e o que irão fazer com isso. Portanto, um órgão público ou privado com seriedade deve criar um aviso para população esclarecendo quais informações seriam coletadas, qual a função e a garantia de privacidade e segurança com o uso do *blockchain*.

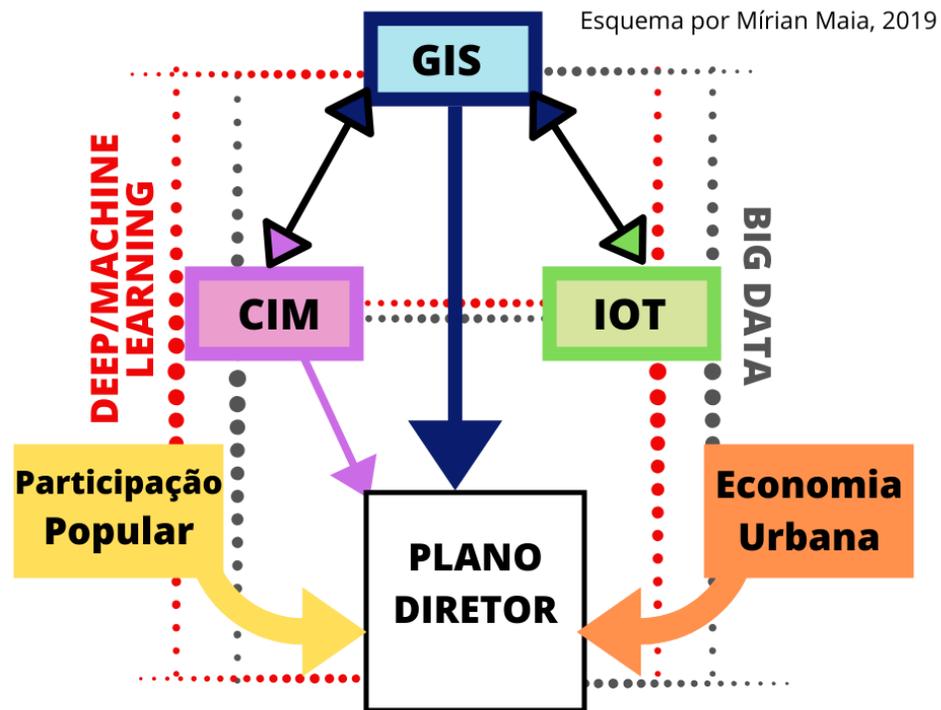
- Informação de GPS de celular, para verificação de rotas para verificação de transporte. Pela velocidade e comparando com as informações de linha de ônibus é possível verificar se em certa região da cidade se usa mais transporte privado, público ou a pé. São informações que seriam interessantes para verificar o fluxo não apenas de transporte, mas de serviços, como verificar o fluxo de muitas pessoas do bairro A para o bairro B devido ao fato de o bairro B ter escola infantil, por exemplo.
- Dados de hospitais públicos e privados, seriam coletados dados como sexo, idade, bairro e motivo da consulta, para que com mineração de dados se crie um sistema de monitoramento da saúde dos cidadãos que foque nas doenças e sintomas mais comuns.

Com o sistema de mineração de dados, logo na coleta de dados, não seriam aceitos dados de documentos, nome ou quaisquer outras informações que identificassem o usuário ou violassem sua privacidade como cidadão. Então seria salvo em nuvem no *blockchain*, apenas informações impessoais, como caminhos, idade, sexo e bairro.

3. Geoprocessamento e sensores IoT: Sensores seriam fundamentais para monitoramento constante de poluição, qualidade da água, risco de desastre natural. engarrafamentos, trânsito.

Após essa coleta de dados, a próxima etapa seria a mineração dos dados e com coleta constante de dados de trânsito e saúde, para criar um sistema de big data da localidade para o novo Plano Diretor da região. Com mais dados é possível criar um aplicativo de *deep learning* para que o sistema faça projeções para os próximos meses ou anos de acordo com o tipo de função delegada. E com isso seria possível definir índices de ocupação do solo, densificação, zoneamentos, etc, para serem revisados a curtos espaços de tempo, fazendo que o Plano Diretor se flexibilize, pois seria um plano de metas a serem alcançadas a curto prazo e com atualizações de acordo com as mudanças do tecido urbano, que estão cada vez mais rápidas por causa da digitalização.

Figura 8: O Plano Diretor Inteligente.



Fonte: A autora, 2019.

3.3.1. O cuidado com privacidade - Sidewalk:

SideWalk é o programa de Cidades Inteligentes que o Google está implantando em Toronto , usando o máximo da AI e Big Data no Plano Diretor. Ao mesmo tempo que é

fascinante observar os rumos do urbanismo para o futuro, existe a preocupação de como a gigante da internet irá usar os dados. Cerca de 60% dos moradores de Toronto não se sentem seguros sobre o projeto, de acordo com site The Conversation,⁷¹ pois o projeto é considerado “Capitalismo de vigilância” pois não sabem o quanto do que o Google irá usar dos dados coletados no navegador e no Android:

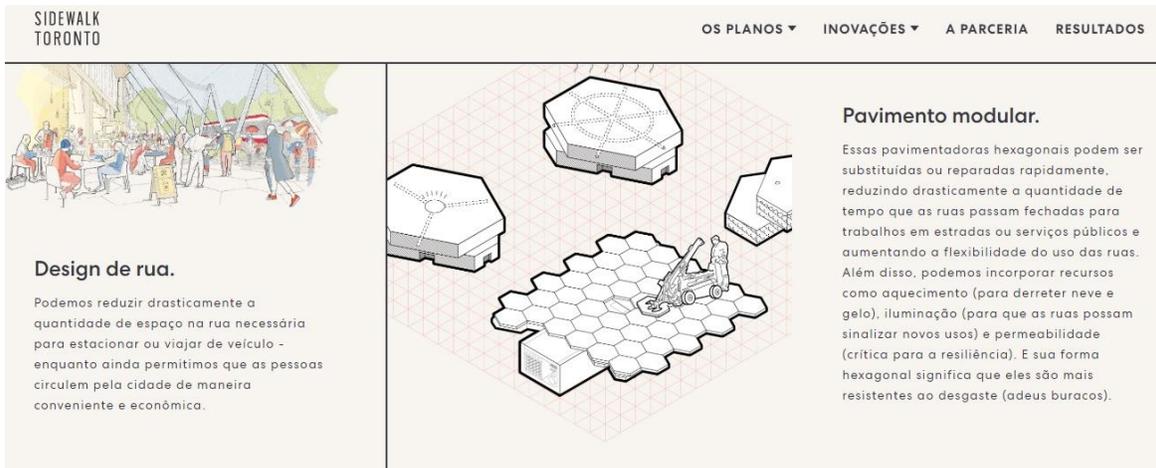
Em 2017, o Sidewalk Labs ganhou uma proposta para desenvolver uma seção de 12 acres da orla marítima oriental de Toronto.[...] Quayside deveria ser uma das primeiras "cidades inteligentes" do mundo, baseando-se em design ambientalmente consciente e tecnologias emergentes para "acelerar a inovação urbana e servir como farol para as cidades" ao redor do mundo". A Sidewalk Labs pretende construir 2.500 unidades habitacionais, quase metade delas em valor de mercado.[...]No início de outubro, a empresária Saadia Muzaffar renunciou ao papel consultivo do projeto, citando uma falta de transparência da Waterfront Toronto e dizendo que a organização mostrava "apatia e falta de liderança em relação à instável confiança do público".(CECCO, 2019. Tradução nossa.)⁷²

De acordo com a assessoria do SideWalk Labs, as leis canadenses dizem que é necessário ter autorização prévia para gerar dados públicos e que a equipe está fazendo essas perguntas sobre uso do de dados e usando dados de bancos públicos , porém é um alerta para mostrar que apesar de todas as vantagens que o Plano Diretor deles relatam como pensaram em um sistema sustentável , com menos impostos e custos das moradias até 40% menor na região de Quayside, há o medo da invasão de privacidade e a empresa não ser clara sobre qual o destino desses dados, então o profissional do urbanismo “high tech” deve se ater a esse tipo de perigo e tentar fazer o seu melhor com as ferramentas que sabe usar.

⁷¹ <https://theconversation.com/sidewalk-torontos-master-plan-raises-urgent-concerns-about-data-and-privacy-121025>

⁷² 'Surveillance capitalism': critic urges Toronto to abandon smart city project
<https://www.theguardian.com/cities/2019/jun/06/toronto-smart-city-google-project-privacy-concerns>

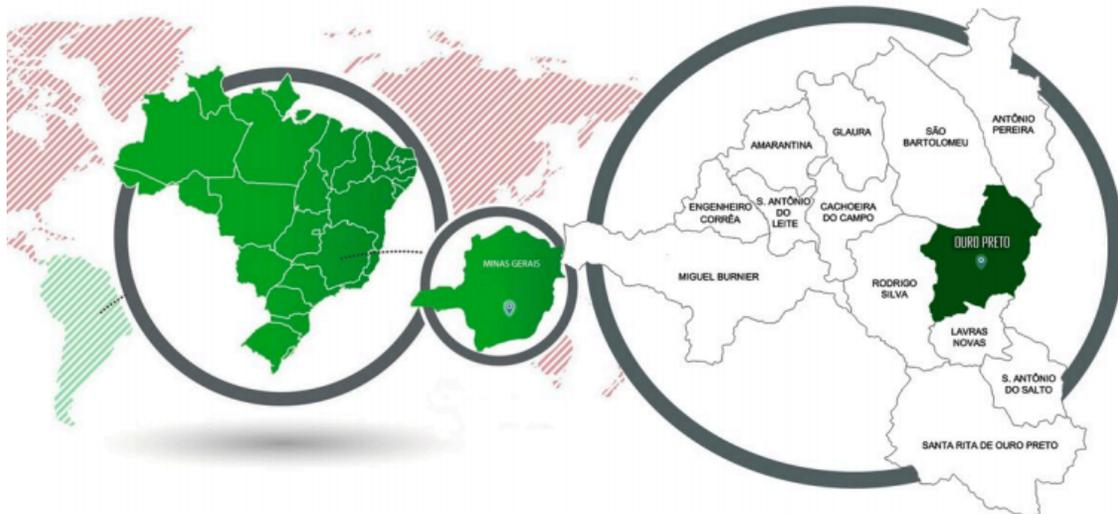
Figura 9: Inovações do SideWalk.



Fonte: <https://www.sidewalktoronto.ca/innovations/public-realm>

4. ESTUDO DE CASO - DISTRITO SEDE DE OURO PRETO:

Figura 10: Localização do Distrito Sede de Ouro Preto a partir do mapa de Minas Gerais e do Brasil.



Fonte: A autora, 2018

Ouro Preto surgiu a partir da descoberta do ouro aluvial por bandeirantes por volta de 1698 no arraial de Padre Faria, gerando uma explosão demográfica na região no século XVII e XVIII. De acordos com estudos, Vila Rica foi elevada a capital do estado em 1720 sempre teve

altos e baixos populacionais de acordo com a diversificação da atividade econômica, como a baixa da extração de pedras preciosas e a mudança da capital de Minas Gerais para Belo Horizonte em 1897, o que levou ao deterioramento da maioria das casas e modificação tecido urbano do atual centro histórico antes do tombamento ocorrido em 1933.⁷³

4.1. SOBRE A CIDADE CONTEMPORÂNEA DE OURO PRETO⁷⁴:

Ouro Preto é uma cidade onde várias cidades se encontram: é a “cidade turista”, que com um cenário preservado por quase inflexíveis leis do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, que movimenta o Produto Interno Bruto do município⁷⁵ e gera emprego para os ouropretanos que vivem no que se considera a “cidade real”, que são chamados por demais de “nativos” e fazem parte aqueles que são nascidos em Ouro Preto. Geralmente, fazem parte de uma geração de familiares desde quando a antiga Vila Rica até se tornar Ouro Preto ainda era capital do estado de Minas Gerais e são eles que normalmente moram nos lugares com maiores declividades topográficas da área urbana. E para finalizar, cita-se a região da cidade universitária, que gera fluxo para fora da região tombada e cria uma nova fonte de renda para os ouropretanos: os aluguéis estudantis.

A interseção dessas diferentes Ouro Pretos é que gera um dos maiores problemas urbanos observados nos documentos: fundamentalmente é o mesmo território, não há como desmembrar a funcionalidade de uma região pensando que seria algo único, afinal, o comércio voltado para a “cidade turista” também é o utilizado pela “cidade real” e também para a “cidade universitária”, mas examinando as leis, percebe-se que colocaram essas diferentes realidades como se fossem fisicamente separadas e no mesmo documento, aparece diretrizes onde considera-se essa multiplicidade de situações, causando mais burocracias e confusões para a maioria dos gestores, para a população e qualquer pessoa que tenha interesse em se aprofundar na situação da organização e gestão municipal.

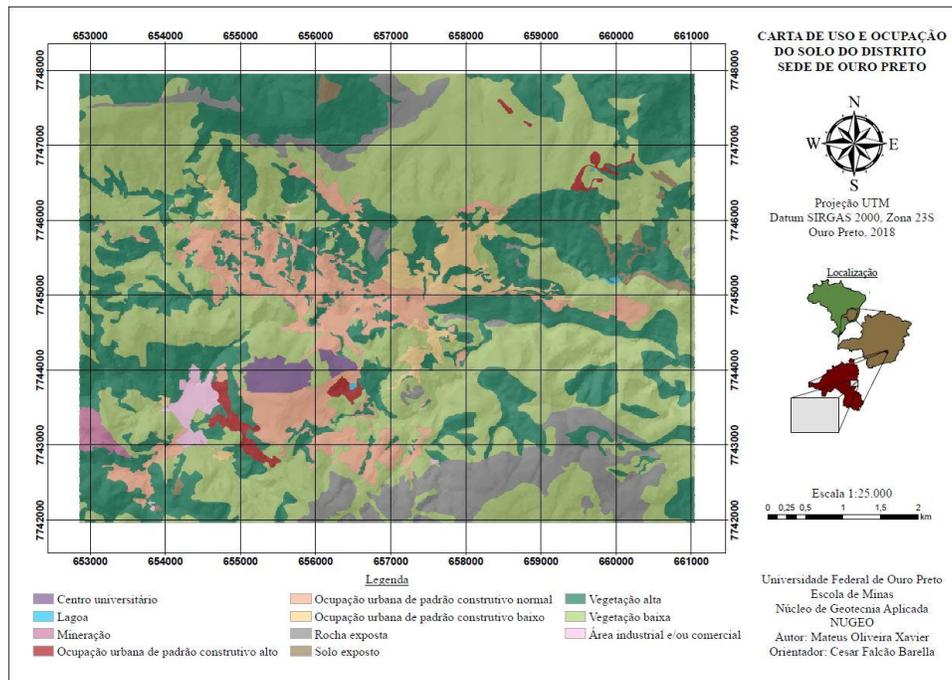
⁷³ Baseado em: VIEIRA, Liliâne de Castro. Ouro Preto e o Século XIX: O mito da decadência. Revista CPC, São Paulo, n.22, p.145-189, jul./dez. 2016.

⁷⁴ Em Apêndice C, estão os mapas morfológico funcional e de funcionalidades.

⁷⁵ De acordo com a Associação Comercial e Empresarial de Ouro Preto - ACEOP, entre 2017 e 2018, o maior gerador de PIB foram os setores de comércio e serviços, cujo o maior público alvo são os turistas.

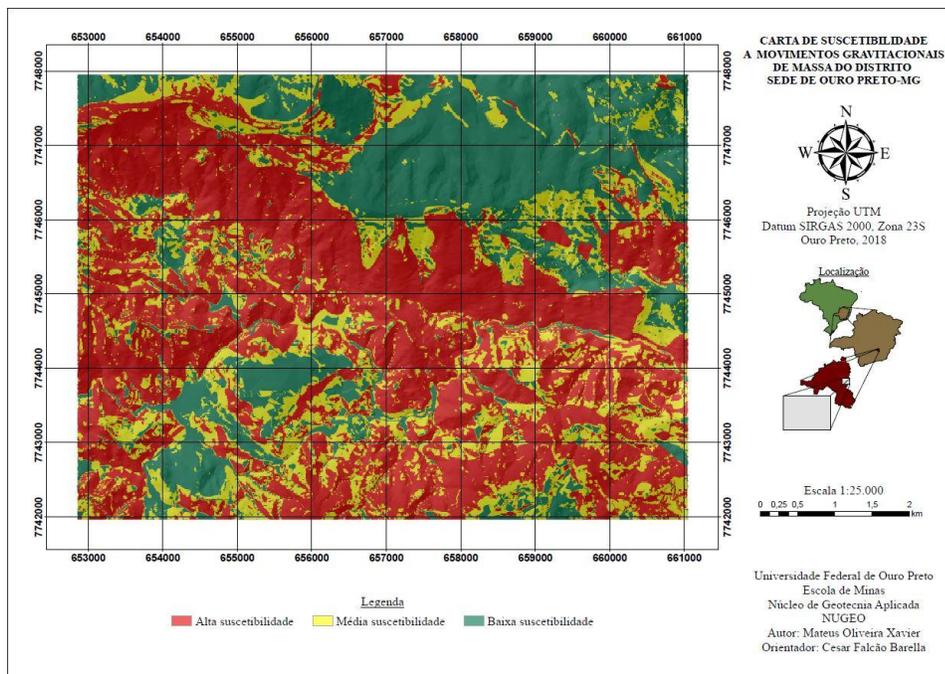
Fonte: <https://www.aceop.com.br/noticia/654/perfil-socioeconomico-de-ouro-preto-2018-esta-disponivel-para-consulta>

Figura 11: Uso e ocupação do solo.



Fonte: Imagem criada e cedida por Matheus Xavier, 2018.

Figura 12: Suscetibilidade a movimentos de massa.



Fonte: Imagem criada e cedida por Matheus Xavier, 2018.

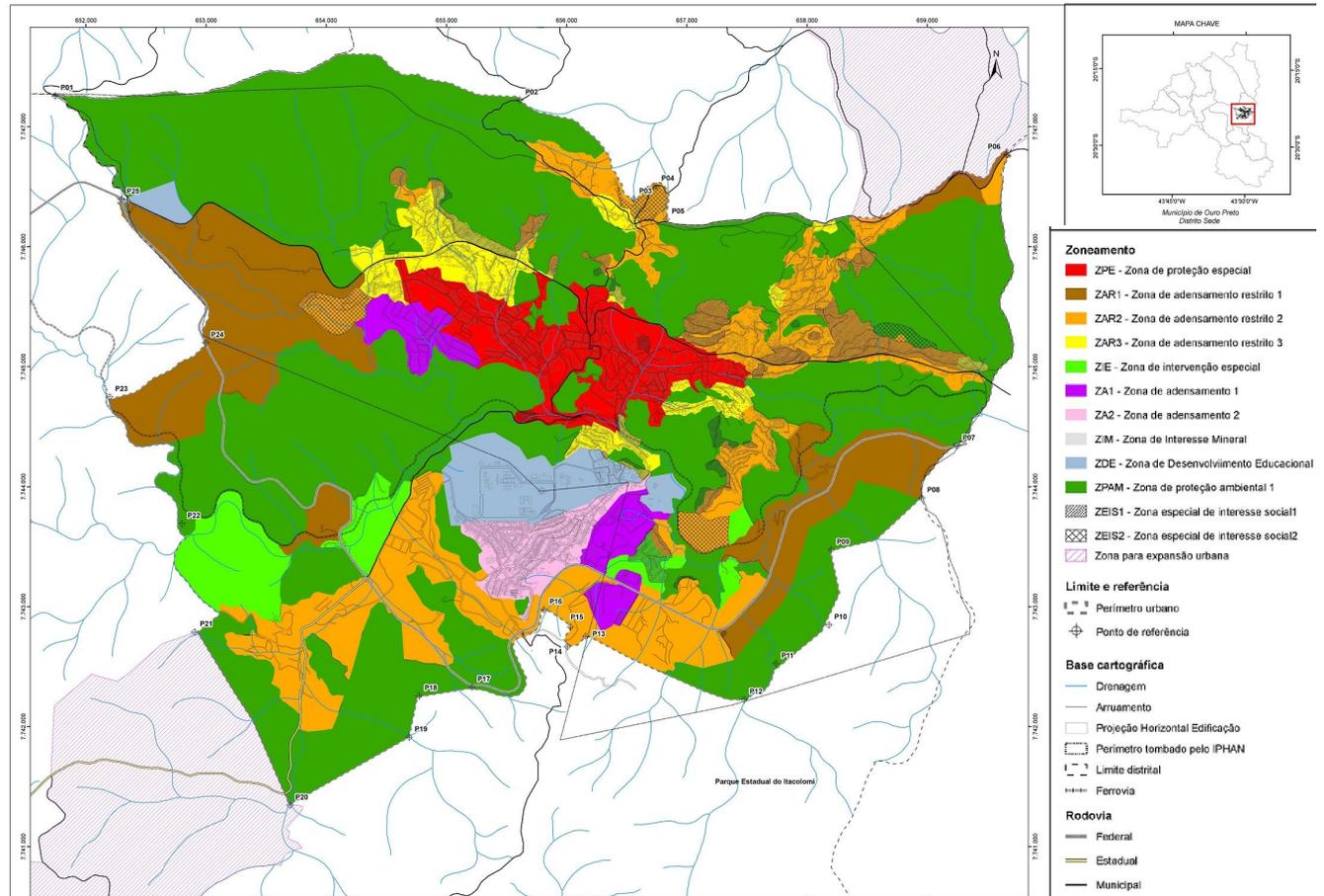
O texto do Plano Diretor de Ouro Preto foi promulgado em dezembro de 2006 e já expirou seu prazo de reestruturação/renovação, já que o prazo de um plano diretor é de 10 anos. Em 2018 iniciou-se o processo de diagnóstico e conversas para o próximo Plano Diretor, muito pela pressão popular relacionada ao atraso de coleta de dados e definição de novas normas para se atualizar às novas demandas, com por exemplo, o recente processo da Ocupação Chico Rei⁷⁶, que invadiram as terras da antiga FEBEM e travam na justiça com uma prefeitura e o governo estadual uma solução baseada nos instrumentos de regularização fundiária do Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001), a definição de uma zona na sede no município garante o acesso à terras e moradia pela população de baixa renda. A implantação de Zona Especial de Interesse Social de Vazios Urbanos tem como o objetivo destinar o solo urbano não ocupado para aumentar a oferta de terras à população de baixa renda, que é a parcela da população excluída quando a função social da propriedade e moradia digna não são cumpridas. É importante lembrar que este instrumento é regulamentado pela Constituição Federal e pelo Estatuto das Cidades, mas o seu emprego é de total responsabilidade do município, e por exemplo no atual Plano Diretor ouropretano, há uma menção específica para moradias sociais mas nada relacionado a ocupação de terras públicas.

⁷⁶ Câmara municipal debate Plano Diretor e Ocupação Chico Rei.

Fonte:

http://www.cmop.mg.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=3048%3Aocupacao-chico-rei-e-planejamento-urbano-sao-temas-de-audiencia-publica&catid=120%3Adestaques&Itemid=1

Figura 13: Zoneamento Distrito Sede de Ouro Preto. Adaptado.

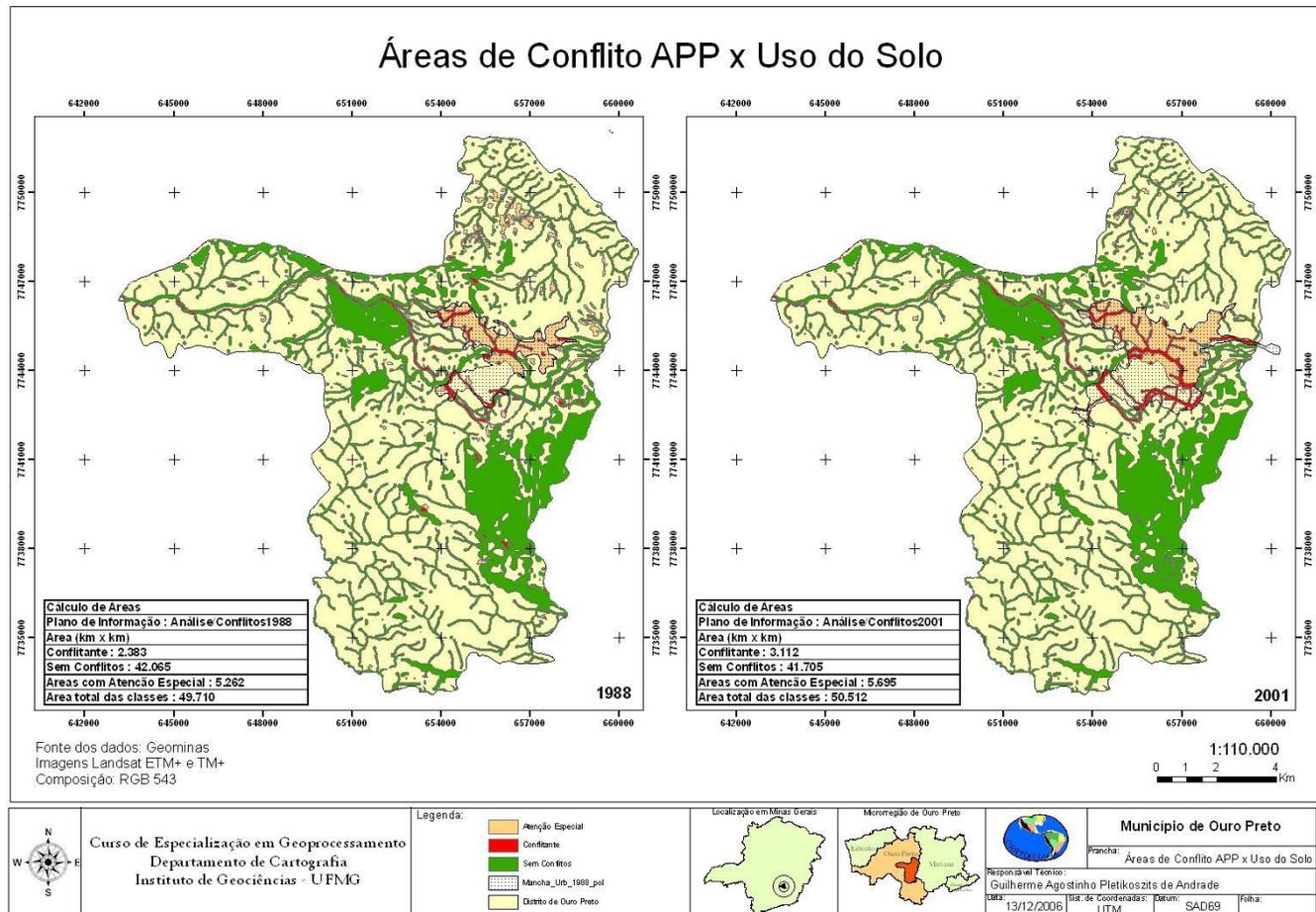


Fonte: Prefeitura de Ouro Preto, 2010

Dentre os pontos analisados, destacam-se as principais observações:

- O conteúdo geral é focado no patrimônio e turismo como impulsionador de crescimento econômico.
- Na página 24, artigo 173, é abordado o Grupo de Assessoramento Técnico - GAT, porém esse grupo atua apenas na área do perímetro de tombamento do IPHAN
- As diferentes zonas têm diferentes coeficientes de adensamento, de taxa de ocupação, coeficientes ambientais e muitas regiões se encontram em 2 ou mais zonas ao mesmo tempo, gerando conflitos de qual parâmetro seguir.

Figura 14: Mapa de Áreas de Conflito do Uso do Solo do Município de Ouro Preto .



Fonte: Guilherme Agostinho Pletikoszits de Andrade, 2006.

4.2. E SE OURO PRETO TIVESSE UM PLANO DIRETOR INTELIGENTE E SE TORNASSE UMA SMART CITY?

O atual Plano Diretor pouco menciona sobre quais as medidas onde há o maior risco de desastres de, um dos maiores problemas da cidade, que são as casas feitas em regiões com alta declividade, já que aproximadamente 61% do território do distrito sede apresenta inclinação acima de 16°41'57,28", ou seja, declividade superior a 30%, que não permite a ocupação ou

parcelamento do solo sem o devido acompanhamento geotécnico (XAVIER,2018)⁷⁷ e não cita sobre ações efetivas da economia urbana, em como ,por exemplo, estimular que mais turistas venham para a cidade e visitem além do Centro Histórico e pensem também em outro tipo de turista, como o de negócio, que é um tipo de turista que normalmente vai a congressos e reuniões específicas,tem maior poder aquisitivo e acaba dormindo uma ou duas noites no local e Ouro Preto tem um potencial pouco explorado no setor do turismo de negócios. Também conta com uma frota de ônibus em que não entra em certos bairros da cidade e o morador precisa se deslocar mais tempo. A principal crítica é que esses aspectos que são visíveis para a maioria dos moradores, sendo eles ouropretanos ou não, são ignorados ou pouco explorados em toda essa documentação burocrática, com uma linguagem de difícil entendimento mesmo para os profissionais da área e piora pelo fato que mesmo nos acessos públicos de transparência como os *websites* da Câmara, Prefeitura e fisicamente nesses gabinetes são informações difíceis de acessar.

[Na pesquisa]Os moradores também mencionaram incluir os Morros (bairros do entorno) em roteiros turísticos, pois, de acordo com os mesmos, a vista panorâmica da cidade e a cultura da comunidade do entorno deveriam ser mais valorizadas. Notou-se que, embora morando próximos à Praça Tiradentes, os moradores não consideraram seus bairros contemplados e valorizados pela atividade turística e por isso demonstraram sentir falta desse reconhecimento. (MACHADO; ALVES. p.569. 2013).⁷⁸

Devido ao fato de Ouro Preto ser uma cidade com cerca de 72 mil habitantes⁷⁹ e com várias particularidades, como ter uma região tombada pelo patrimônio e ter uma topografia muito acidentada, um sistema comum de Smart Cities seria algo caro e de certa forma, ineficiente, já que a taxa de dados a ser gerados poderia ser de um volume muito menor. Para este trabalho, foi

⁷⁷XAVIER, Mateus Oliveira. **Mapeamento da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa utilizando a análise estatística do valor informativo aplicada ao distrito sede da cidade histórica de Ouro Preto-MG. 2018.** 176 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018

⁷⁸ MACHADO, Simone Fernandes; ALVES, Kerley dos Santos. **O turismo em Ouro Preto - Minas Gerais, Brasil - na perspectiva dos moradores: Conquistas e Desafios de Um Modelo Em Construção.** Turismo e sociedade: subtítulo da revista, PUCCAMP, v. 6, n. 3, p. 552-573, jul./2013

⁷⁹ De acordo com IBGE 2010.

pensado utilizar dados e diagnósticos que estariam sido coletados ou em coleta para a elaboração do Novo Plano Diretor de Ouro Preto, que de acordo com a Prefeitura de Ouro Preto, tem previsão para entrar em vigência em 2020, bem atrasado já que o último Plano Diretor entrou em vigor em 2006 e com validade de 10 anos, o prazo já foi algumas vezes estendido. Porém os dados que seriam mais interessantes para fazer testes não estavam disponíveis ou ainda não foram fabricados, visto que os diagnósticos que estariam sendo preparados para apresentar o novo Plano Diretor sequer tinham começado. Não havia interesse em trabalhar com os dados que foram utilizados para a elaboração da atual legislação, já que são de 2005,2006 e estão extremamente desatualizados, exceto se fosse para comparar com os dados que poderiam ter sido coletados entre 2018 e 2019 mas não ocorreu. Então a solução encontrada foi focar nos quesitos de evolução do urbanismo mais tecnológico e mostrar as adaptações podemos ter alcançado os objetivos de aproximar a população dos processos de construção urbana na cidade de Ouro Preto - MG.

Porém, para um “Plano Diretor Inteligente”, é possível formular uma ideia que abranja o que nesse momento a cidade tem e oferece como sistema de dados e quais seriam as aplicações necessárias para maior acurácia. Para começar , seria interessante espalhar pela cidade sistemas de *hotspots* para melhorar a conexão *wifi* e ficar mais fácil para que a população compartilhe e tenha acesso aos os dados em tempo real e para gerência de um banco de dados em nuvem, criptografada em *blockchain*, considerando que o sistema exigiria alto tráfego rede para um volume de dados. Em Ouro Preto existem duas empresas de computação, uma voltada para aplicativos como a DevelOP e outra é a Stilingue, que trabalha com análise e mineração de dados, ambas criadas por ex -alunos da UFOP e se houvesse interesse e/ou conhecimento por parte dos gestores públicos, o município poderia nesse momento ter avançado no diagnóstico e elaboração do novo Plano Diretor,que está atrasado.

METODOLOGIA SUGERIDA:

1. Participação popular: é sempre o fator mais importante, afinal se constrói e tentam melhorias nas cidades para o habitante. Então uma das diretrizes seria facilitar o acesso ao conteúdo, usando termos mais simples em reuniões presenciais e indo até ao bairro, indo até a comunidade, pois muitos moradores se sentem mais acuados com um discurso muito técnico. Seria interessante a elaboração de um plano diretor mais simples para ser distribuído nas comunidades, com as partes da lei que as pessoas mais tem dúvida em cada região. Também há a sugestão de coletar os dados voluntariamente de GPS dos cidadãos para verificação de fluxos de pessoas e modificar e expandir atuação de linhas de ônibus visto que muitos bairros não são bem servidos de transporte público, criar diagnósticos de locais para colocar uma nova escola, posto de saúde ou mesmo traçar melhor o eixo de crescimento da cidade, verificando diferentes fatores. A criação de um aplicativo para comunicação direta entre moradores e órgãos públicos poderia auxiliar muito nesse contato.

2. Uso de sensores IoT para monitoramento: Seria interessante o monitoramento de áreas consideradas com maior risco geológico por sensores mais modernos que os pluviômetros⁸⁰. No mercado há sensores telemétricos baseados em SCADA⁸¹ e IoT, que são mais simples e custam menos que os sensores de geoprocessamento 3D. Com esses sensores é possível criar um sistema interligado entre os pluviômetros e uso de outros sensores que detectam movimento de massa. Sensor telemétrico é aquele do ônibus, que quando estão no ponto, sabem os minutos que precisam esperar. SCADA vem de Supervisory Control and Data Acquisition ou Controle Supervisório e Aquisição de Dados e usam redes mais simples de comunicação ou fazer com arduino um sensor conectado à rede que escolher. Poderia auxiliar na captação e processamento desses dados a CPRM (Companhia de

⁸⁰ O pluviômetro é um reservatório usado para recolher e medir a quantidade em milímetros de chuva, granizo, orvalho, garoa ou neve durante um determinado tempo e local.
 Fonte: <http://blog.instrusul.com.br/o-que-e-um-pluviometro/>

⁸¹ Sobre o sistema SCADA. Fonte: <https://www.citisystems.com.br/software-scada/>

Pesquisa de Recursos Minerais) , que junto à Defesa Civil, têm um banco de dados com mais de 400 fichamentos de áreas de risco geológico e enchentes de Ouro Preto e com esses fichamentos seria possível criar um aplicativo que monitora em tempo real as áreas de risco e com dados suficientes. Com a evolução do sistema e maior coleta de dados, seria possível no futuro treinar uma IA para fazer um diagnóstico preliminar a partir de imagens de satélite quais as áreas mais suscetíveis a deslizamentos de acordo com as sombras, cores e texturas de fotos via satélite.

Também poderiam ser considerados *hotspots* nos locais mais visitados como Museu da Inconfidência , Igreja de São Francisco de Assis e Praça Tiradentes, para recolher dados voluntariamente de turistas como estado, país e língua, justamente para que com esses dados possam ser melhorados os serviços de guia e a inclusão de *totens* com informação relevante sobre a história, arquitetura, dicas de restaurantes e hotéis parceiros e um livro de visitas digital, como já ocorre em várias cidades turísticas do mundo.

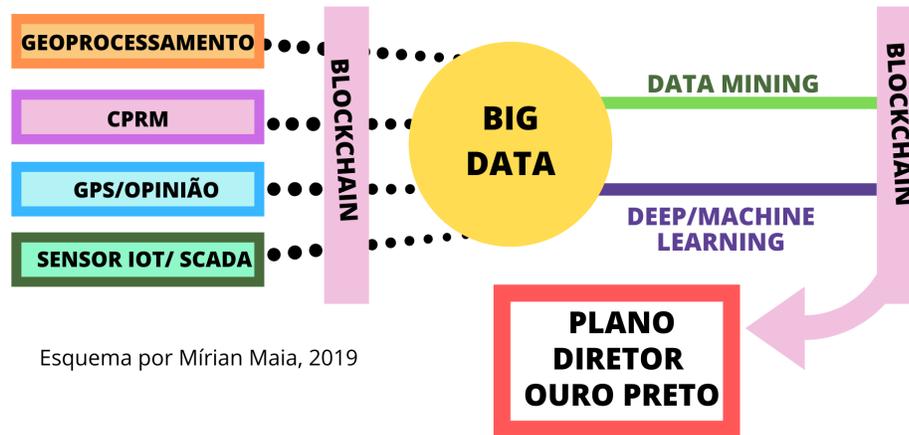
3. Mineração dos dados obtidos e salvamento em sistema de blockchain em nuvem: O volume de dados e tipos de dados que irão definir quantas etapas se serão necessárias para que se defina se a próxima etapa seria um sistema de mineração de dados usando com uma ou diferentes variáveis ou se irá exigir outros tipos de processos. *Deep Learning e Machine Learning* poderiam ser feitos a princípio com um volume menor de dados coletados, desde que o treinamento do sistema tenha sido executado junto aos bancos dados e imagens públicos, para que as redes neurais tenham menor fator de erro. Se a coleta de dados se tornar constante, haverá evolução do próprio sistema por si só, aumentando a acurácia para fazer testes de previsibilidades de situações, pois criará um sistema de *big data* local, que além de ficar mais fácil de gerir, poderia gerar um mecanismo online de pesquisa para estudantes e para a própria comunidade saber quais os setores terão prioridade de recursos. Afinal dados públicos, devem ser disponibilizados à população e pesquisa acadêmica da melhor maneira possível.
4. Um Plano Diretor mais flexível: Como os dados para elaboração do novo plano diretor não serão mais estáticos, afinal terão mais dados recolhidos e muitos deles em tempo real,

o Plano Diretor fica muito mais próximo de um lista de tarefas e diretrizes a ser realmente cumpridas e que poderiam ser revistas num tempo muito menor e com maior eficácia, pois seria possível fazer análises anuais e ajustar fatores como aumento de linhas em um bairro ou maior coleta de lixo com acesso rápido ao banco de dados e um sistema de previsibilidade, diferente das metodologias atuais que muitas vezes trabalham com dados que começavam com indicadores defasados.

Os moradores entrevistados revelaram expectativas em relação à atividade turística. Para eles, a atividade turística representava geração de benefícios, sendo que em primeiro lugar estariam os econômicos e os de trabalho, mas não seriam restritos nesse âmbito, pois incluiriam ainda aspectos sociais e culturais. Entre o almejado pelos moradores, os mesmos apontaram a expectativa de que a atividade turística seja permeada de ações transformadoras, abrangendo a educação profissionalizante e sugeriram a descentralização da circulação turística da sede de Ouro Preto para os seus distritos e bairros periféricos. Todavia, nota-se que tais sugestões encontram-se baseadas na possibilidade de mudanças na comunidade por intermédio do turismo, tais como abertura e manutenção de novas vias de trânsito, criação de agências de turismo, lojas de artesanato, oficinas culturais, restaurantes e hotéis e a contratação de pessoas da localidade para trabalhar nestes empreendimentos, assim como na gestão e manutenção dos demais atrativos. Ao vislumbrarem a possibilidade de incluir seu local de morada em roteiros turísticos, os moradores, de um modo geral, consideraram isso como sinônimo de múltiplas oportunidades. A proposta feita pelos moradores demonstrou o anseio dos mesmos para que tal inclusão também promovesse oportunidades de trabalho, aumento de renda e benefícios sociais aos demais moradores do entorno. Pode-se considerar que tal sugestão está atrelada à ideia de que, com a implementação do turismo, haveria melhoria da infraestrutura urbana, além de incorporar um novo sentido à área. Com base nesses pressupostos, os entrevistados argumentam ao poder público que, a partir das melhorias sociais e econômicas, estar-se-ia estimulando o desenvolvimento social. (MACHADO; ALVES. p.569. 2013).

A partir dessa proposta, com mais dados e a possibilidade de previsibilidade, é possível criar uma rede neural com dados de Ouro Preto e usar esses dados para otimizar o sistema econômico e social da região, levando mais infraestrutura onde é mais precário, indicando melhor ações para locais com maior declividade, dando maior suporte ao turista e expandido a influência social, cultural e econômica de Ouro Preto na região metropolitana de Belo Horizonte.

Figura 15: Grafo do Plano Diretor



Fonte: A autora, 2019.

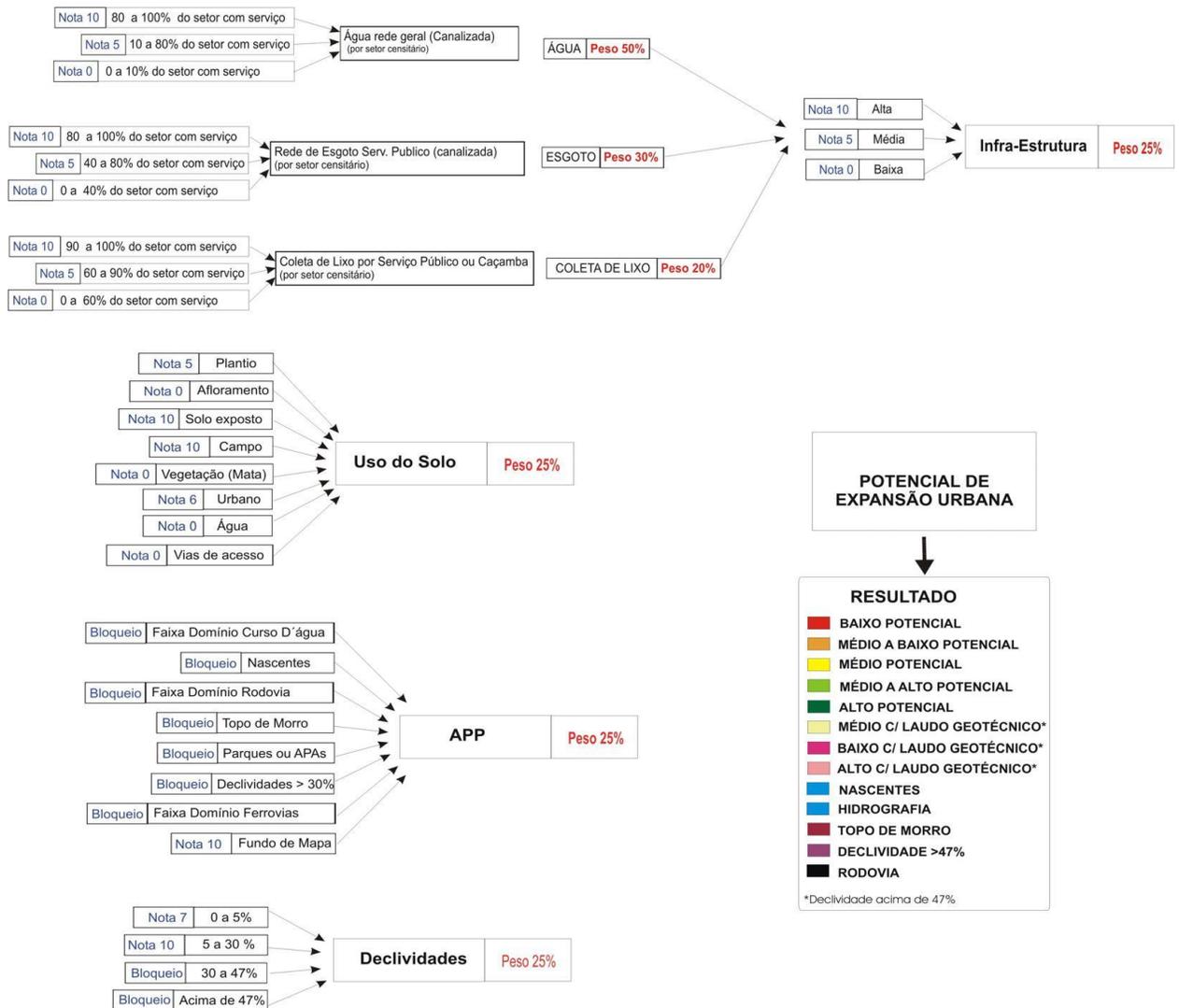
5. PROPOSTA DE APLICATIVO - SMART OP:

Se propõe um sistema de *big data* que contaria com uma aplicação de celular para o usuário comum e hotspots/totens de acesso para turistas totalmente integrados, que coletaria dados de forma voluntária. Nesse sistema, seria possível concatenar mapas, dados de gps e criar uma visualização do tecido urbano de Ouro Preto. Esse aplicativo foi inspirado no sistema chinês de coleta de dados, porém de uma forma mais cuidadosa com a privacidade dos usuários e das informações coletadas.

Baseado no estudo feito por Guilherme Agostinho Pletikoszits de Andrade em “Geoprocessamento no diagnóstico municipal de Ouro Preto como subsídio para construção de Plano Diretor”, de 2006, é possível imaginar como seria uma saída da metodologia proposta no capítulo 4. De Andrade utilizou diferentes bases de dados em arquivo *shapefile* como IBGE, GEOMINAS, Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), adquiridas no site da EMBRAPA e as imagens do satélite QuickBird retiradas do software Google Earth. para chegar a um resultado mais fidedigno, que também poderiam ser utilizadas no sistema proposto junto aos dados que

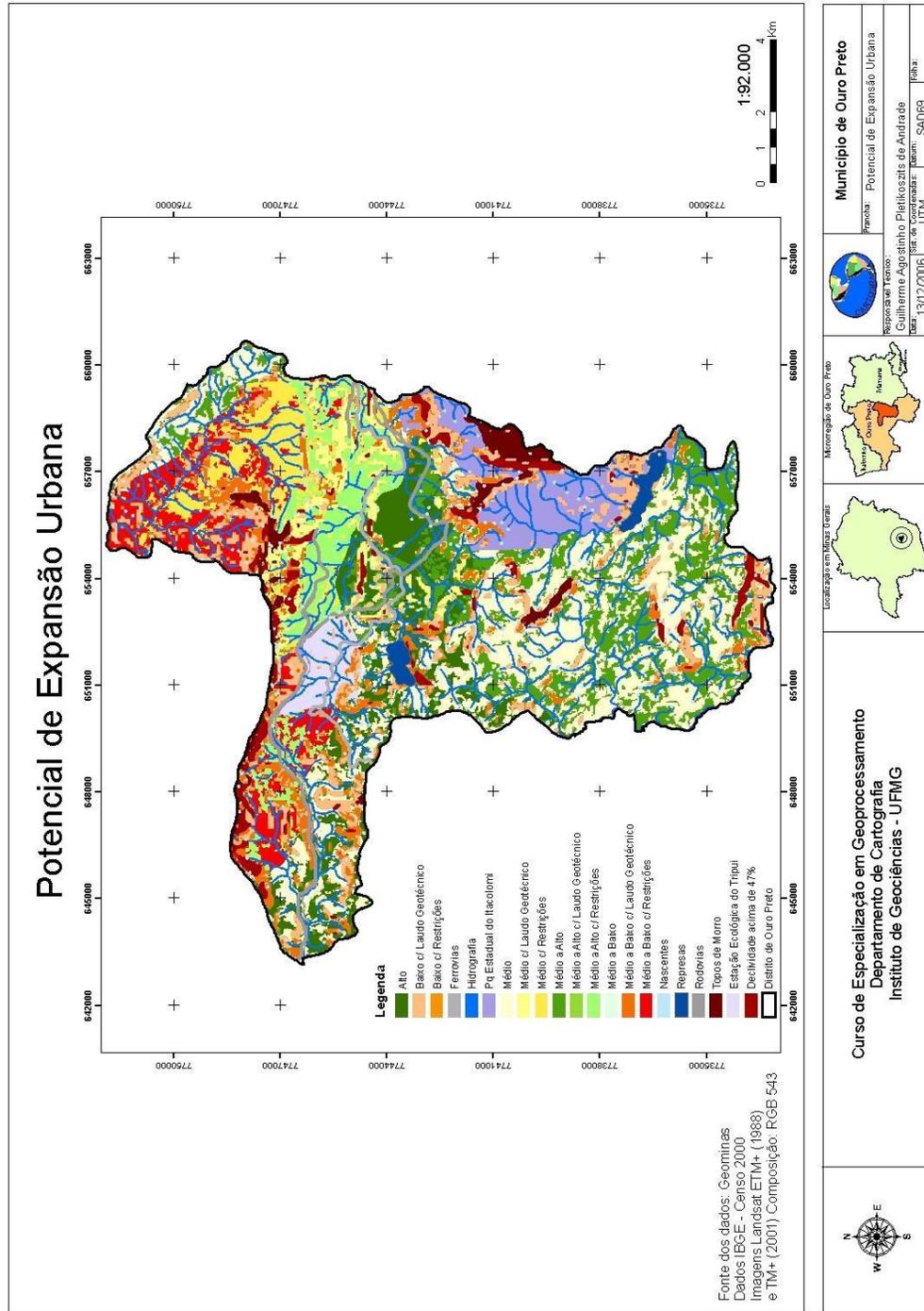
A síntese de planos de informação por análise de multicritérios para gerar a classificação do potencial de expansão urbana para todo o território distrital foi construída com o uso da linguagem de programação LEGAL. Foi montada uma fórmula de média ponderada entre os mapas de Áreas de Proteção Permanente, Mapa de Declividades, Mapa de Distribuição de Infra-Estrutura de Água, Lixo e Esgoto e Classificação da Cobertura do Uso do Solo. Usou-se em todos os mapas o peso de 25%, seguindo a experiências dos diagnósticos realizados anteriormente à esse trabalho, porém pode-se testar essa análise em outras combinações. (DE ANDRADE, p.45.2006.

Figura 17: Análise Multicritérios para o Potencial de expansão Urbana de Ouro Preto



Fonte: Guilherme de Andrade, 2006.

Figura 18: Análise Multicritérios para o Potencial de expansão Urbana de Ouro Preto



Fonte:Fonte: Guilherme de Andrade, 2006.

6. PROPOSTA DE APLICAÇÃO E PROJETO FUTURO - IOT E BIG DATA PARA FAZENDA URBANA:

Essa proposta usa uma metodologia semelhante ao proposto para o Smart OP e essa ideia foi finalista mundial representando a América do Sul no Concurso Internacional Go Green in the City no Innovation Summit Barcelona. De acordo com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação, os governos precisam criar uma estrutura para o futuro das cidades, considerando o acesso à alimentação e ao planejamento urbano mais relevante para criar um desenvolvimento econômico e social justo nos países:

Hoje, mais da metade da população global é urbana e, em 2050, espera-se que mais 2,5 bilhões de pessoas morem em áreas urbanas. [...] A importância de desenvolver uma estrutura para abordar a Agenda Urbana de Alimentos baseia-se na necessidade de abordar os complexos processos sociais, econômicos, ambientais, políticos e culturais interconectados que moldam essas geografias e suas implicações para os sistemas alimentares. O foco na paisagem urbana não implica uma simples orientação em relação à comida nas cidades, mas chama a atenção para as (re) conexões, (des) localizações e (in) juízes que podem ser retrabalhados por meio de práticas institucionais e de governança que colocam ação participativa e tomada de decisões no centro de uma agenda para o desenvolvimento de sistemas alimentares resilientes e sustentáveis através da harmonização do comércio internacional e da produção local com sólidas ligações rural-urbanas.(FAO/UN.2019. p 06.)

Mais pessoas precisarão de mais recursos naturais e o consumo mundial cresce a cada ano, porque mais pessoas estão tendo acesso ao "modo de vida consumista", mesmo a coisas boas, como a água. Em 2001⁸², por exemplo, a taxa de acesso à água em suas casas no Afeganistão era de 27,1%, em 2015, mudou para 67%, o que é incrível para um país pobre como o de lá, mas inclui que há mais pessoas desperdiçando nos Estados Unidos água, porque aumentou o consumo de água por habitante. Entre 2000 e 2015, os estados com mais uso de água aumentaram em cerca de 30% o consumo por pessoa, gastando mais de 605 litros/água por dia. O Brasil é o país com mais uso de pesticidas do mundo mas de acordo com o Public Eye, o

⁸² Os dados sobre o uso da água nos Estados Unidos e Afeganistão vieram de um banco de dados estatísticos públicos. Gapminder World -Basic water source. <https://www.gapminder.org/data/>

problema é o pior que pensamos: A Public Eye acessou um banco de dados do governo sobre monitoramento de água potável de 2014 a 2017 e foram encontrados resíduos de pesticidas em 86% das amostras de água potável testadas.

Então porque não tentar fazer algo usando a tecnologia para ajudar as pessoas? O framework de inspiração foi criado por Bulipe Srinivas Rao, Srinivasa Rao e N. Ome e eles mostram como uma estrutura barata, muito funcional e simples para iniciar um monitoramento do clima. Eles usaram microcontroladores sem fio e arduino para monitorar temperatura, umidade, pressão, intensidade de luz, níveis de intensidade sonora e níveis de CO na atmosfera para tornar o ambiente inteligente ou interativo com os objetos através da comunicação sem fio (RAO.RAO.OME, 2016). Eles programaram no Matlab e criaram uma rede local que se comunicava com telefones celulares e mostrava em tempo real a diferença de níveis de partes específicas da cidade. O custo no Brasil de cada placa de arduino varia entre R\$ 30,00 e R\$ 250,00, dependendo do tipo de controle a ser utilizado. Um exemplo abaixo do esquema para o qual serviria o sistema de Internet das Coisas usando sensores:

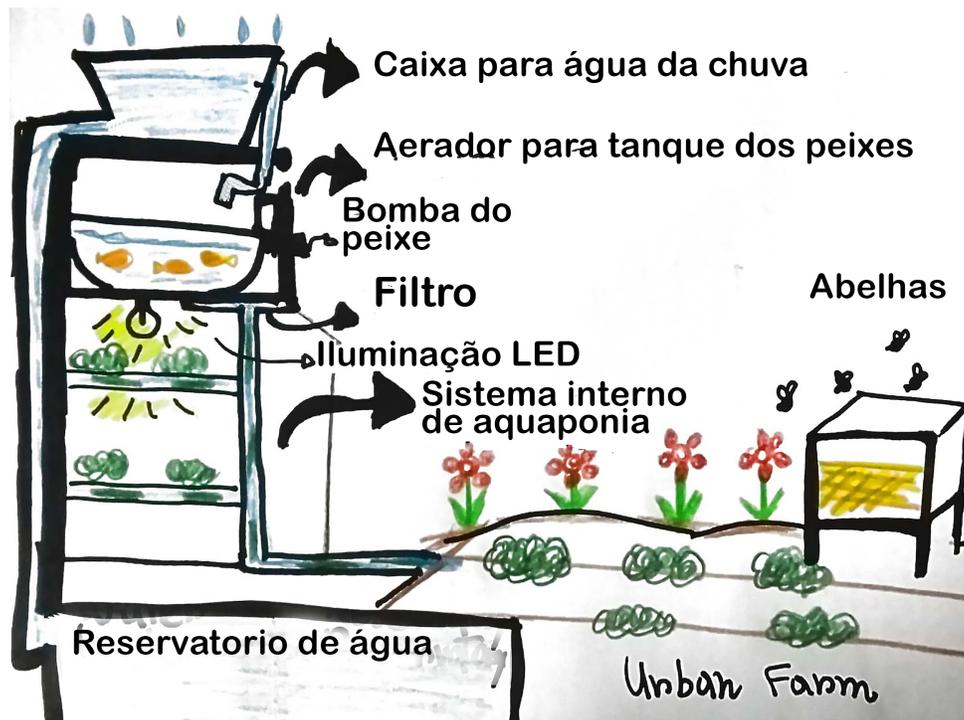
Figura 19: Grafo do sistema de fazenda urbana Fonte: A autora, 2019.



Este sistema pode ser usado para monitorar a cidade e criar um bom volume de dados sobre as condições e o nível de poluição da cidade, o que seria muito interessante na região da Saramenha, por exemplo. Com esse grande volume de dados, podemos decidir quais são as

melhores frutas e legumes para cada parte da cidade, se usaremos o solo, aquaponia, ambos e qual o tipo de sistema aquapônico. Com modificações simples na programação, usamos essa mesma estrutura para monitorar o uso da água de cada região e o nível de chuva, e podemos usar o sistema que pode usar a água da chuva e aplicar um sistema que guarde essa água no futuro, o que seria interessante para Ouro Preto, cujos moradores têm dificuldades para economizar água.

Figura 20: Sistema de Fazenda Urbana Proposto



Fonte: A autora, 2019.

Em Ouro Preto, fazendas urbanas poderiam incluir a cidade no sistema de economia urbana ao mesmo tempo que incluiria pessoas mais simples dentro da indústria 4.0 sem perder a tradição da agricultura familiar, porém incluindo a tecnologia que iria mostrar como aumentar o cultivo e economizar insumos, criando um sistema de economia regional, que iria incentivar produtores locais dentro do distrito sede e a mesma tecnologia poderia ser utilizada na área rural.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E SUGESTÕES DE PROJETOS FUTUROS:

Devido a todos esses avanços tecnológicos e à rápida urbanização de regiões em países subdesenvolvidos nos próximos anos⁸³, profissionais especialistas em urbanização com uso de *big data* e IoT serão cada vez mais necessários e implantação de algoritmos e sistemas autônomos será cada vez mais comum, principalmente em que o século XXI já é conhecido como o “século das Cidades Inteligentes.” Se antes o arquiteto era o profissional para gerar exclusividade para os clientes, agora é o profissional que deve gerar economia e por isso os sistemas automatizados estão sendo muito bem aceitos no mercado da construção civil internacional, mas no Brasil ainda é uma conversa tímida e poucos entendem sobre esse tipo de evolução.

Por ser algo muito novo no mercado nacional, esse trabalho começou com premissas ousadas: apresentar soluções para o Plano Diretor do município de Ouro Preto -MG e caso fosse possível, experimentos práticos que poderiam mostrar a viabilidade de um sistema de Big data e Mineração de Dados para um teste de aplicativo para trabalhos futuros. Por isso foi importante apresentar os termos e criar uma narrativa que introduz a aprendizagem de termos advindos da Ciência da Computação e Automação, demonstração de exemplos positivos e negativos do uso das ferramentas sugeridas, como as polêmicas relacionadas a privacidade, captura de dados sem autorização e o provável futuro da Inteligência Artificial no futuro da Arquitetura e Urbanismo, mostrando que várias empresas de tecnologia estão migrando para área de construção civil, planejamento urbano e arquitetura, nos quais podemos citar *Google*, que criou a *SideWalks*, uma empresa de planejamento urbano inteligente em Toronto no Canadá; Elon Musk, o criador da *Tesla* e *SpaceX*, junto ao escritório de Bjarke Ingels, estão criando estruturas paramétricas utilizando de algoritmos e sistemas de *Machine Learning* para que as máquinas possam construir por si mesmas estruturas de sobrevivência para humanos em Marte usando impressoras 3D e sistemas de encaixe.⁸⁴

⁸³ 2018 Revision of World Urbanization Prospects. Fonte:

<https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

⁸⁴ The Danish Architect on an Inevitable Mars Colony, Elon Musk, and the Radical Impact of LEGO

Fonte: <https://www.ssense.com/en-us/editorial/culture/from-google-to-mars-with-bjarke-ingels>

Devido a essa mistura de áreas, este trabalho foi o início de uma trajetória de ideias que poderiam ser aplicadas tanto em Ouro Preto, quanto qualquer outra cidade, pois se sugere uma nova forma de se fazer o planejamento urbano, que foi chamado de “Plano Diretor Inteligente”, que usa as ferramentas de *Smart City* para desenvolver uma solução de Ciência de Dados Urbanos, que poderá ser ampliada de acordo com testes reais da metodologia sugerida. Então, como trabalhos futuros há diversas possibilidades como:

- Teste da metodologia proposta em Ouro Preto e/ou outro município
- Ampliação e modificação do “Plano Diretor Inteligente” usando as mesmas ferramentas para outras aplicações e usos, como foi demonstrado com o sistema de fazendas urbanas.
- Criação de outras metodologias usando as mesmas ferramentas propostas.
- Aprofundamento de sistemas de IoT, *Big Data* e *Data Mining* para a produção de arquitetura e design paramétrico.
- Criação de algoritmos para eficiência urbana em outros setores como infraestrutura, economia de água e energia.

Estas perspectivas são válidas para um planejamento econômico e social, que valida ainda mais a ciência do urbanismo, afinal não é apenas tecnologia da cidade, é criação de valor pelo desenho urbano, pelas relações das pessoas com o ambiente construído e pela qualidade de vida de seus moradores, usando as ferramentas para auxiliar ao município a se tornar um modelo de cidade mais receptivo, mais adaptável, mais justo, afinal, sem humanos inteligentes não é possível construir cidades inteligentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ALEXANDRINE PRESS - **How can Big Data be used in Urban Planning ?**. Disponível em: <http://www.alexandrinepress.co.uk/planning-with-big-data>. Acesso 04/03/2019.

BARATTO, R. **Cidades fabricadas: o caso da primeira smart city do Brasil**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/888323/cidades-fabricadas-o-caso-da-primeira-smart-city-do-brasil>. Acesso em 06/05/2019.

BOUSKELA, M. et al. **La ruta hacia las smart cities: Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente**. Inter-American Development Bank, 2016.

BOECHAT, L. **Tecnologias Inteligentes de Mobilidade Urbana no Brasil**. Disponível em: <https://techinbrazil.com.br/tecnologias-inteligentes-de-mobilidade-urbana-no-brasil>. Acesso em 07/05/2019.

BROWN, O.; INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR MIGRATION. **Migration and climate change**. United Nations Pubns, 2008.

CAU/BR. **Economia urbana: questões e desafios para uma Nova Agenda Urbana - CAU/BR**. Disponível em: <https://caubr.gov.br/v-economia-urbana-questoes-e-desafios-para-uma-nova-agenda-urbana>. Acesso em: 16 oct. 2019.

CECCO, L. “Surveillance capitalism”: critic urges Toronto to abandon smart city project. Disponível em: <http://www.theguardian.com/cities/2019/jun/06/toronto-smart-city-google-project-privacy-concerns>. Acesso em: 18 nov. 2019.

DAVIS, Daniel. **What “The Future of The Professions” Reveals About the Future of Architecture**. Disponível em: <https://www.danieldavis.com/future-of-the-professions/>. Acesso em: 07 nov. 2019.

DE AMORIM, Arivaldo Leão. **Discutindo City Information Modeling (CIM) e conceitos correlatos**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 10, n. 2, p. 87-99, 6 nov. 2015

DE ANDRADE, Guilherme Agostinho Pletikoszits. **Geoprocessamento no diagnóstico municipal de Ouro Preto como subsídio para construção de Plano Diretor**:. X Curso de Especialização em Geoprocessamento - 2006 , UFMG. p.1-52, 2006.

DEVRIES,et al. **Does Object Recognition Work for Everyone?**. Cornell University. 18 junho 2019.

EUROPEAN UNION - **Data protection**. Disponível em: https://europa.eu/youreurope/citizens/consumers/internet-telecoms/data-protection-online-privacy/index_en.htm. Acesso em 21/06/2019.

EUROPEAN UNION. **LEIPZIG CHARTER on Sustainable European Cities** . 2007.

EUROPEAN UNION. **SmartImpact: Local Impacts from Smart City Planning**. 2015.

FAO/UN. **FAO framework for the Urban Food Agenda**. Rome. 2019.

FLINT, A.; FLINT, A.; LINCOLN INSTITUTE OF LAND POLICY. **What NASA Can Teach Urban Planners**. Disponível em: <https://www.citylab.com/design/2015/11/what-nasa-can-teach-urban-planners/415467>. Acesso em 17/04/2019.

FAO. 2019. **FAO framework for the Urban Food Agenda**. Rome. 44 pp.

FUSERO, Paolo; TEDESCHI, L. M. A; LEPIDI, Sara. **Parametric Urbanism: A New Frontier for Smart Cities**. Planum Magazine, v. 2, n. 27, p. 1-13, set 2013.

GLAESER, E. *et al.* **Big Data and Big Cities: The Promises and Limitations of Improved Measures of Urban Life**. 2015.

HAO, J.; ZHU, J.; ZHONG, R. **The rise of big data on urban studies and planning practices**

in China: Review and open research issues. Journal of Urban Management, v. 4, n. 2, p. 92–124, 2015.

HARARI, Yuval Noah. **Homo Deus. Uma breve história do amanhã.** Companhia das Letras. Tradução Paulo Geiger. São Paulo. 2016.

HARRIS, W. **How Urban Planning Works.** Disponível em: <https://science.howstuffworks.com/environmental/green-science/urban-planning5.htm>. Acesso em 21/05/2019.

International Conference on Big Data and Smart City 2016. **2016 3rd MEC International Conference on Big Data and Smart City (ICBDSC)**, 2016.

LIU, L. et al. **A machine learning-based method for the large-scale evaluation of the qualities of the urban environment.** Computers, Environment and Urban Systems, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.06.003>. Acesso em 04/05/2019

LUCK, M.; AYLETT, R. **Applying artificial intelligence to virtual reality: Intelligent virtual environments.** Applied Artificial Intelligence, v. 14, n. 1, p. 3–32, 2000.

KITCHIN, R. **The Real-Time City? Big Data and Smart Urbanism.** SSRN Electronic Journal, 2013.

MACHADO, Simone Fernandes; ALVES, Kerley dos Santos. **O turismo em Ouro Preto - Minas Gerais, Brasil - na perspectiva dos moradores: Conquistas e Desafios de Um Modelo Em Construção.** Turismo e sociedade: subtítulo da revista, PUCCAMP, v. 6, n. 3, p. 552-573, jul./2013

MARICATO, Ermínia. **Para entender a crise urbana.** CaderNAU-Cadernos do Núcleo de Análises Urbanas, v.8, n. 1, 2015, p. 11-22.

MCKINSEY Global Institute. **Urban world: Mapping the economic power of cities.** 2011

MICHELIN, R. A. *et al.* SpeedyChain. **Proceedings of the 15th EAI International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing,**

Networking and Services - MobiQuitous '18, 2018

MOTA, Nelson Jorge Amorim. **A cidade do sonho do desejo do desenho: utopias urbanas.**Coimbra, 1997.

MUELLER, John Paul. MASSARON, Luca. **Deep Learning For Dummies.** [s.l.] John Wiley & Sons, 2019.

NASA - **Landscape and Urban Planning;** Disponível em: <<https://landsat.gsfc.nasa.gov/>> . Acesso em 18/04/2019.

PRADIP Kumar Sharma. *et al.* **Block-VN: A Distributed Blockchain Based Vehicular Network Architecture in Smart City.** Journal of Information Processing Systems, v.13, n. 4, p. 184-195, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3745/jips.03.0065>. Acesso em 20/09/2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE OURO PRETO. Secretaria de Obras.

PIERONI, A. *et al.* **Smarter City: Smart Energy Grid based on Blockchain Technology.** International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, v. 8, n. 1, p. 298, 2018.

PUBLIC EYE REPORT. **Highly hazardous profits.How Syngenta makes billions by selling toxic pesticides.** April 2019.

RAO, Bulipe Srinivas. RAO, P. D. K. S. OME, Mr. N.. Internet of Things (IOT) Based Weather Monitoring system: subtítulo do artigo. IJARCCCE: International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, Local, v. 5, n. 9, p. 312-319, set./2016.

RATHORE, M. M. *et al.* **Urban planning and building smart cities based on the Internet of Things using Big Data analytics.** Computer Networks, v. 101, p. 63–80, 2016.

ROLNIK, Raquel. **Política urbana no Brasil. Esperança em meio ao caos?.** Revista da ANTP,

São Paulo, 2003.

ROLNIK, Raquel. **Regulação Urbanística no Brasil : Conquistas e Desafios de Um Modelo Em Construção**. Anais do Seminário Internacional: Gestão da Terra Urbana e Habitação de Interesse Social: subtítulo da revista, PUCCAMP, 2009.

SANTANDER, A. A.; GARAI-OLAUN, A. A.; ARANA, A. D. L. F. **Historic Urban Landscapes: A Review on Trends and Methodologies in the Urban Context of the 21st Century**. Sustainability, v. 10, n. 8, p. 2603, 2018.

SATHYA, M; MADHAN, S JAYANTHI, K. **Internet of things (IoT) based health monitoring system and challenges**. International Journal of Engineering & Technology, vol. 7, no. 1.7, p. 175, 2018.

SCHUMACHER, Patrik. **Parametricism - A New Global Style for Architecture and Urban Design**. Disponível em:

<https://www.patrikschumacher.com/Texts/Parametricism%20-%20A%20New%20Global%20Style%20for%20Architecture%20and%20Urban%20Design.html> . Acesso em: 18 nov. 2019.

SCHUMACHER, Patrik. **The Societal Function of Architecture**. Abbreviated transcript of Patrik Schumacher's IOA Sliver Lecture 05.04.2011.

SUNDEMAEKER, H. *et al.* **Vision and challenges for realising the Internet of Things**. Cluster of European Research Projects on the Internet of Things—CERP IoT, 2010

SUN, Jianjun; YAN, Jiaqi and ZHANG, Kem Z. K. **Blockchain-based sharing services: What blockchain technology can contribute to smart cities**. Financial Innovation, vol. 2, no. 1, 2016.

TECHPLACE. **The role of Industry 4.0 – creation of urban identity**. Disponível em: <https://www.techplace.online/the-role-of-industry-4-0-in-the-creation-of-a-new-urban-identity/>.

Acesso em: 07 nov. 2019.

TEIXEIRA, Manuel C. **A forma da cidade de origem portuguesa**. Editora Unesp: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2012.

TOWNSEND, Anthony M. **Smart Cities: big data, civic hackers, and the quest to new utopia**. 1º edição. 2014.

VALLS, F. *et al.* **Urban data and urban design: A data mining approach to architecture education**. *Telematics and Informatics*, v. 35, n. 4, p. 1039–1052, 2018.

Vários Autores. **Cidades Inteligentes e Mobilidade Urbana**. Caderno FGV PROJETOS. Ano 9. Nº 24. Junho/Julho 2014.

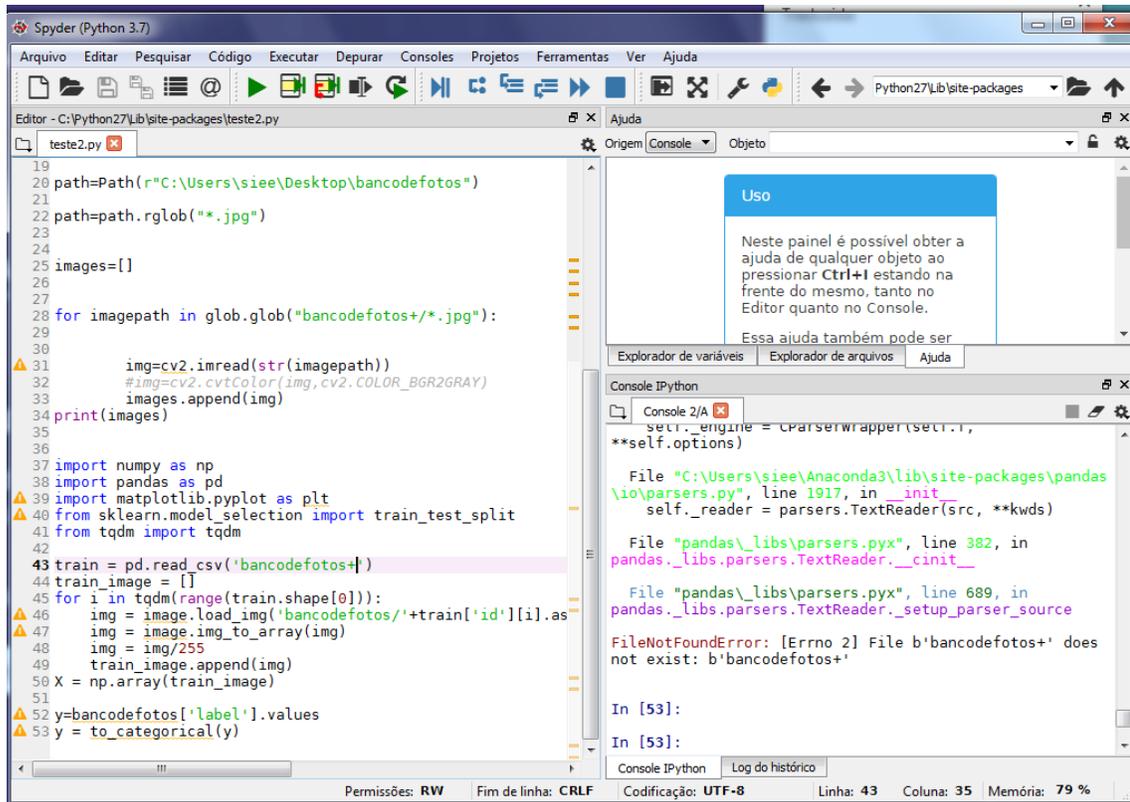
XAVIER, Mateus Oliveira. **Mapeamento da suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa utilizando a análise estatística do valor informativo aplicada ao distrito sede da cidade histórica de Ouro Preto-MG. 2018**. 176 f. Dissertação (Mestrado em Geotecnia) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2018

ZHENG, Yu. *et al.* **Urban computing: Concepts, methodologies, and applications**. *ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology*, v. 5, n. 3, p. 1–55, 2014.

APÊNDICE:

APÊNDICE A - Código em Python

Tentativa de teste de machine learning, mas não funcionou pois o *script glob-glob* funciona até a versão 3.6 e a versão instalada é a 3.7. Devido ao tempo, não foi possível encontrar uma resposta para funcionar. Caso desse certo, o programa teria lido mais de 400 imagens do laudo do CPRM com polígonos das áreas com maior risco e o programa iria aprender o padrão das imagens e tentar apontar algum local semelhante no Google Maps.



```

19
20 path=Path(r"C:\Users\siee\Desktop\bancofotos")
21
22 path=path.rglob("*.jpg")
23
24
25 images=[]
26
27
28 for imagepath in glob.glob("bancofotos+*.jpg"):
29
30     img=cv2.imread(str(imagepath))
31     #img=cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
32     images.append(img)
33
34 print(images)
35
36
37 import numpy as np
38 import pandas as pd
39 import matplotlib.pyplot as plt
40 from sklearn.model_selection import train_test_split
41 from tqdm import tqdm
42
43 train = pd.read_csv('bancofotos+')
44 train_image = []
45 for i in tqdm(range(train.shape[0])):
46     img = image.load_img('bancofotos/'+train['id'][i].as
47     img = img/255
48     train_image.append(img)
49 X = np.array(train_image)
50
51
52 y=bancofotos['label'].values
53 y = to_categorical(y)

```

Uso

Neste painel é possível obter a ajuda de qualquer objeto ao pressionar **Ctrl+I** estando na frente do mesmo, tanto no Editor quanto no Console.

Essa ajuda também pode ser

Explorador de variáveis Explorador de arquivos Ajuda

Console IPython

```

File "C:\Users\siee\Anaconda3\lib\site-packages\pandas\io\parsers.py", line 1917, in __init__
self._reader = parsers.TextReader(src, **kwargs)

File "pandas\libs\parsers.pyx", line 382, in pandas._libs.parsers.TextReader._cinit_

File "pandas\libs\parsers.pyx", line 689, in pandas._libs.parsers.TextReader._setup_parser_source

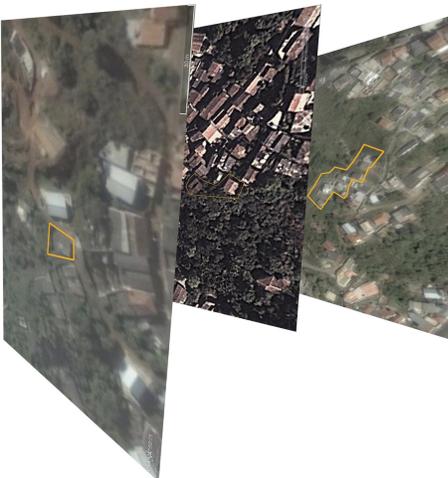
FileNotFoundError: [Errno 2] File b'bancofotos+' does not exist: b'bancofotos+'

In [53]:

In [53]:

```

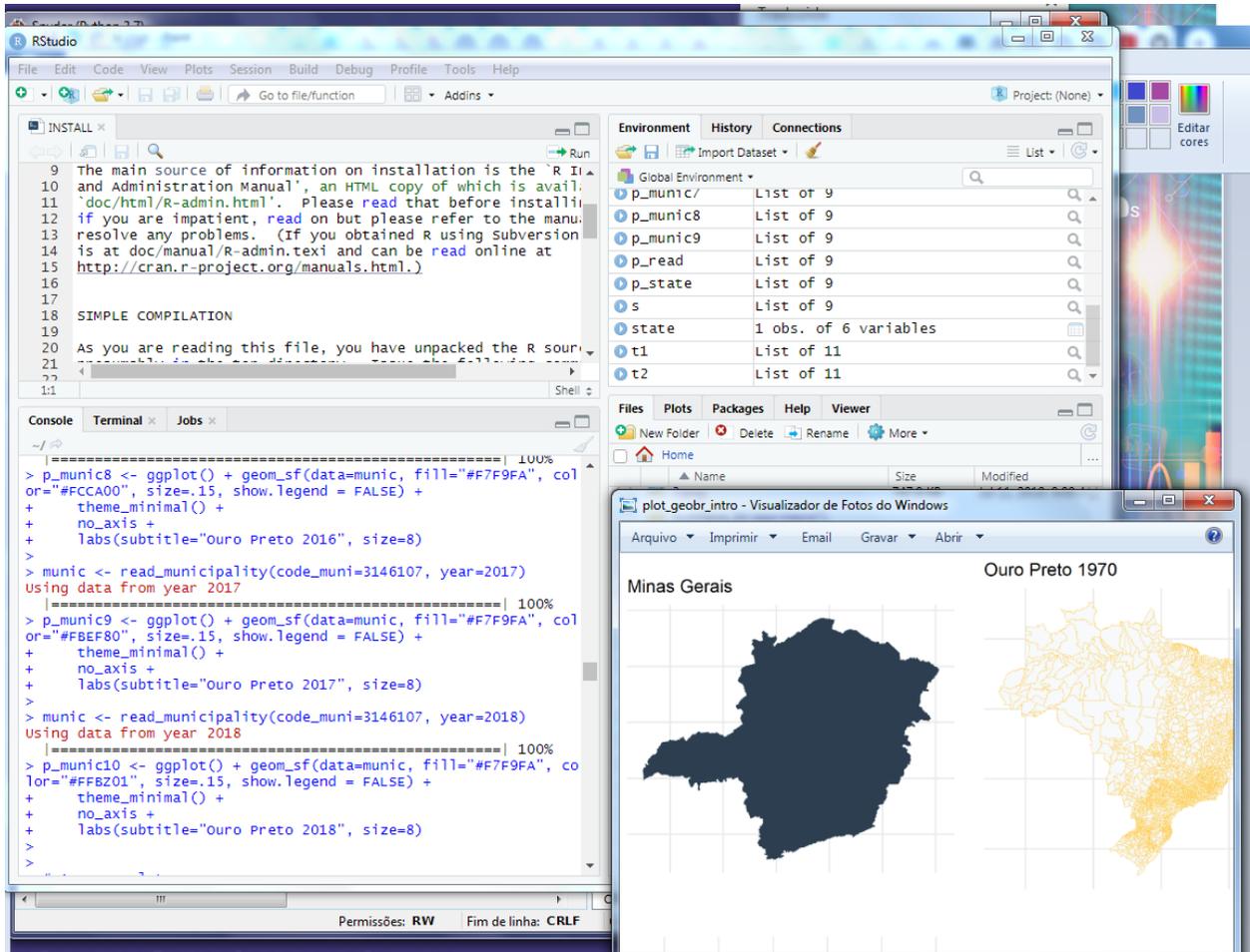
Permissões: RW Fim de linha: CRLF Codificação: UTF-8 Linha: 43 Coluna: 35 Memória: 79 %



Tal como essa imagem feita no Photoshop, a tentativa era criar uma camada de imagens para o sistema ler e depois fazer reconhecimento de imagem.

APÊNDICE B - Código em R

Em R, o objetivo era rodar todos os scripts de Ouro Preto que fazem parte do geo-br, um banco de dados pronto do IBGE para fazer gráficos. Devido a algum problema do código, ao chamar a função do mapa de Ouro Preto, vinha o mapa do Brasil.



APÊNDICE C - Zoneamento Morfológico Funcional e de Funcionalidades

MAPA DE ZONEAMENTO MORFOLÓGICO FUNCIONAL

ESCALA 1:10000

ZONA CENTRAL: Área com maior fluxo de carros, pessoas, turistas, transporte público, comércio e serviço. Vias quase todas asfaltadas ou de boa qualidade.

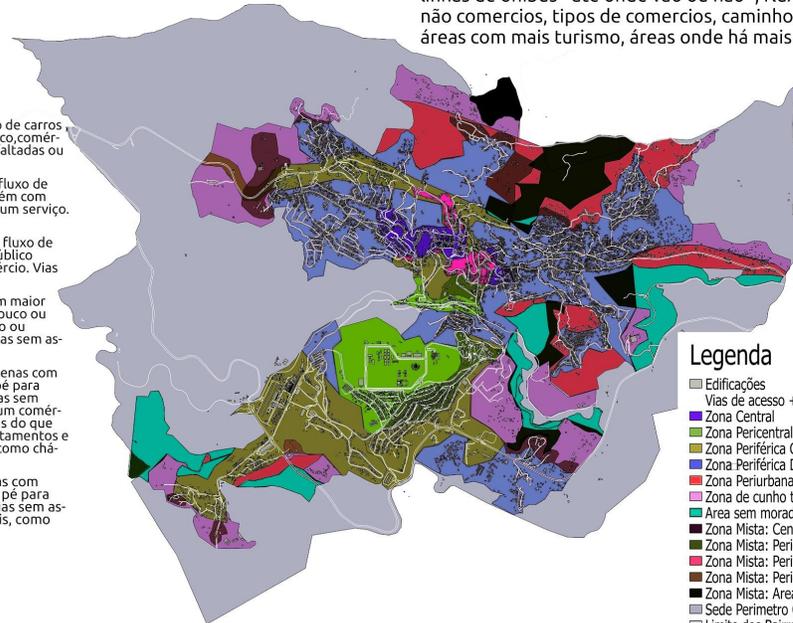
ZONA PERICENTRAL: Área com grande fluxo de carros, pessoas e transporte, porém com menos comércio e pouco ou nenhum serviço. Vias todas asfaltadas.

ZONA PERIFÉRICA CONTÍNUA: Área maior fluxo de carros que pessoas. Transporte público pontual e pouco ou nenhum comércio. Vias quase todas asfaltadas.

ZONA PERIFÉRICA DESCONTÍNUA: Área com maior fluxo de pessoas que de carros. Pouco ou nenhum transporte público. Pouco ou nenhum comércio. Vias quase todas sem asfaltamento.

ZONA PERIURBANA: Área que conta apenas com carros particulares, animais ou a pé para circulação. Nenhum comércio, ruas sem nenhum asfaltamento, sem nenhum comércio, porém com moradias próximas do que consideramos urbanas como apartamentos e condomínios e com casas rurais, como chácaras e fazendas menores.

ZONA RURAL: Área que conta apenas com carros particulares, animais ou a pé para circulação. Nenhum comércio, ruas sem asfaltamento e com moradias rurais, como chácaras e fazendas.



Legenda

- Edificações
- Vias de acesso + arruamento
- Zona Central
- Zona Pericentral
- Zona Periférica Contínua
- Zona Periférica Descontínua
- Zona Periurbana
- Zona de cunho tipo Rural
- Área sem moradias/uso aparente
- Zona Mista: Central + Pericentral
- Zona Mista: Pericentral + Periférica Contínua
- Zona Mista: Periférica Descontínua + Rural
- Zona Mista: Pericentral + Rural
- Zona Mista: Área sem uso/sem moradias em outras zonas
- Sede Perímetro Ouro Preto SET2010
- Limite dos Bairros

MAPA DE FUNCIONALIDADES

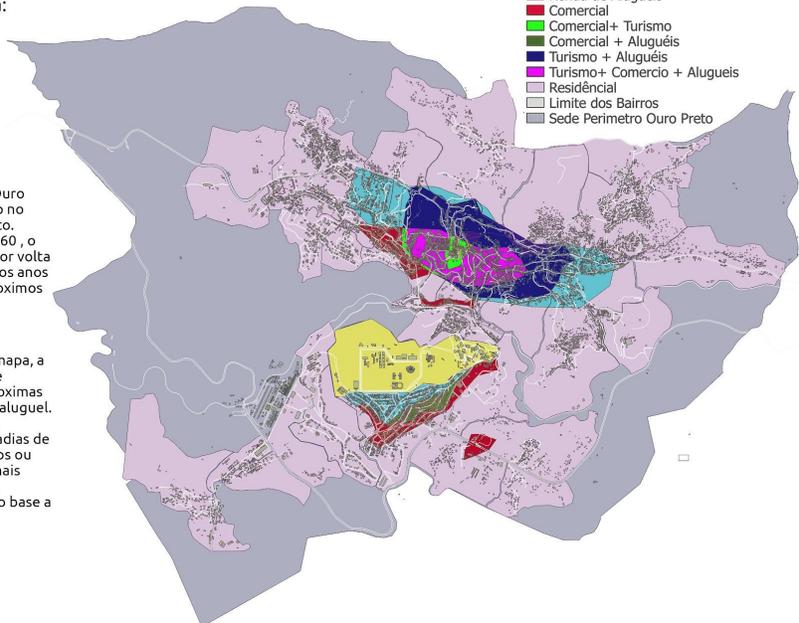
ESCALA 1:10000

Podemos observar que a cidade de Ouro Preto tem basicamente 3 fontes de renda: Turismo, Comércio e Aluguéis, sendo estes concentrados na região central da cidade.

Baseamos esse mapa em vivências pessoais, endereços de comércio e imóveis para aluguel.

OBSERVAÇÕES SOBRE O COMÉRCIO: Desde a fundação de Ouro Preto, a região central abrange um misto de comércio no primeiro pavimento e moradias no segundo pavimento. Com a construção do Campus Universitário nos anos 60, o comércio começou a crescer para próximo da UFOP por volta dos anos 70 e começou a realmente se desenvolver nos anos 2010, com o maior número de imóveis para alugar próximos ao campus.

OBSERVAÇÕES SOBRE AS MORADIAS: Como observado no mapa, a vinda da UFOP para a Bauxita gerou um fenômeno de migração dentro da cidade: Pessoas que moravam próximas ao campus começaram a morar mais longe e viver de aluguel. De 2010 para cá podemos observar um fenômeno de verticalização na região da Bauxita, mudando as moradias de repúblicas ou casas compartilhadas para apartamentos ou quitinetes. O centro ainda é uma opção de moradia mais baratas devido aos casarões antigos que se tornaram repúblicas e o custo dos aluguéis que agora usam como base a proximidade à universidade.



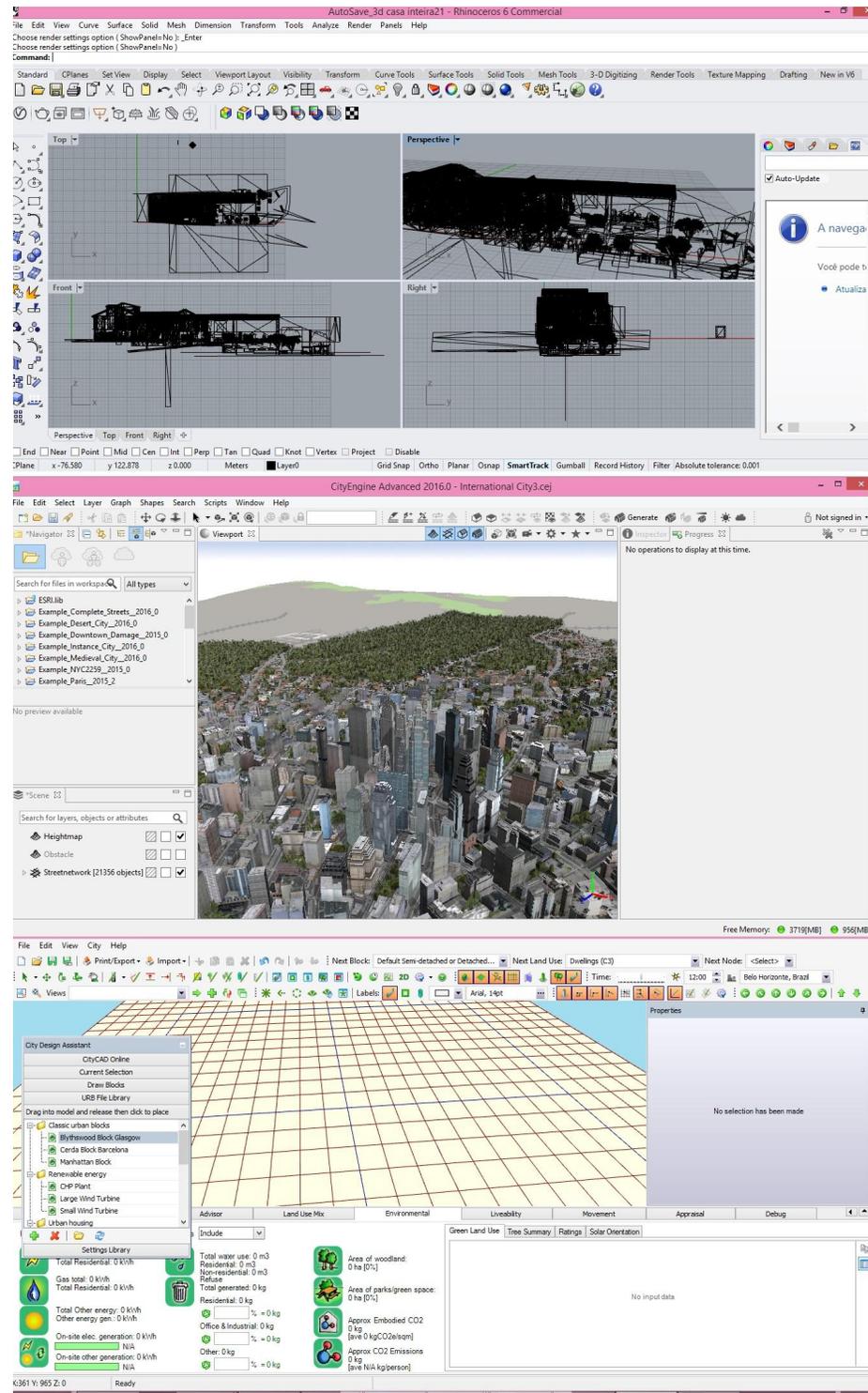
Legenda

- Edificações
- Vias de acesso + arruamento
- Turismo
- Educacional
- Renda de Aluguéis
- Comercial
- Comercial + Turismo
- Comercial + Aluguéis
- Turismo + Aluguéis
- Turismo + Comércio + Aluguéis
- Residencial
- Limite dos Bairros
- Sede Perímetro Ouro Preto

Análise de Ouro Preto feita pela autora em 2018.

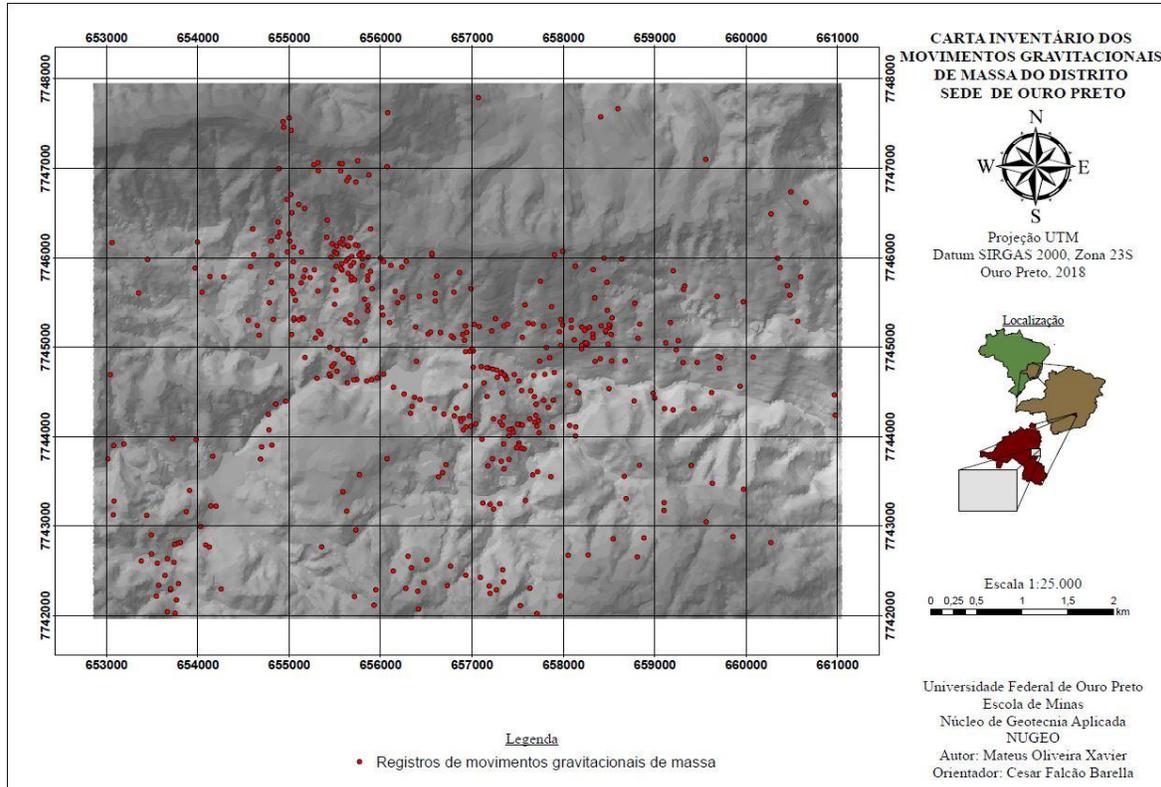
APÊNDICE D - Telas de Rhinoceros , CityEngine e CityCAD

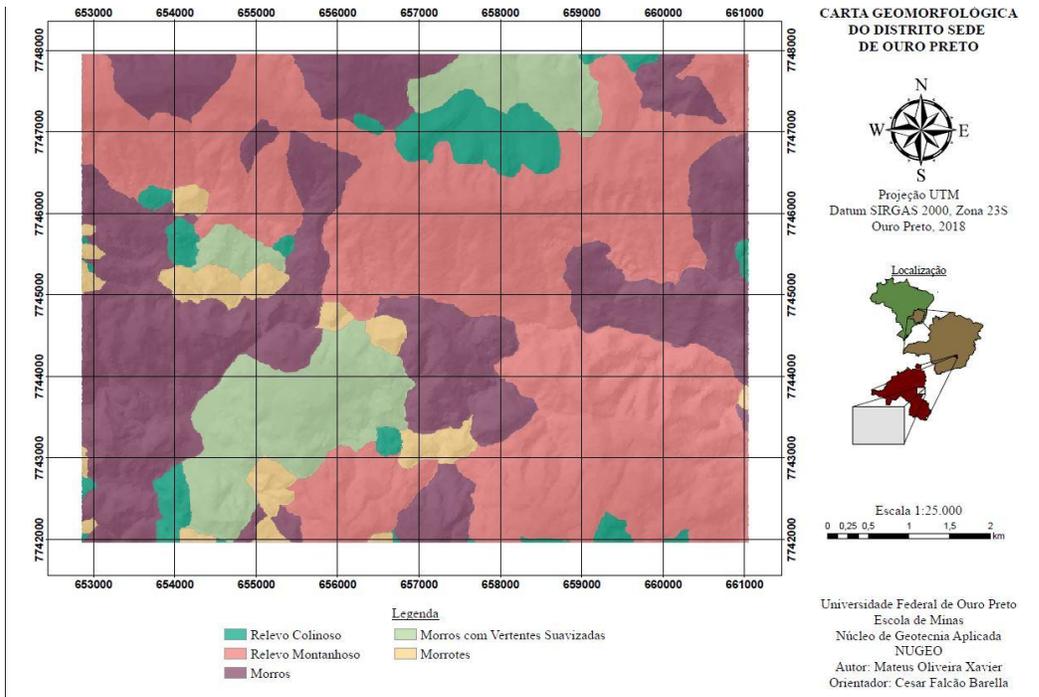
Capturas para mostrar a diferença de sistemas que usam parametrização arquitetônica e urbana.



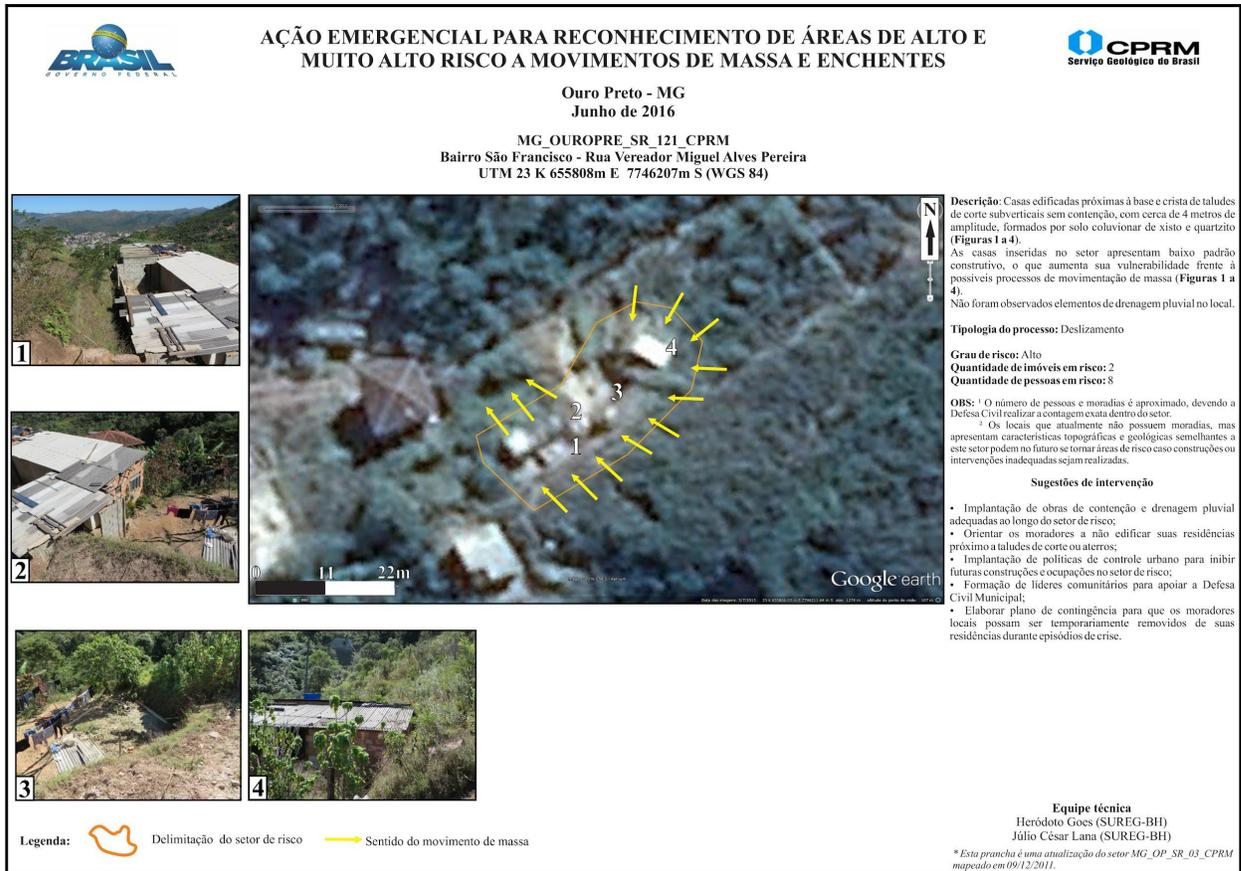
ANEXOS:

ANEXO A - Cartas de Ouro Preto. Fonte: Matheus Xavier

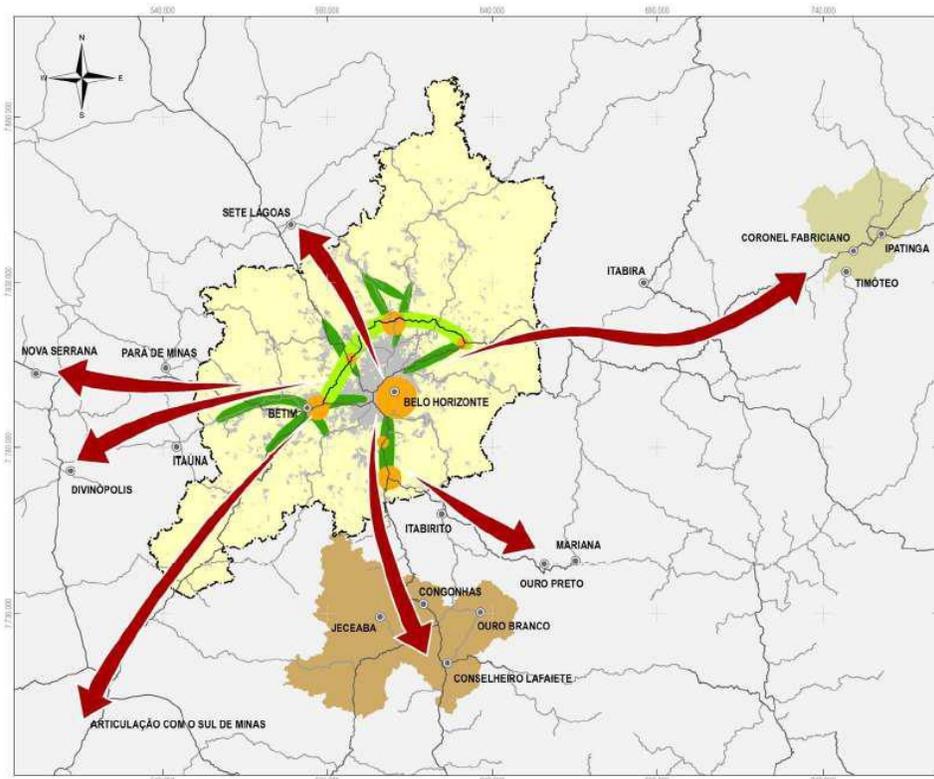




ANEXO B - Arquivos Ouro Preto. Fonte: CPRM



ANEXO C - Mapas diagnósticos do atual Plano diretor de Ouro Preto de 2006. Fonte: Prefeitura de Ouro Preto



-  Vetor de Articulação
-  Centralidades associadas aos Eixos de Estruturação
-  Eixo do Anel Viário de Contorno Norte
-  Eixo de Estruturação Metropolitana
-  Limite da RMBH
-  Anel Viário de Contorno Norte
-  Rodovia Federal
-  Rodovia Estadual
-  Região Metropolitana de Belo Horizonte - RMBH
-  Consórcio de Desenvolvimento do Alto Paraopeba - CODAP
-  Região Metropolitana do Vale do Aço - RMVA
-  Área urbanizada - 2010

ANEXO C - Mapas diagnósticos do atual Plano diretor de Ouro Preto de 2006. Fonte: Prefeitura de Ouro Preto

