



**MBA CIDADES RESPONSIVAS**

# **tapé**

**[inteligência e transformação da cadeia do lixo]**

Mariana Cordeiro de Melo  
Micael Franco Dambros  
Thiago Ciepielewski Engers

## Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 CONTEXTO .....	10
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA .....	12
1.3 MOTIVAÇÃO .....	14
1.4 QUESTÕES DA PESQUISA.....	15
1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA.....	15
1.6 DELIMITAÇÕES.....	16
1.7 LIMITAÇÕES .....	16
1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1 CIBERNÉTICA.....	17
2.2 METABOLISMO URBANO.....	18
2.3 ACUPUNTURA URBANA .....	21
2.4 URBAN DATA SCIENCE .....	23
2.5 GESTÃO SOB DEMANDA .....	25
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	25
3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA.....	25
3.2 DELINEAMENTO.....	26
3.2.1 Área de interesse e trabalho .....	31
3.2.2 Rotas .....	33
3.2.3 Rede.....	37
4 RESULTADOS.....	39
4.1 ARTEFATO .....	39
4.1.1 Tapé: Inteligência e transformação da cadeia do lixo.....	41
4.1.2 Visualização e interatividade.....	42

4.1.3 Modelo de negócio que irá abrigar o artefato .....	43
4.1.4 Possibilidade de generalizações futuras do artefato e modelos de negócio ....	46

## Lista de figuras

Figura 1 - Diagrama de Resíduos Sólidos Urbanos. Fonte: Manual de Orientações Técnicas para o Programa de Resíduos Sólidos Urbanos, Funasa. ....	11
Figura 2 - Gráfico de gravimetria dos Resíduos Sólidos Urbanos em 2020 no Brasil. Fonte: ALBREPE 2020 P.39.....	13
Figura 3 - Etapas do projeto de pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores .....	17
Figura 4 - Modelo de cidades com metabolismo linear. Fonte: DE MELLO BUENO 2008 P.108.....	19
Figura 5 - Modelo de cidades com metabolismo circular. Fonte: DE MELLO BUENO 2008 P.108.....	20
Figura 6 - Fluxograma Princípios da Acupuntura Urbana. Fonte: ANDRADE 2018 P. 5 .	22
Figura 7 - (a) Hierarquia de dados, informação, conhecimento e inteligência e (b) o ciclo de vida do desenvolvimento do sistema de gestão do conhecimento. Fonte: Alim, M & Prima Nugroho, Andri & Arif, Sigit & Murtiningrum, Murtiningrum & Sutiarso, Lilik. (2020).....	24
Figura 8 - Sumário do Google Collaboratory. Fonte: Elaborado pelos autores. ....	26
Figura 9 - Mapa delimitando o recorte de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	27
Figura 10 - Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034. Fonte: Engebio, 2014. Elaboração: Engebio, 2014. ....	28
Figura 11 - Grapho de malha viária do Município de Porto Alegre. Fonte: Elaborado pelos autores.....	29
Figura 12 - Mapa de calor dos restaurantes (esquerda) e escolas(direita). Localização: Porto Alegre.Fonte: Elaborado pelos autores. ....	30
Figura 13 - Definição dos setores censitários da cidade de Porto Alegre. Fonte: Elaborado pelos autores. ....	31
Figura 14 - Definição dos setores censitários para delimitação da área de interesse e de recorte. Fonte: Elaborado pelos autores.....	31
Figura 15 - Relação espacial e quantitativa de restaurantes e escolas no recorte de trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.....	32
Figura 16 - Relação espacial e quantitativa de restaurantes e escolas no recorte de trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.....	33

Figura 17 - Print do algoritmo utilizado para automatizar a geração de rotas. Fonte: Elaborado pelos autores.....	34
Figura 18 - Recorte de trabalho e Grapho da malha viária com sobreposição dos restaurantes e escolas com mais de 1000 alunos. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	35
Figura 19 - Trajetos automatizados e as rotas. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	36
Figura 20 - Gráfico comparativo da distância entre as rotas. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	37
Figura 21 - Ecossistema com os elementos que compõem o Tapé. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	38
Figura 22 - Ecossistema com os elementos que compõem o Tapé. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab. ....	38
Figura 23 - Estudo sobre os possíveis clusters da rede de ação. Fonte: Elaborado pelos autores.....	40
Figura 24 - Estudo de logotipia para a iniciativa. Elaborado pelos autores. ....	41
Figura 25 - Plataforma de Vvisualização interativa de dados utilizando Folium. Fonte: Elaborado pelos autores.....	42
Figura 26 - Camadas a serem manipuladas de forma interativa. Fonte: Elaborado pelos autores.....	43
Figura 27 - Mapa interativo. Fonte: Elaborado pelos autores. ....	43
Figura 28 - Modelo de negócios. Fonte: Elaborado pelo autores .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

Este capítulo aborda o contexto e a justificativa do trabalho, bem como problema e questão de pesquisa, o objetivo, as delimitações e a estrutura do trabalho.

### 1.1 CONTEXTO

As cidades, assim como os organismos, são estruturados em sistemas ecológicos e deveriam ser projetados e gerenciados conforme o uso de seus recursos segundo Rogers, 1888, P.30. A construção e seu planejamento buscam integrar o máximo possível esses fluxos e garantir assim um bom funcionamento do sistema urbano como um todo. “As cidades têm sido caracterizadas por processos lineares onde recursos e resíduos entram e saem dos limites da cidade, respectivamente. O desafio é fazer a transição de uma perspectiva linear para uma perspectiva de rede e cíclica, em que os resíduos tornam-se novos insumos, reduzindo a dependência no centro dos recursos.” Musango, J.K., Currie, P. & Robinson, B. (2017, P.2, tradução nossa). Para um funcionamento ordenado e harmônico é preciso que esses sistemas sejam organizados em fluxos que se autorregulem. No caso dos conglomerados urbanos, esses sistemas urbanos (hídrico, saneamento, elétrico) precisam de constantes investimentos em tecnologia para implementação da infraestrutura urbana e de uma boa gestão administrativa. Jhonson, 2008 explica que, diferente dos microorganismos, as cidades ainda não encontraram ao longo da história uma forma de fazer com que esses fluxos se regulem a ponto de garantirem ambientes simbióticos saudáveis. Para ele, uma questão que mesmo com infraestrutura moderna não conseguiu resolver foi a reciclagem do lixo. O lixo passa a ser, ao longo do tempo, destinado para o perímetro limítrofe urbano devido à teoria dos miasmas, vinculada ao deslocamento de equipamentos urbanos para áreas periféricas, buscando prevenir o contato e transmissão com possíveis agentes contaminantes

dispersos pela água, ar ou solo. Buscando compreender melhor esse sistema urbano tão complexo que é a questão da destinação correta dos resíduos sólidos urbanos e a urgência de integrá-lo a uma cadeia circular e sustentável é que foi selecionado o objeto de estudo: o estudo da destinação dos resíduos orgânicos urbanos.

A partir de 1987 as questões ambientais passaram a ser consideradas como fator importante no planejamento sustentável, uma vez que a Revolução Industrial causou impactos urbanos globais. O Relatório Brundtland foi escrito como escopo de direcionar o desenvolvimento urbano para não exaurir os recursos naturais, garantindo que as gerações futuras não sofressem com o impacto das ações das gerações atuais. Rogers, 1888, escreve que as cidades são o reflexo dos valores e comprometimento de seus cidadãos. Para o autor, as cidades compactas são um ótimo exemplo de buscar por princípios sustentáveis, pois reduzem os gastos energéticos, uma vez que condensam múltiplas funções, sendo elas trabalho, lazer e moradia. A tecnologia, é uma ferramenta utilizada para operar de forma mais eficiente os recursos disponíveis, uma vez que a complexidade de gerenciamento torna-se cada dia mais complexa. A gestão dos resíduos sólidos urbanos é um tema complexo e tende a se intensificar cada vez mais. Como é delineado na figura abaixo, ele pode ser destrinchado em 3 tipos de resíduos: domiciliares, públicos e comerciais.



Figura 1 - Diagrama de Resíduos Sólidos Urbanos. Fonte: Manual de Orientações Técnicas para o Programa de Resíduos Sólidos Urbanos, Funasa.

Buscando compreender melhor a gestão dos Resíduos Sólidos no Brasil e reduzir a pegada ecológica dos municípios brasileiros, o grupo busca compreender melhor os resíduos domiciliares, em específico: os resíduos orgânicos. Para isso é necessário estudar como as gestões municipais estão gerindo os resíduos e para onde estão sendo destinados. Dessa forma pode ser esboçado um cenário logístico da cadeia produtiva do

lixo doméstico, quais são as possibilidades laborais nesse segmento e as características e fluxos dos municípios brasileiros em relação ao lixo orgânico, podendo assim, traçar comparativos com referências externas.

## **1.2 PROBLEMA DE PESQUISA**

A destinação incorreta dos resíduos sólidos urbanos, implicam em graves problemas ambientais. A falta de gestão integrada dos sistemas urbanos de uma cidade ou até mesmo uma região, dificulta a integração de uma cadeia circular e sustentável, fazendo com que recursos públicos sejam investidos de forma ineficiente.

Segundo o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil de 2020, emitido pela ABRELPE, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil aumentou em 18,55% na última década, e a geração per capita de resíduos aumentou de 348,30 kg/habitante/ano em 2010 para 379,20 kg/habitante/ano em 2019. No Rio Grande do Sul a geração total de RSU passou de 2.7 milhões de toneladas em 2010 para 3,15 milhões de toneladas em 2019, ou seja, um aumento de 16,32% em 10 anos. Quanto à coleta de RSU para a década analisada pela ABRELPE 2020, no Brasil houve um aumento de 24% de resíduos coletados, resultando num total de 72,7 milhões de toneladas, dos quais aproximadamente 60% tiveram uma destinação final adequada em aterros sanitários. No Brasil, o maior custo associado ao gerenciamento dos RSU é o do transporte (CARVALHO 2021). No Rio Grande do Sul o índice de cobertura de coleta de RSU foi de 95,5% em 2019, acima da média nacional de 92%.

Segundo ABRELPE 2020, a composição gravimétrica dos RSU refere-se à categorização dos tipos de materiais descartados pela população, e o Gráfico 1 apresenta a gravimetria dos RSU no Brasil no ano de 2020. O grupo acredita que para que o trabalho seja efetivo faz-se necessário a educação responsiva dos usuários, trabalho este que pode ser feito através da integração com projetos escolares de consumo consciente e práticas sustentáveis.



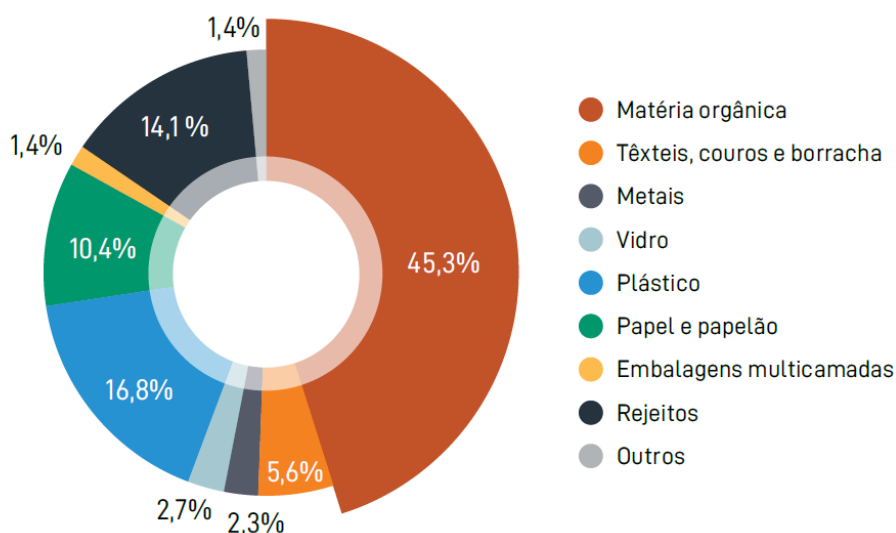


Figura 2 - Gráfico de gravimetria dos Resíduos Sólidos Urbanos em 2020 no Brasil. Fonte: ALBREPE 2020 P.39

De acordo com a gravimetria apresentada, a fração orgânica responde por cerca de 45% de todos os resíduos gerados no Brasil, o que corresponde a aproximadamente 36 milhões de toneladas por ano de resíduos como restos de alimentos e descartes de podas. Para a geração de resíduos orgânicos, a média nacional per capita é de 170 kg de matéria orgânica descartada por pessoa por ano. Através dos dados médios de geração, coleta, destinação e gravimétrica dos RSU, podemos estimar a produção de resíduos orgânicos setorialmente dentro do município de Porto Alegre, levando em consideração a população de cada setor a ser definido, e o número de restaurantes localizados na área de estudo, sendo esta cidade escolhida como MVP no trabalho a ser desenvolvido.

Os resíduos orgânicos são, majoritariamente, enviados para disposição final se tornando fontes de emissões de gases do efeito estufa. Alternativamente, processos como digestão anaeróbica, tratamento mecânico com recuperação da fração orgânica, e a própria compostagem são capazes de evitar a emissão de uma boa parcela destes gases. (ALBREPE 2020 P. 46).

Em julho de 2020 a Lei nº 14.026 atualizou a Política Nacional de Saneamento Básico, modernizando diversos trechos da legislação anterior e estabelecendo um novo marco legal do saneamento básico. Segundo ALBREPE 2020, o novo marco legal do saneamento trouxe diversas premissas e determinações capazes de estimular os avanços para o setor de tratamento de resíduos, com grande potencial para atrair os recursos demandados para a sua efetiva universalização, vez que a segurança jurídica, por meio de contratos estruturados e de longo prazo, e a sustentabilidade econômico-financeira, por meio de

instrumento de remuneração com cobrança dos usuários, são fatores fundamentais para atrair os investimentos necessários. Isto também representaria um estímulo para que os municípios possam cumprir as metas da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os modelos de negócios a serem propostos como alternativas de reintegrar os resíduos orgânicos na paisagem produtiva das cidades precisam apresentar propostas de valor nas quais produtos e serviços estejam totalmente integrados, num formato de Sistema de Produto Serviço (PSS), conforme abordado por CARVALHO 2021. Dentre as tecnologias consideradas viáveis para o tratamento dos resíduos orgânicos no Brasil, CARVALHO 2021 relata o processo bioquímico de digestão anaeróbia para a produção de biogás (biodigestores) como a tecnologia que apresenta maior viabilidade técnica e econômica de implementação.

Biodigestores são reatores que processam o resíduo orgânico e entregam, como produto resultante, um gás com alto conteúdo de metano (biogás), e fertilizantes líquidos e sólidos ricos em nutrientes, que podem ser utilizados na agricultura (CARVALHO 2021).

A partir da informatização de um sistema, conseguimos utilizar ferramentas de análise para buscar soluções que busquem amenizar o impacto do sistema de tratamentos de resíduos sólidos e ainda entender de que forma incentivar as iniciativas que estão cooperando.

Por meio da observabilidade de um processo, é possível monitorar e otimizar sistemas, e tratando-se cidades e levando em consideração a sua complexidade, é necessário analisar diversas condicionantes para assim tomar decisões que possam melhorar o seu funcionamento.

### **1.3 MOTIVAÇÃO**

Em meio a desafios que colocam em cheque muitas das expectativas e desejos de cidadãos do mundo inteiro, cabe aos profissionais que de alguma forma articulam e projetam proposições para as cidades e seus usuários, pensarem em soluções que respondam à eminente complexidade do mundo.

Assim, desenvolver inteligências que, além de propor novos caminhos, otimizem e destaquem os já conhecidos, é talvez a melhor forma de jovens profissionais buscarem por soluções para os evidentes problemas que enfrentamos hoje. A digitalização massiva fez com que novas ferramentas fossem aceleradas e as cidades mudassem a forma de gerir e planejar. Através do pensamento sistêmico, ao compreender que a cidade é um ecossistema único e complexo e que todos os sistemas estão integrados fez com que o grupo buscasse se debruçar num artefato responsivo que pode auxiliar num processo cada dia mais colaborativo, fazendo com que a triple hélice, Etzkowitz, 2017 de fato seja amadurecida no contexto brasileiro.

E selecionando o sistema que o grupo elencou como um dos mais complexos em relação ao meio urbano, foi escolhido trabalhar com a cadeia de resíduos. Uma vez que trabalhar com resíduos, exige ressignificar em diversas escalas: de maneira territorial - quando se analisa que ainda utilizamos um sistema miasmático que encara o lixo como portador de doenças; de maneira urbana - ao analisar que o transporte ainda não possui eficiência e sustentabilidade, uma vez que não incentiva a separação correta e traça rotas enormes, aumentando, portanto, a pegada ecológica do município; de maneira setorial - buscando compreender quais seriam as melhores formas de coleta para cada setor de um município e a partir do contexto local propor soluções mais dignas, sustentáveis e humanas para àqueles que trabalham com os resíduos diariamente.

#### **1.4 QUESTÕES DA PESQUISA**

Com base no problema de pesquisa foi definida a questão principal:

Como compreender melhor a cadeia dos resíduos sólidos orgânicos de forma mais eficiente, sustentável e estratégica?

#### **1.5 OBJETIVOS DA PESQUISA**

Criar cenários estratégicos para o planejamento sistêmico e regional dos resíduos sólidos, através da integração de dados em um único espaço, garantindo, assim, melhor gestão dos resíduos, transparência dos processos e uma governança mais eficiente. Desta maneira é possível reduzir o impacto ambiental e econômico dos sistemas de coleta e tratamento de resíduos nas cidades.

## 1.6 DELIMITAÇÕES

Dentro do tema dos resíduos sólidos, o grupo delimitou o lixo orgânico como enfoque da pesquisa, definindo a cidade de Porto Alegre como estudo de caso, visto que dois dos três integrantes eram moradores da capital gaúcha. Outro motivo que também foi relevante para o recorte foi devido a Porto Alegre já possuir um Portal de dados abertos o que poderia facilitar na coleta de dados públicos.

## 1.7 LIMITAÇÕES

A falta de bancos de dados integrados que facilitem a captação dos dados foi uma das dificuldades encontradas pelo grupo. Sendo que para fazer o mapeamento das feiras municipais foi necessário a coleta manual dos dados através do site da prefeitura e geolocalização de cada uma das feiras, estruturando os dados coletados numa planilha excel. Desta forma o grupo observou que mesmo possuindo um portal de dados abertos este ainda pode ser melhorado. O diagnóstico do grupo é de que a prefeitura possui uma estrutura de silos digitais, ou seja uma estrutura de repositórios de dados para cada secretaria que dificulta assim a captação dos dados.

Outra limitação do grupo foi o conhecimento básico em programação que dificultou a evolução mais rápida e eficaz do trabalho, sendo interessante para os próximos trabalhos o acompanhamento contínuo dos professores programadores.

O grupo não definiu um modelo de negócios viável, uma vez que muitos dos bancos de dados e informações necessárias para composição dos mapas são dados públicos coletados através do poder público. Por este motivo, o grupo preferiu seguir numa abordagem mais ampla na qual a inteligência criada poderia ser adquirida por plataformas já existentes tanto no setor privado quanto público, gerando assim um marketplace, onde usuários podem encontrar soluções para seu lixo orgânico conforme o bairro.

A última limitação encontrada pelo grupo foi em relação às respostas dos formulários criados foram incipientes para cruzamento dos dados. Estes formulários tinham como objetivo coletar dados de volume de lixo produzido por restaurantes para que posteriormente pudessem ser traçadas rotas mais eficientes para destinação destes resíduos.

## 1.8 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa foi efetuada em duas grandes etapas denominadas como etapa qualitativa para o estudo e aprofundamento em conceitos teóricos e a etapa quantitativa para estruturação da inteligência da cadeia dos resíduos orgânicos, conforme ilustrada abaixo.

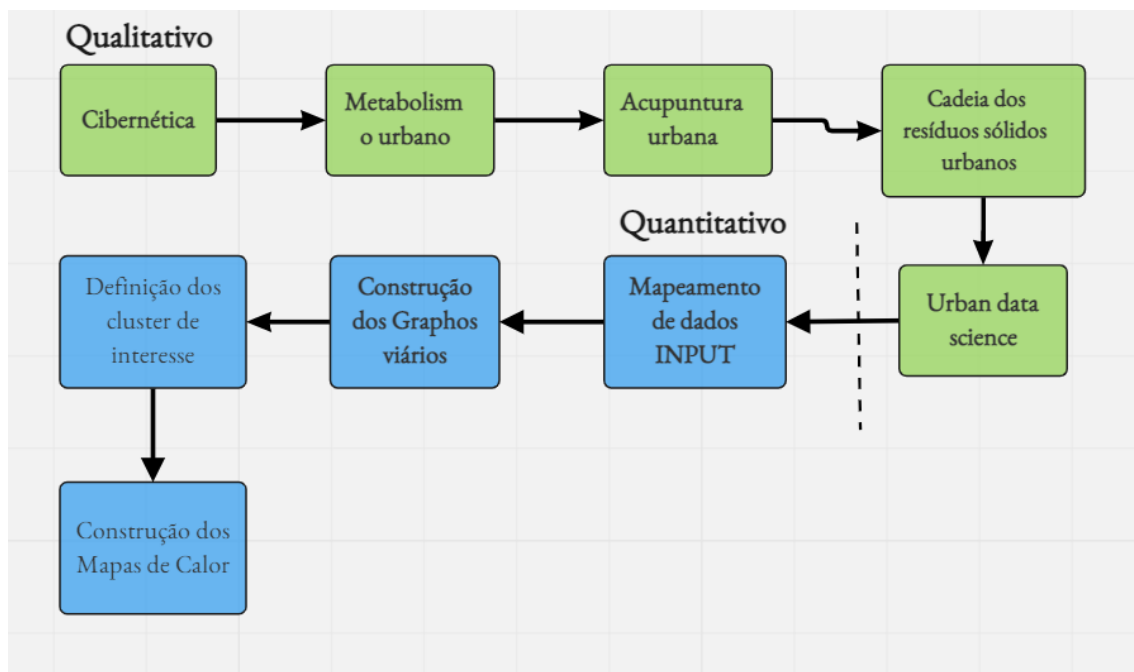


Figura 3 - Etapas do projeto de pesquisa. Fonte: Elaborado pelos autores

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CIBERNÉTICA

O grupo buscou se aprofundar no conceito de cidade como sistema complexo de Batty(2013) que encontra na cibernética de segunda ordem o arcabouço teórico inicial dos sistemas complexos que apoiaram os estudos de controle e gestão, elaborados por Bertalanffy e Wiener. Eles buscaram compreender os elementos que compunham os sistemas e, desta forma, encontrar formas de organização dentro dos próprios sistemas fechados. Segundo Batty, 2008 as décadas de 50 e 60 foram a transição do período da estética estruturante das cidades tradicionais para assim adentrar no campo das cidades como sistemas complexos, nos quais novos elementos passam a ser mapeados dentro do planejamento urbano, abrindo um novo campo de estudo. No seu livro sobre a Nova

ciência das cidades, Barry,2013, tradução nossa,p.50, argumenta que “as redes de densos clusters ou subsistemas de sucessivos níveis de hierarquia devem de fato ser uma das assinaturas dos sistemas complexos.”

Sendo assim o grupo buscou compreender de que forma esses subsistemas urbanos podem ser delineados através de uma rede complexa como a da cidade de Porto Alegre. Durante os questionamentos ao longo do desenvolvimento do trabalho, o grupo também acredita, assim como Batty,2013 argumenta, que é preciso extrapolar os modelos estáticos e que buscam um ponto de equilíbrio. As normativas regulatórias urbanísticas vigentes deveriam ser remodeladas e uma hipótese avaliada pelo grupo seria passar a atuar através do perfil dos consumidores de cada cluster de influência e desta maneira possibilitar novas formas de interação e responsividade, uma vez que o tecido urbano cresce de forma orgânica e espontânea e nem sempre é possível fazer análises preditivas.

Através deste ponto o grupo entendeu que dentro deste contexto de cidades seria interessante o aprofundamento no conceito de metabolismo urbano para compreender mais o conceito de linearidade e circularidade dentro dos sistemas urbanos.

## **2.2 METABOLISMO URBANO**

O conceito de ecologia urbana difundido a partir da década de 1960 traz uma visão de que as cidades podem ser vistas como um ecossistema, configurando unidades ambientais dentro das quais existe inter-relações e interdependências de todos os elementos e processos deste ambiente (KUHN 2017 P.285).

Assim se faz uma analogia de que os sistemas urbanos apresentariam um metabolismo, tal qual os sistemas naturais e humanos. O conceito de metabolismo urbano aborda então a estabilidade dos fluxos de materiais e energia da biosfera, levando em consideração todas as operações dos sistemas urbanos (KUHN 2017 P. 284). As cidades processam os materiais e a energia que circulam entre os seus ambientes circundantes, criando um ecossistema integrado, conectando um sistema maior a subsistemas urbanos dentro de uma região.

Desta forma, as cidades podem ser consideradas como sistemas abertos, onde temos a entrada (*input*) de recursos demandados por este sistema, a “metabolização”, que consiste no processamento destes recursos, para então termos a saída (*outputs*) dos materiais extraídos ou processados localmente. Todas estas interações entre o sistema e o meio ambiente geram fluxos de massa e energia, podendo ser vistas como cadeias de causa e efeito.

O impacto ambiental produzido por uma cidade pode ser avaliado através do modelo de metabolismo urbano operante nesta cidade. KUHN 2017 cita Girardet e Roger e Gumuchdjan ao apontar que o “metabolismo linear” das cidades é a principal causa dos impactos ambientais transferidos das cidades para outras regiões. Neste modelo de metabolismo urbano os recursos são consumidos em altas taxas nas cidades, metabolizados e depois expelidos como resíduos. Já, dentro de um sistema com um modelo de “metabolismo circular” ocorreria uma redução tanto no consumo de recursos como na emissão de resíduos, o que resulta numa redução dos impactos ambientais. Porém o atual mercado globalizado e suas cadeias logísticas consolidadas aumentam a complexidade das relações entre as cidades.

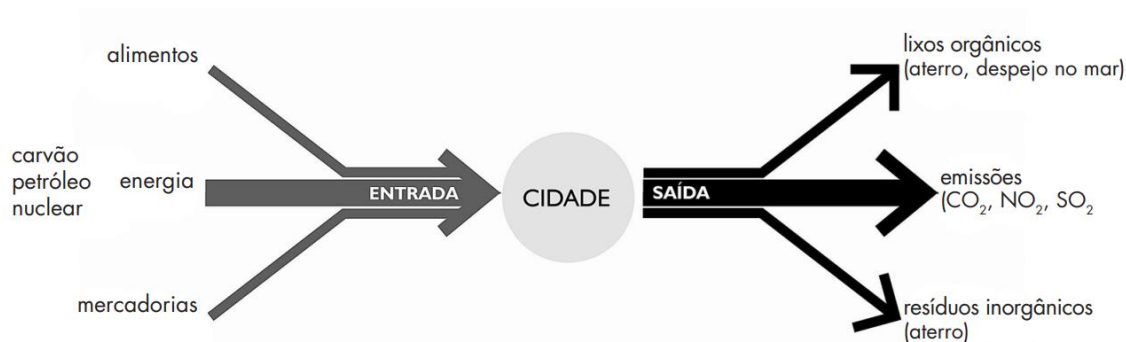


Figura 4 - Modelo de cidades com metabolismo linear. Fonte: DE MELLO BUENO 2008 P.108

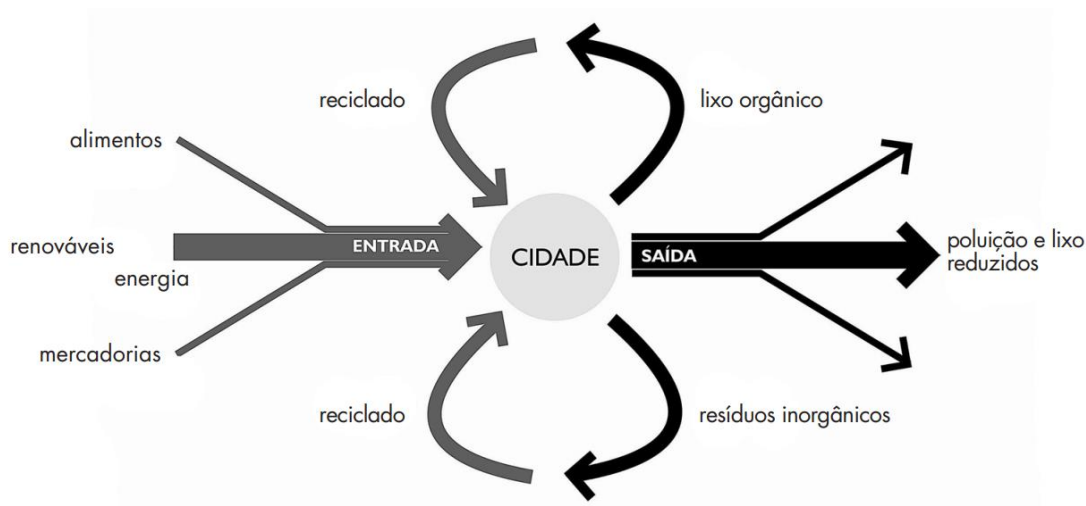


Figura 5 - Modelo de cidades com metabolismo circular. Fonte: DE MELLO BUENO 2008 P.108

Segundo KUHN, 2017, o cenário de consolidação de planos de ação internacionais para o desenvolvimento sustentável fez com que na última década fossem identificados mais de 20 estudos de caso aplicando a abordagem de metabolismo a municípios e regiões metropolitanas. KUHN, 2017 aponta sobre a complexidade na coleta de dados para compilar os fluxos de entradas e saídas do sistema, para chegar nos cálculos de eficiência do metabolismo urbano.

Neste sentido, a informatização e digitalização dos sistemas poderiam contribuir para a coleta e interpretação dos dados relevantes para os indicadores de metabolismos urbanos. De forma prática, estes indicadores podem agregar valor na cadeia produtiva do planejamento urbano e da gestão pública municipal:

*“Os resultados dos estudos de metabolismo aplicados à gestão municipal parecem ser os mais evidentes, considerando que uma variedade de fluxos está diretamente relacionada à infraestrutura e aos procedimentos cotidianos de administração. Entre eles, destacam-se os fluxos de resíduos sólidos urbanos, de resíduos de construção e de demolição, de água e de esgoto. Observa-se que as responsabilidades da gestão municipal são, em muitas regiões, pelo menos no Brasil, distribuídas entre secretarias que tratam com funções municipais específicas e que, frequentemente, também são responsáveis pelo planejamento de ações futuras. Nesse caso, provavelmente, cada órgão estaria interessado em*



*resultados de fluxos bastante específicos, sendo mais informativos resultados detalhados, do que altamente agregados.” (KUHN 2017 P. 292)*

O grupo, após assimilar os conceitos sistêmicos acerca do metabolismo urbano, perpassou pela escala territorial para adentrar a uma escala municipal e posteriormente compreender a escala de bairro, a qual Barry, 2013 define como os subsistemas com níveis de hierarquia. Dessa maneira o grupo passa a ter uma visão qualitativa do macro para o micro, buscando compreender as dinâmicas dos elementos que compõem o sistema, não como observadores passivos, mas colocando-se como parte do sistema, uma abordagem da cibernética de segunda ordem, através da teoria geral dos sistemas do biólogo austríaco Bertalanffy, 2010.

### **2.3 ACUPUNTURA URBANA**

A acupuntura é uma técnica da medicina tradicional chinesa que propõe a terapia e a cura de doenças através da aplicação de agulhas em determinados pontos do corpo, promovendo o equilíbrio das energias e fluxos interligados, exercendo assim um efeito terapêutico do corpo (GALLO, 2017).

Compreender as cidades como um metabolismo vivo, como um corpo dotado de complexos fluxos, é importante também para que possamos compreender a forma e o tempo que ocupamos e permanecemos no espaço urbano (ROMBALDI, 2021).

Segundo LERNER, 2011, ao considerarmos a cidade como um organismo vivo, o princípio de recuperação da energia de um ponto doente ou cansado por meio da aplicação de um simples toque, tem a ver com a revitalização deste ponto e da área ao seu redor. Cutucar ou intervir em uma área de tal maneira que ela possa curar e criar reações positivas e em cadeia.

O termo acupuntura urbana deve ser encarado como uma estratégia, funcionando como um gatilho, mas que não gera mudanças repentinas. Sua metodologia propicia um começo, com capacidade de alastrar-se para seu entorno, e que pode alterar gradualmente a vida urbana (ANDRADE, 2018). Segundo GALLO 2017, a acupuntura

urbana objetiva promover a diminuição do estresse no ambiente urbano por meio de pequenas interações corretivas, que, em conjunto, afetam o coletivo da cidade.

ANDRADE, 2018 expõe a interpretação de Rick Hoogduyn ao estudar os três pioneiros do termo acupuntura urbana (Manuel de Solà-Morales, Jaime Lerner e Marco Casagrande), onde ele elenca oito princípios que devem ser comuns no âmbito da acupuntura urbana, conforme descritos na figura abaixo.



Figura 6 - Fluxograma Princípios da Acupuntura Urbana. Fonte: ANDRADE 2018 P. 5

Os princípios supracitados foram balizadores para que o grupo pudesse compreender que o artefato precisará contar com o cenário e momento ideias para a reativação de pontos urbanos estagnados, assim como será vital a participação de múltiplos atores sociais e a educação responsivas em relação a cadeia do lixo. A família Folha, projeto curitibano de separação dos recicláveis, é uma referência de como a educação infantil surte impactos positivos e a longo prazo, uma vez que coloca o cidadão como protagonista, fazendo com que este se sinta parte do processo e portanto entenda a importância de monitorar os outros cidadãos também.

## 2.4 URBAN DATA SCIENCE

A definição de Urban Data Science mais compatível encontrada pelo grupo foi do Instituto de Amsterdã para soluções metropolitanas avançadas que apresenta a ciência de dados urbanos como o desenvolvimento das competências e infraestrutura técnica necessárias para estudar e enfrentar os desafios urbanos, a partir de uma perspectiva orientada por dados.

O fenômeno da digitalização e globalização fez com que nas últimas décadas fossem disponibilizados muitos dados das cidades. Esse processo propiciou então um novo campo de estudos: urban analytics. Para compreender mais a fundo sobre o termo, o grupo escolheu o livro *Urban Analytics* do professor Alex Singleton da Universidade de Liverpool, Seth Spielman professor associado da Universidade do Colorado e David Folch e do professor assistente da Universidade Estadual da Flórida. Logo no prefácio há uma explicação de que apesar do campo de estudos de análises de dados urbanos ser emergente, a utilização de dados e estatísticas de estudos urbanos não é uma área nova, sendo utilizada nos séculos passados. A divergência está na quantidade de dados coletados, cruzados e manipulados que hoje é conhecida como Big Data e que são produzidos por smartphones, celulares, computadores e tantos outros dispositivos. O que a pode parecer complexo devido a quantidade massiva de dados produzidos todos os dias é uma forma de organizar e estruturar tais dados a fim de poder compreender as novas dinâmicas das cidades que hoje integram tanto um cenário físico quanto virtual. Portanto para os autores urban analytics “ fornece as ferramentas, tecnologias e processos para a busca desse novo uso intensivo de dados na ciência das cidades.” Singleton et al., 2018, P.44, tradução nossa. Para os professores é necessário pensar a cidade através dos dados, levando em conta suas dinâmicas, composições, complexidade, governança e tendências. Pois todos esses elementos impactam os tecidos urbanos não de forma planimétrica como os mapas urbanísticos, mas de maneira tridimensional como visto nas simulações de gêmeos digitais de grandes cidades ou mesmo no metaverso.

Para Singleton et al., 2018 P.38 o impacto positivo da inteligência urbana se concentra no poder de decisão em tempo real por parte dos tomadores de decisão. Além de poder compreender o poder de tais decisões ao longo do tempo. Portanto o impacto não está nos dados, informações coletadas e conhecimento técnico, uma vez que são parte de um momento passado e sim na inteligência de traçar novas propostas futuras e compartilhar todo o conhecimento aprendido neste processo, como vemos na figura abaixo, também conhecida como pirâmide DIKW. O objetivo, portanto, se encontra em juntar todos os dados coletados, conectando todos os segmentos que fazem parte do sistema a ser analisado e em seguida compor o sistema como um todo completo.

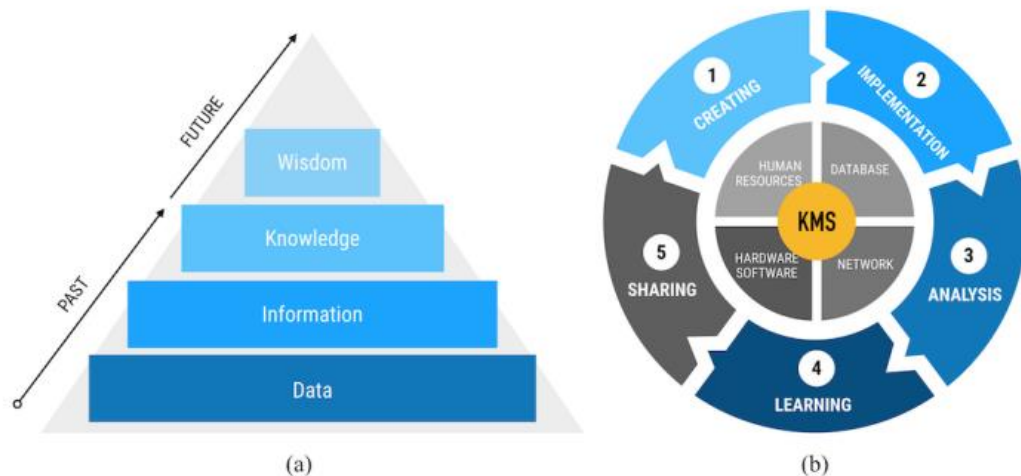


Figura 7 - (a) Hierarquia de dados, informação, conhecimento e inteligência e (b) o ciclo de vida do desenvolvimento do sistema de gestão do conhecimento. Fonte: Alim, M & Prima Nugroho, Andri & Arif, Sigit & Murtiningrum, Murtiningrum & Sutiarso, Lilik. (2020).

A partir da revisão bibliográfica o grupo passou a enxergar a cidade como um grande palimpsesto de dados que podem ser convertidos para o ambiente virtual, possibilitando uma variedade enorme de interações, visualizações e simulações. Sendo assim o grupo compreendeu que o estudo da ciência de dados urbanos pode modificar a forma como as cidades serão geridas e planejadas no futuro, sendo uma hipótese viável que as tomadas de decisão deixem de ser um processo top-down, ou seja, dos administradores públicos para os cidadãos e possa compor um cenário complexo e integrativo, no qual todos os cidadãos poderão fazer parte das decisões, possivelmente em tempo real.

## **2.5 GESTÃO SOB DEMANDA**

O grupo pensou no conceito de Software as a service, adaptando-o para a gestão sob demanda. O software as a service é um dos três modelos de serviços ofertados em nuvem. Um exemplo assim explanado por SOUSA, 2010 é o Google Docs, sendo portanto um software que possui um propósito específico e é disponibilizado por meio da Internet e sendo usado através de dispositivos diferentes. A gestão sob demanda, por sua vez, seria a contratação da plataforma pelo cliente final sem que este seja o dono da plataforma. Contudo a partir dela sejam elaboradas análises territoriais que auxiliem nas tomadas de decisões de forma mais assertiva e precisa. Através da análise de dados dos usuários criam-se padrões de consumo, atividades e interesses em comum que podem futuramente serem projetados e geridos nesta plataforma, buscando sempre o objetivo de tomadas de decisões mais sustentáveis e eficientes.

## **3 MÉTODO DE PESQUISA**

### **3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA**

Após a revisão bibliográfica de conceitos chave para pautar o projeto e ao definir a temática da cadeia de lixo orgânico e seus fluxos como estudo de caso, o grupo utilizou os conhecimentos teóricos de programação ensinados no módulo 2 e adotou o Google Collaboratory(Colab), como a ferramenta que possibilitou a estruturação do artefato, utilizando linguagem e lógicas de programação. A partir do nosso objetivo, começamos a reunir diferentes bases de dados e bibliotecas open source. O conjunto das bibliotecas possibilitou a relação de todos os diferentes tipos de informação coletada e a organização de uma lógica de análise e visualização dos dados e resultados.

O sumário abaixo é uma forma didática que o grupo encontrou para explicar o passo a passo de como foi estruturado o trabalho dentro do Colab, mostrando assim a evolução de cada uma das etapas a serem explicadas em sequência.

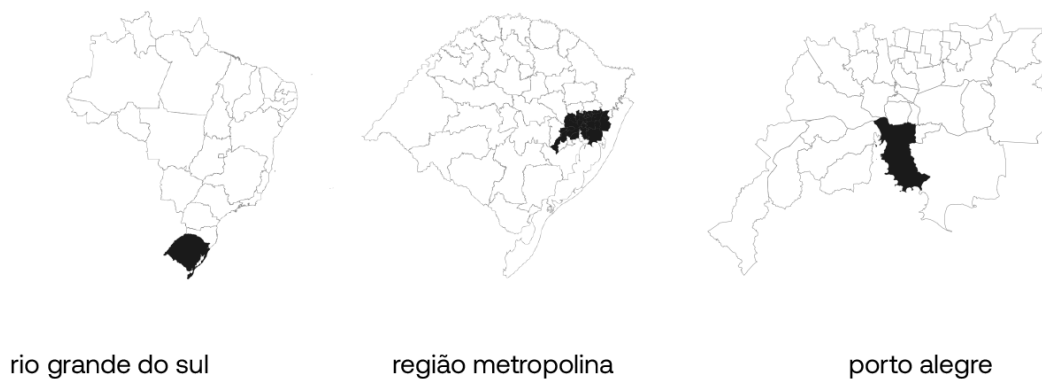
<b>CONTEXTO E PROBLEMA</b>
LOCALIZAÇÃO
INPUT
RESTAURANTES
ESCOLAS
FEIRAS URBANAS
FACILIDADES SAÚDE
NOVOS EMPREENDIMENTOS
ANÁLISE POA
PROPOSTA
SETORES CENSITÁRIOS
RECORTE
ANÁLISE AREA DE TRABALHO
GRAPHOS
SUBESTAÇÕES/PONTOS DE INTERESSE - LIXO ORGÂNICO
ROTAS
TESTE
INFO VIZ
VISUALIZAÇÕES
RESTAURANTES
ESCOLAS
VIZ
VIZ
VISUALIZAÇÃO E INTERATIVIDADE
FOLIUM
PONTOS DE INTERESSE

Figura 8 - Sumário do Google Collaboratory. Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3.2 DELINEAMENTO

O grupo começou com a instalação das bibliotecas necessárias para estruturar o ambiente de trabalho com o objetivo inicial de mapear a malha viária de Porto Alegre e buscar pontos possíveis para estações de coleta de lixo orgânico dentro da área urbana. Para isso, um dos integrantes do grupo para fins didáticos importou o mapa do Brasil,

fazendo o recorte do Estado do Rio Grande do Sul e em seguida limitando-se à região metropolitana de Porto Alegre.



*Figura 9 - Mapa delimitando o recorte de estudo. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.*

Feito o recorte territorial foi quantificada a porcentagem de lixo produzida pela Região Metropolitana de Porto Alegre, sendo o gráfico abaixo o resultado em percentual e comprovando que a maior quantidade de resíduos destinada ao Aterro de Minas de Leão é de lixo orgânico, sendo, portanto, importante traçar alternativas mais sustentáveis e eficientes para destinação, logística de transporte e descarte.

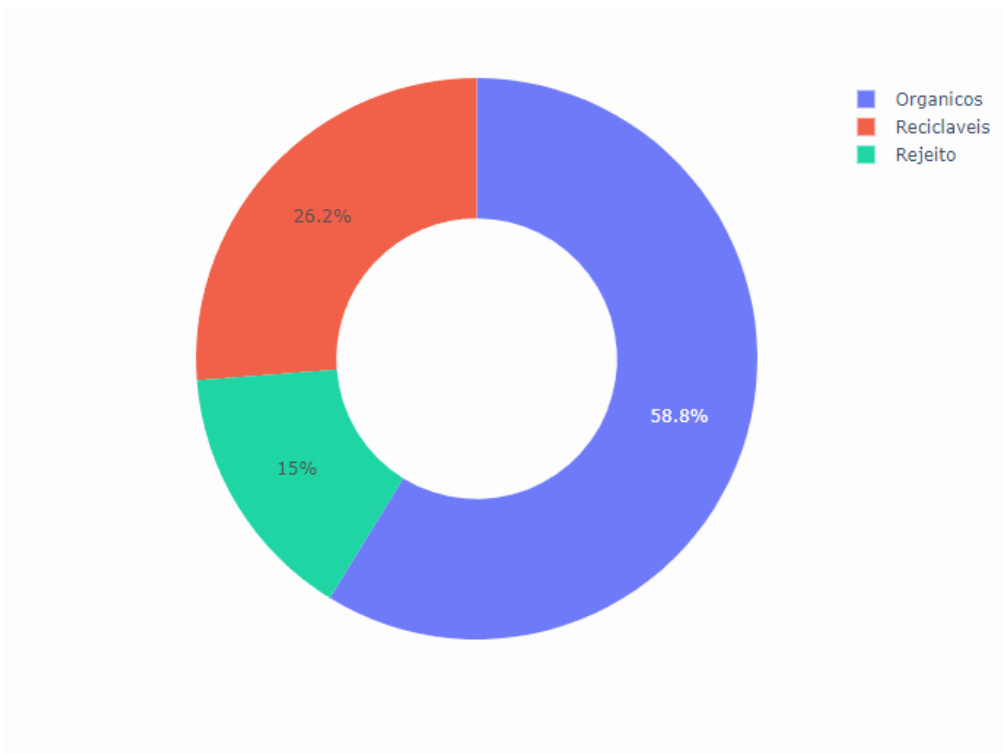


Figura 10 - Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul 2015-2034. Fonte: Engebio, 2014. Elaboração: Engebio, 2014.

Pensando em potenciais produtores de resíduos, o grupo definiu cinco INPUTs a serem mapeados: restaurantes, escolas, feiras modelo municipais, facilidades de saúde e empreendimentos em lançamento.

A partir desses pontos geolocalizados foram criados graphos extraídos do Open Street Map que delimitavam os bairros de Porto Alegre. O Open Street Map foi escolhido por ser uma plataforma colaborativa, gratuita e editável, sendo um banco de dados geolocalizados e open source do mundo. Dessa forma se o grupo quiser expandir seus estudos para outras localidades ainda pode utilizar a mesma plataforma.





Figura 11 - Grapho de malha viária do Município de Porto Alegre. Fonte: Elaborado pelos autores.

A partir dos dados coletados e geolocalizados, o grupo começou a utilizar e criar as informações necessárias para posteriormente fazer o cruzamento e sobreposição destas informações. Foram criados dois mapas de calor encontrados na figura abaixo para

compreender quais eram os bairros circunscritos nos limites do município que possuíam o maior número de restaurantes e escolas.

Nos restaurantes percebe-se uma concentração nos pontos centrais de Porto Alegre, sendo um balizador importante para definição da área de interesse. A conclusão elaborada pelo grupo é de que a concentração da produção de resíduos orgânicos é maior nas áreas centrais. Já as escolas são mais distribuídas em todo o território, sendo mais abrangentes e possibilitando maiores pontos de interesses na cidade. As linhas em azul são definidas através da função kdeplot (Kernel Density Estimate), sendo métodos de visualização não-paramétrica para estimar a função densidade de um banco de dados.

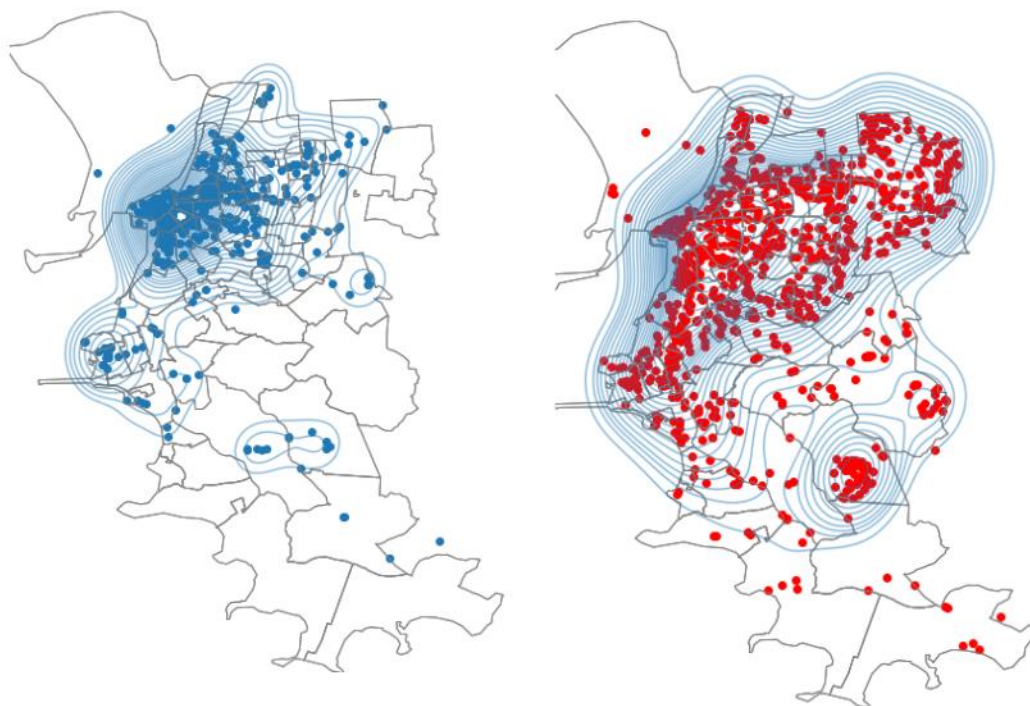


Figura 12 - Mapa de calor dos restaurantes (esquerda) e escolas(direita). Localização: Porto Alegre.Fonte: Elaborado pelos autores.

As feiras modelos municipais não foram elaborados mapas de calor, pois o grupo avaliou ser mais pertinente traçar as rotas através de pontos fixos como escolas e restaurantes do que pontos que podem ser modificados conforme a sazonalidade ou gestão administrativa municipal.

### 3.2.1 Área de interesse e trabalho

Dando sequência ao trabalho, o grupo se reuniu e achou importante traçar áreas de interesse que poderiam futuramente configurar clusters de influência, nos quais poderia ser aplicada a metodologia de acupuntura urbana e assim potencializar a transformação da cadeia do lixo. Para isso foi elaborado novamente o mapa de Porto Alegre, levando em conta os setores censitários e filtrando aqueles que obtinham maior densidade de escolas e restaurantes.

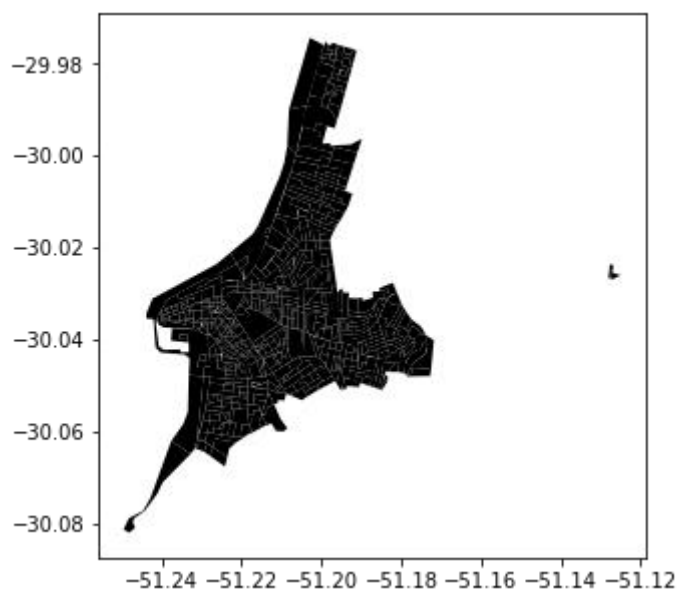


Figura 13 - Definição dos setores censitários da cidade de Porto Alegre. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 14 - Definição dos setores censitários para delimitação da área de interesse e de recorte. Fonte: Elaborado pelos autores.

Para o grupo, a definição de setor censitário foi fundamental para compreender a importância das coletas de dados integrados nacionais, uma vez que um setor censitário configura a unidade mínima de coleta de informação e que estrutura o trabalho. Uma

vez definido o recorte de interesse foi elaborado um novo kdeplot no qual foram sobrepostos os INPUTs: escolas, restaurantes e grapho do recorte, visto no mapa abaixo. Tais pontos de maior densidade foram considerados pelo grupo como locais ideais para propor pontos de coleta dos resíduos orgânicos.

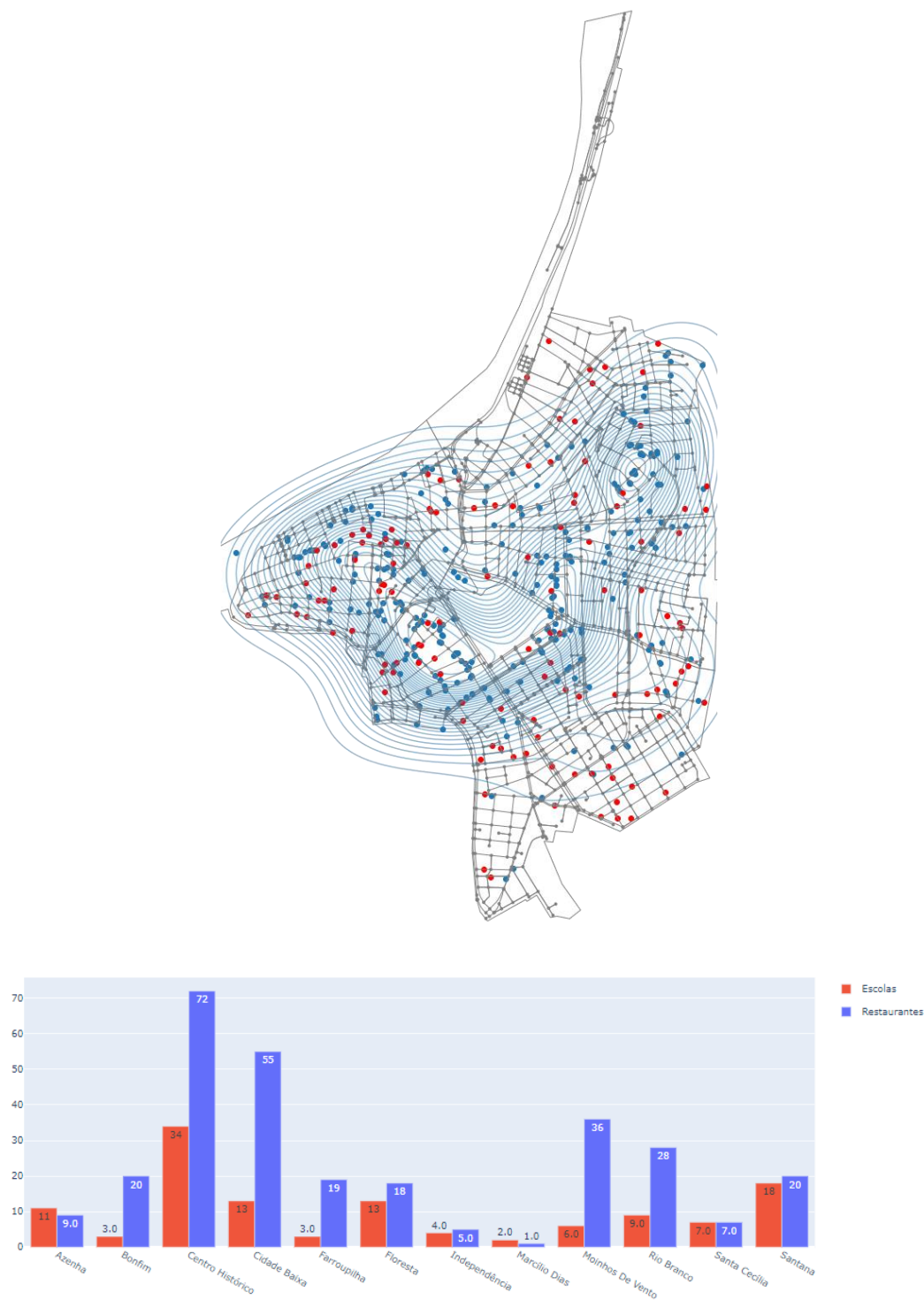


Figura 15 - Relação espacial e quantitativa de restaurantes e escolas no recorte de trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.

O gráfico acima mostra dados quantitativos das escolas e restaurantes por setor censitário, sendo portanto, outra validação dos pontos de interesse, neste caso feita de maneira estatística.

### 3.2.2 Rotas

O objetivo consecutivo era traçar rotas otimizadas para coleta dos resíduos orgânicos e destinação nos pontos de coleta definidos anteriormente. O grupo pensou que seria interessante que as escolas e restaurantes pudessem ter um cadastro dentro da plataforma para posteriormente pensarmos em indutores e bonificações para os usuários cadastrados.

Na figura abaixo foram geolocalizados possíveis pontos de coleta definidos pelo grupo. Eles foram propostos pelo grupo dentro do recorte de interesse e por isso tiveram que ser incluídos manualmente.

	name	lat	lon	geometry
0	A	-30.023529	-51.202865	POINT (-30.02353 -51.20286)
1	B	-30.025701	-51.204254	POINT (-30.02570 -51.20425)
2	C	-30.030605	-51.205801	POINT (-30.03060 -51.20580)
3	D	-30.033333	-51.212657	POINT (-30.03333 -51.21266)
4	E	-30.037523	-51.211091	POINT (-30.03752 -51.21109)

*Figura 16 - Relação espacial e quantitativa de restaurantes e escolas no recorte de trabalho. Fonte: Elaborado pelos autores.*

Em seguida, foi criado um algoritmo elaborado com a orientação do programador e professor do curso, Pedro Gyrão, para automatizar a geração de rotas entre as estações de coleta. Ele foi criado para que assim o algoritmo possa encontrar os pontos de origem e destino mais próximos, minimizando, portanto, as trajetórias dos transportadores dos resíduos, não importando se estes forem terceirizados ou contratados pela administração pública.

```
[239] import warnings
      warnings.filterwarnings('ignore')

      print('Amostra do DataFrame de Sub Estações.')
      display(df_subestações.sample(5))

      dados = []

      for i in range(len(df_subestações) - 1):
          orig = df_subestações.iloc[i]
          dest = df_subestações.iloc[i + 1]

          lat_orig = orig['lat']
          lon_orig = orig['lon']
          lat_dest = dest['lat']
          lon_dest = dest['lon']
          nome = orig['name'] + dest['name']

          rota_orig = ox.get_nearest_node(graph_interesse, (lat_orig, lon_orig))
          rota_dest = ox.get_nearest_node(graph_interesse, (lat_dest, lon_dest))

          rota = nx.shortest_path(graph_interesse, rota_orig, rota_dest, weight='length')

          dict_ = {'Nome': nome, 'Origem': rota_orig, 'Destino': rota_dest, 'Rotas': rota}
          dados.append(dict_)
```

Figura 17 - Print do algoritmo utilizado para automatizar a geração de rotas. Fonte: Elaborado pelos autores.

O algoritmo automatizado reduz o tempo, otimizando recursos e diminuindo gastos com combustível. Ele também auxilia a criação de rotas em tempo real o que facilita o processo de mobilidade urbana, garantindo assim maior autonomia da cadeia sistêmica como um todo.



Figura 18 - Recorte de trabalho e Grapho da malha viária com sobreposição dos restaurantes e escolas com mais de 1000 alunos. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.

Esses pontos vermelhos geolocalizados acima foram definidos como pontos estratégicos para instalação de estações de coleta que o grupo acredita ser um projeto a ser desenvolvido futuramente em escala arquitetônica, podendo ser parametrizada para abranger métricas que podem ser definidas colaborativamente em escala de bairro.

Na evolução do algoritmo, os pontos vermelhos assinalados no mapa acima, foram definidos como pontos de origem e destino e desta forma foi possível traçar as distâncias mais curtas entre estes pontos, criando, portanto, o trajeto mais eficiente. Esse é um argumento importante, pois através desta inteligência a gestão urbana pode ser feita de maneira mais eficiente, criando, portanto um fluxo sob demanda que pode ser intensificado futuramente com a implantação de sensores que coletam dados de volume de lixo produzido e capacidade máxima das lixeiras de resíduos orgânicos.

A ideia do grupo é de criar camadas com cada um dos parâmetros pré-definidos que estarão geolocalizadas no mapa de Porto Alegre ou através de pontos nos mapas ou como polígonos para áreas mais extensas como no caso de uma inserção futura dos mapas dos estacionamentos e áreas ociosas. Em seguida estas camadas foram sobrepostas a fim de coletar as áreas com os possíveis clusters regenerativos. Na imagem abaixo podemos ver um mapa de calor com o cruzamento das escolas com mais de 1000 alunos e os restaurantes, mostrando, portanto, quais são os pontos mais propícios da cidade para instalar um projeto piloto com maior possibilidade de criação de uma rede de clusters.

	Nome	Origem	Destino	Rotas	Distancia	Rotas
0	AB	836535564	443399494	[836535564, 443399495, 479068240, 479067925, 4...		684
1	BC	443399494	330047890	[443399494, 479067925, 479066847, 8622480884, ...		1011
2	CD	330047890	314674241	[330047890, 660829804, 330047976, 1997264020, ...		979
3	DE	314674241	836567988	[314674241, 314674182, 686599375, 412540086, 4...		1560
4	EF	836567988	321232149	[836567988, 2375694251, 330048305, 457564785, ...		438

*Figura 19 - Trajetos automatizados e as rotas. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.*

O grupo utilizou algoritmos para descobrir a distância de cada uma das rotas, assim consegue-se utilizar a informação como métrica para a otimização. Este é um argumento interessante quando pensado no âmbito do planejamento urbano, pois com as métricas pré-definidas pode ser feita uma projeção orçamentária cada vez mais atualizada e próxima da realidade.



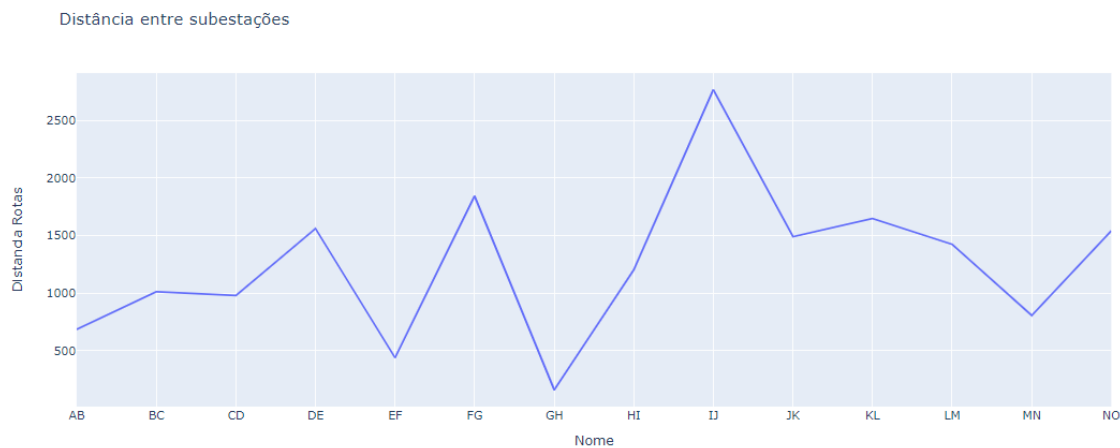


Figura 20 - Gráfico comparativo da distância entre as rotas. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.

O gráfico acima é outro exemplo de através das trajetórias definidas podem ser traçadas as distâncias entre as estações de coleta, podendo conferir o raio de influência de cada ponto e com um planejamento estratégico pensar em propostas de novos pontos que diminuam as distâncias.

### 3.2.3 Rede

Utilizando análise de redes, podemos criar graphos e entender a complexidade entre a comunicação e fluxos da informação entre os agentes do projeto. Desta maneira conseguimos compreender melhor os elementos que compõem o ecossistema e assim estudar melhor as suas dinâmicas, interações e novas possibilidade relacionais.

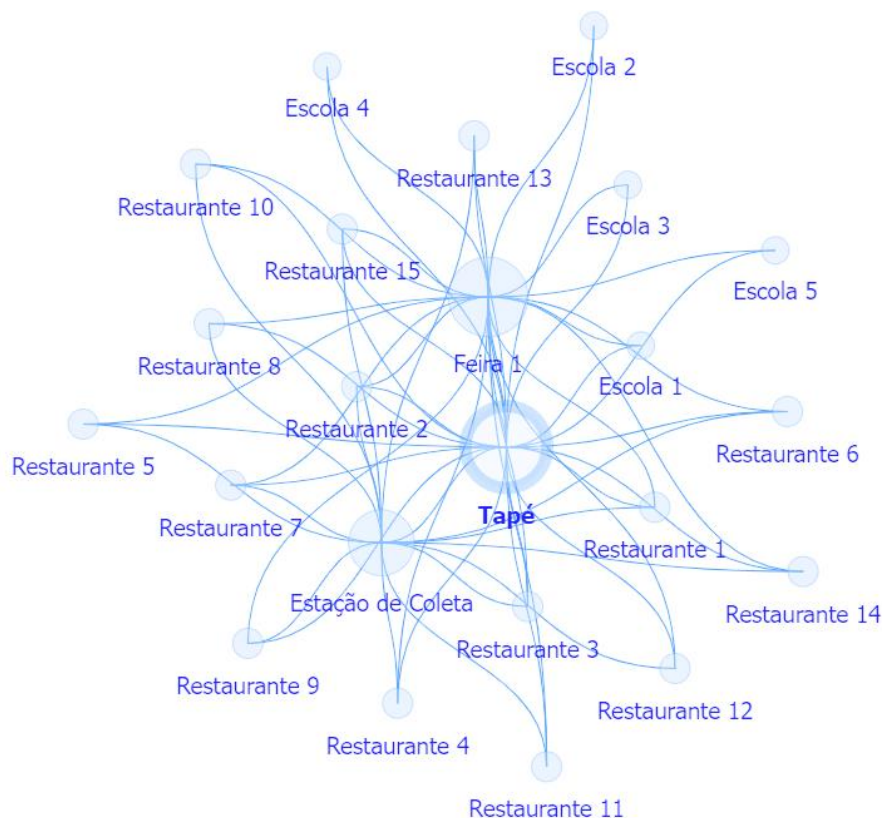


Figura 21 - Ecossistema com os elementos que compõem o Tapé. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.

	Source	Target	Weight
0	Restaurante 1	Estação de Coleta	1.0
1	Restaurante 2	Estação de Coleta	1.0
2	Restaurante 3	Estação de Coleta	1.0
3	Restaurante 4	Estação de Coleta	1.0
4	Restaurante 5	Estação de Coleta	1.0
...	...	...	...
67	Tapé	Escola 3	1.0
68	Tapé	Escola 4	1.0
69	Tapé	Escola 5	1.0
70	Tapé	Estação de Coleta	1.0
71	Tapé	Feira 1	NaN

72 rows × 3 columns

Figura 22 - Ecossistema com os elementos que compõem o Tapé. Fonte: Elaborado pelos autores no GoogleColab.

Para os próximos passos, o grupo buscará criar os valores do modelo de negócio da plataforma, pensando na forma de viabilizar economicamente o projeto, em conjunto com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável elaborados pela ONU e através da criação de indutores e estratégias para conectar todos os players envolvidos no cluster

num modelo win-win. Para isto, fará entrevistas com possíveis pessoas de interesse da gestão pública e aprofundará no modelo do Google Colab.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 ARTEFATO

A falta de gestão integrada dos sistemas urbanos de uma cidade, dificulta a integração de uma cadeia circular e sustentável, fazendo com que recursos públicos sejam investidos de forma ineficiente. Através desta problemática o grupo pautou-se no desenvolvimento de um modelo de plataforma colaborativa que tem como objetivo simular maneiras de trabalhar com a cadeia do lixo dentro da cidade, diminuindo as distâncias de deslocamento e destinação, muitas vezes incorreta, dos resíduos sólidos. Trabalhando tanto com o poder público, a sociedade civil e indústrias, a plataforma tem a intenção de visualizar e encontrar alternativas viáveis para o tratamento dos resíduos dentro do espaço urbano, seja pelo processo de compostagem ou por biodigestores: dois cenários a serem estudados e avaliados ao longo módulo.

O artefato foi pensado com o objetivo de atender ao poder público como usuário no processo de escolha dos melhores locais para a implantação de usinas de compostagem urbana que poderão, a partir da plataforma, criar políticas públicas e indutores que tornem este processo de gestão dos resíduos orgânicos mais viável e sustentável. Contribuindo com as temáticas de mobilidade urbana e saneamento na gestão pública. O artefato, por ser uma rede sistêmica de atores, pode gerar micronúcleos regenerativos, ou “clusters” que são importantes instrumentos de atuação nos processos de requalificação de centros urbanos. MARQUES, 2015 cita que “cluster” pode ser definido como uma concentração geográfica de empresas e instituições interconectadas em um determinado setor. Nesta rede, quando interligada numa cadeia cíclica dos resíduos orgânicos, traz o diferencial de integrar o rejeito que as cidades se recusam a se responsabilizar, além de trazer qualidade de vida para seus cidadãos. 'A cidade não é o problema, a cidade é solução. O grande problema foi a separação entre as atividades econômicas e os assentamentos humanos. Separaram-se trabalho e vida. A cidade é uma estrutura de vida e trabalho, juntos. A cidade é uma integração de

funções. Quanto mais você misturar funções urbanas, quanto mais misturar renda, idade, mais humana a cidade ficará." LERNER, 2011, P.57

### Diagrama abstrato dos clusters



Figura 23 - Estudo sobre os possíveis clusters da rede de ação. Fonte: Elaborado pelos autores.

O grupo desenvolveu estes clusters em um exercício prático proposto no módulo 3.

### 4.1.1 Tapé: Inteligência e transformação da cadeia do lixo.



[inteligência e transformação da cadeia do lixo]

*Figura 24 - Estudo de logotipia para a iniciativa. Elaborado pelos autores.*

Os povos originários representam um exemplo de como as culturas podem se relacionar melhor com o ambiente. Conhecimentos complexos eram compreendidos de maneira popular, e assim geraram maior sabedoria sobre como lidar com o meio ambiente de forma mais equilibrada. Portanto a responsividade era incorporada de forma sistêmica e simples.

Entende-se a dificuldade na manutenção de parâmetros de sustentabilidade ambiental nas cidades e a responsabilidade no uso do conceito e embora dados de pesquisas como os recentes relatório do IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change), mostram que já ultrapassamos limites ambientais, precisamos seguir buscando modelos que sejam além de sustentáveis, regenerativos.

Esses modelos representam possibilidades e soluções para problemas que irão se intensificar. Nesse sentido, buscamos referenciar as culturas indígenas no título do nosso trabalho. Tapé, palavra do vocabulário Tupi-Guarani, significa caminhos, assim, associamos à nossa procura de possibilidades e soluções para os problemas que decidimos enfrentar no trabalho.

Os caminhos também são associados aos fluxos e às malhas viárias que estão contidos no trabalho de análise de dados. Estes mesmos caminhos também remetem ao processo acadêmico que muitas vezes não é linear, no qual o grupo, em diversos momentos precisou traçar novas rotas e abandonar caminhos antes delineados para assim chegar a uma maior maturidade como grupo e trabalho.

### 4.1.2 Visualização e interatividade

Um fator importante avaliado pelo grupo sobre a plataforma era ter uma visualização interativa, extrapolando a planimetria fixa dos mapas cartográficos. A visualização acessível a todos os usuários também era uma prerrogativa, possibilitando maior conexão e engajamento com o público geral.

A sobreposição dos layers apesar de não ser algo inovador do ponto de vista de plataformas virtuais quando possibilita a criação de manchas gera uma nova leitura e absorção dos mapas como pode ser observada na figura abaixo.

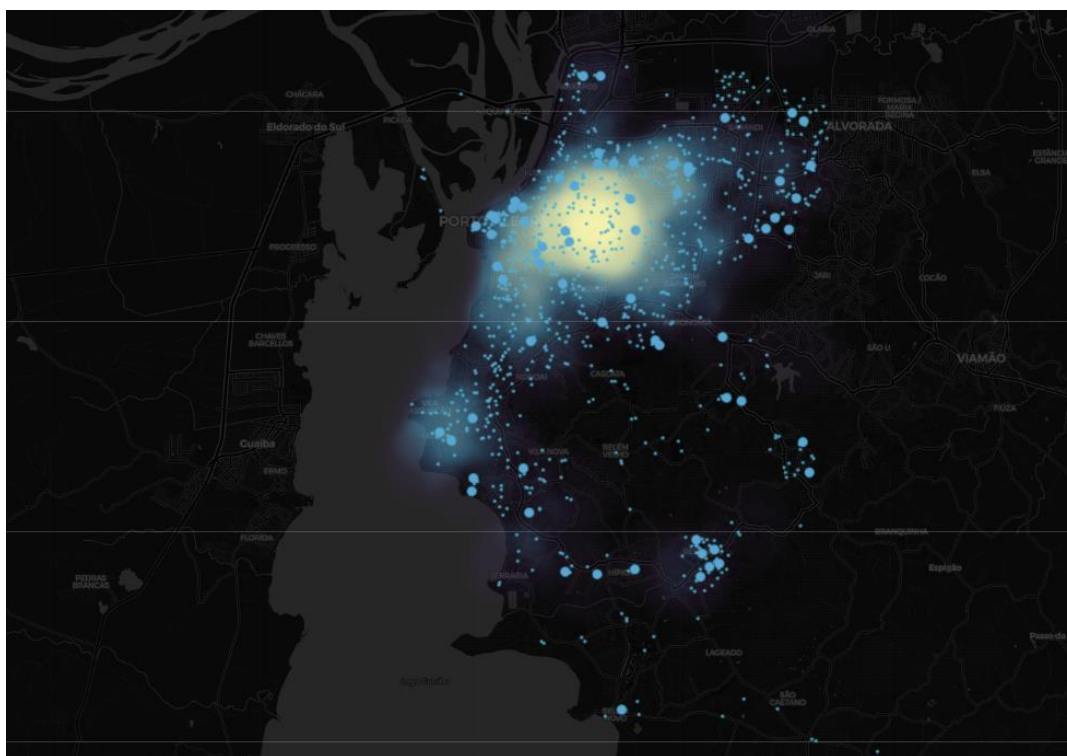


Figura 25 - Plataforma de visualização interativa de dados utilizando Folium. Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 26 - Camadas a serem manipuladas de forma interativa. Fonte: Elaborado pelos autores.

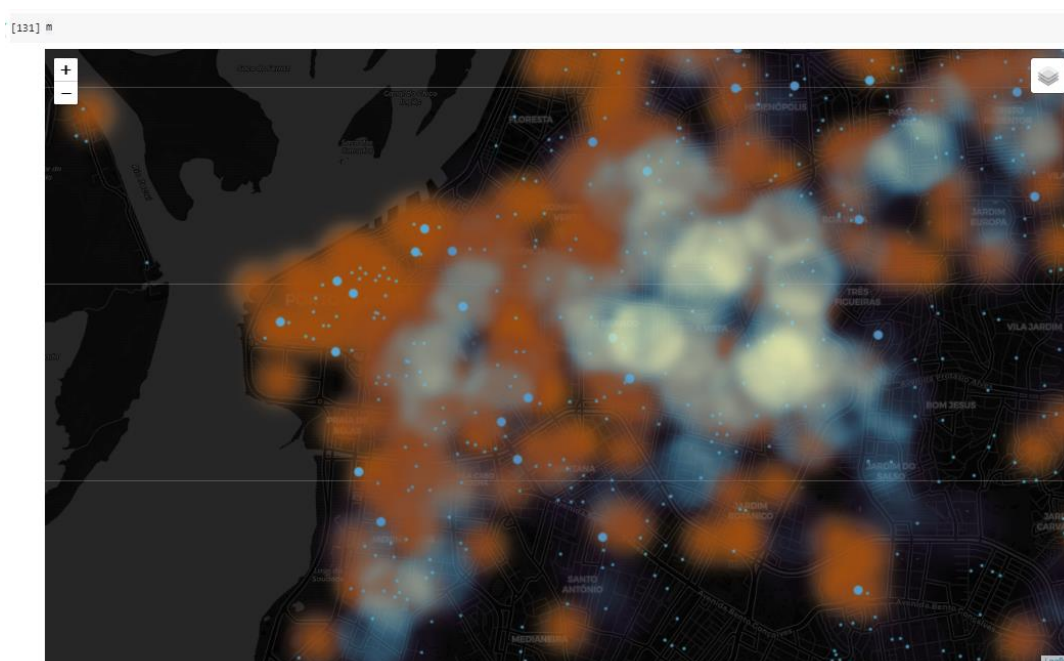


Figura 27 - Mapa interativo. Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4.1.3 Modelo de negócio que irá abrigar o artefato

O grupo definiu o serviço de análise/inteligência de dados e como modelo de negócios focou em modelos B2B (para redução de gastos) e B2G (gestão urbana). Neste sentido é essencial ressaltar a importância de um ecossistema maduro no âmbito de trabalhar e envolver a Triple Helix, ou seja, poder público, academia e sociedade civil organizada para compor a discussão e interatividade com a plataforma e assim gerar um artefato

responsivo no qual a interatividade e experiências sensoriais evoluem ao longo do tempo. A coleta e manipulação de dados neste aspecto pode ser compartilhada com o poder público, criando assim um repositório de dados atualizados.

Atualmente a administração pública em nível municipal, estadual e federal não possuem um modelo de visualização e simulação de dados acerca dos resíduos. O grupo acredita que isso ocorre porque os resíduos atualmente não são encarados como possíveis ativos que podem gerar receita acessória para a gestão. São encarados como um passivo, uma vez que o descarte de lixo acaba sendo oneroso aos cofres públicos. Por este motivo a inteligência estratégica, através do artefato pode criar soluções de conversão de passivos, sendo o enfoque do grupo em resíduos domésticos orgânicos, mas podendo ser expandido para quaisquer outros resíduos que consigam ser quantificado e posteriormente ser feita uma análise de projetos de viabilidade financeira de cada resíduos, criando assim um portfólio de soluções que pode ser escalado para outros municípios. O grupo também debateu que através do conceito do metabolismo urbano é possível olhar para os OUTPUTs e analisá-los como passivos possíveis de serem convertidos em ativos, através de projetos inovadores, como mostra a figura abaixo.

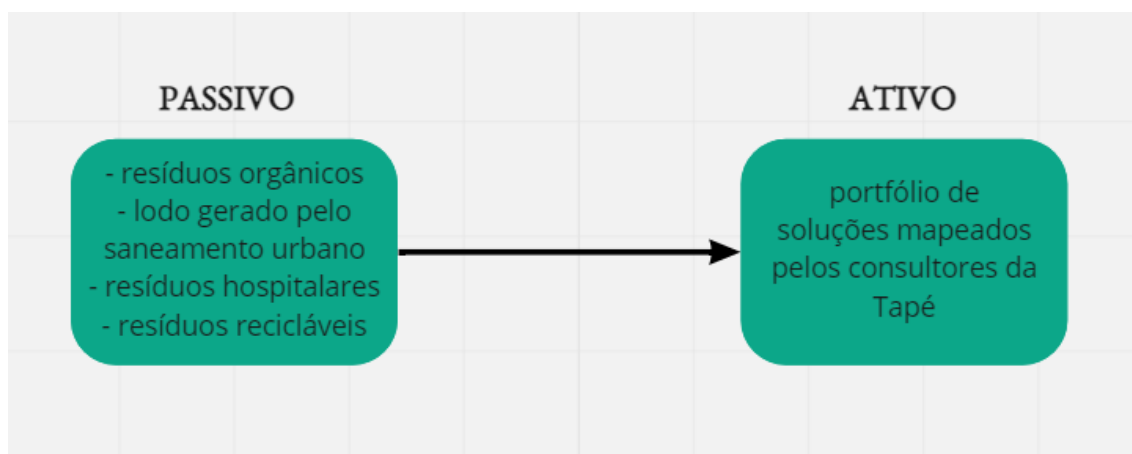


Figura 28 - Modelo de negócios. Fonte: Elaborado pelo autores

Já para o modelo B2B a plataforma Tapé pode gerar maior eficiência para as empresas ao traçar as rotas mais estratégicas, reduzindo gastos, conectando com um networking exclusivo de clientes cadastrados e garantindo assim práticas ambientais, sociais e de governança(ESG) de uma empresa. Outro ponto importante a ser valorado é de que a Tapé pode servir como marketplace para empresas de diferentes portes, incluindo



startups e o sistema S. Esse ponto conector pode ser implementado dentro do metaverso e assim garantindo uma nova forma de interação virtual.

**Proposta de Valor:**

A plataforma permitirá interações entre os diferentes agentes do processo, sendo uma hipótese de possibilidade de aumentar o engajamento dos usuários cadastrados. Isso possibilita visualizar e monitorar os estabelecimentos que estão dentro do projeto, definir métricas para performance de projetos e acompanhamento a longo prazo. Dentro da ideia de inteligência de dados também é possível pensar em oferecer benefícios como selos e certificações para empresas privadas; estudos de viabilidade de negócios através de consultores especializados de qualquer lugar do Brasil e mundo e benefícios fiscais no caso do cliente ser a municipalidade.

Mas para o grupo a maior proposta de valor entregável se concentra na diminuição do tempo para as tomadas de decisão, uma vez que estas acabam se tornando cada vez mais assertivas.

**Escalabilidade:**

A ideia de plataforma e análise algorítmica permite que a iniciativa seja escalável para diferentes cidades, e que as estratégias se adequem aos diferentes modelos de gestão, economia e geográficos, uma vez que os dados podem ser personalizados ao serem coletados de bancos de dados específicos de cada cliente.

**Público Alvo:**

A plataforma tem a intenção de servir a todos os interessados na cadeia do lixo. O setor público pode utilizar da inteligência criada a partir dela para tomar decisões de gestão. As empresas podem utilizar as informações para traçar estratégias que beneficiem o sistema e seus modelos de negócio.

**Parceiros Chaves:**

O setor público deve fornecer e abrir os dados disponíveis e estar disposto a contribuir e melhorar o processo de coleta dos dados necessários.

O projeto precisa ser conveniente aos estabelecimentos e iniciativas envolvidas para conseguir crescer e ter impacto.

É necessário que a inteligência forneça informações e insights importantes para ter o interesse das empresas que já atuam no setor, e instrumentalizar empreendedores que buscam por soluções para o setor.

Os cidadãos devem compreender a relevância e objetivo do projeto para que entendam a importância de aderir e cooperar com as ações e estratégias.

#### **4.1.4 Possibilidade de generalizações futuras do artefato e modelos de negócio**

O grupo acredita que para uma evolução futura do trabalho seria interessante buscar a alimentação e atualização da base de dados, através dos dados abertos e/ou pesquisas nacionais, estaduais e municipais. A coleta e organização dos dados, criando um repositório, gera um espaço virtual para cruzamento de dados, auxiliando, assim, tanto no processo de planejamento estratégico quanto na gestão urbana, uma vez que pode ser útil para estabelecer métricas e traçar indicadores de performance.

As próximas hipóteses de desenvolvimento do trabalho elencadas pelo grupo seriam:

A criação de um dashboard com recursos interativos, incentivando, assim, o engajamento pelos usuários.

O sensoriamento e rastreabilidade de todos os resíduos também é um possível artefato a ser desenvolvido, possibilitando a criação de dados volumétricos mais precisos e assim quantificando de forma mais precisa a produção de resíduos por domicílio.

Uso de Inteligência Artificial e Machine Learning para o processamento dos dados coletados em busca de gerar otimizações e novas soluções para os problemas.

A tokenização de bancos de dados estratégicos e da inteligência desenvolvida pelo grupo. Este pode ser um estudo de caso para os próximos grupos, pensando que estes podem atuar compreendendo como o mundo híbrido funcionará e criando hipóteses para o futuro.

## REFERÊNCIAS

- Batty, Michael. The Encyclopedia of Complexity & System Science, Springer, Berlin, DE, forthcoming, 2008. Date of this paper: February 25, 2008.
- Batty, Michael, The New Science of Cities. MIT Press. 2013. P 49-50.
- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de orientações técnicas para elaboração de propostas para o programa de resíduos sólidos - Funasa / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde - Brasília : Funasa, 2014.
- Brasil. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS.Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020.
- Bridi, E., Gomes, T.L. and Gehling, G., OTIMIZAÇÃO NA COLETA DOMICILIAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS PELA IMPLANTAÇÃO DE UMA SEGUNDA ESTAÇÃO DE TRANSBORDO EM PORTO ALEGRE-RS. 2 Forum Internacional de Resíduos Sólidos, Julho,2009.
- ETZKOWITZ, Henry; ZHOU, Chunyan. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. Estudos avançados, v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017.
- KUHN, Eugenia Aumond. Metabolismo de um município brasileiro de pequeno porte: o caso de Feliz, RS / Eugenia Aumond Kuhn. -- 2014.
- JHONSON, Steven. O Mapa Fantasma. Como a luta de dois homens contra o cólera mudou o destino de nossas metrópoles. Jorge Zahar Editor Ltda, 2008.
- MUSANGO, J.K., CURRIE, P. & Robinson, B. (2017) Urban metabolism for resource efficient cities: from theory to implementation. Paris: UN Environment.
- PIRES, Adriano Borges. Análise de viabilidade econômica de um sistema de compostagem acelerada para resíduos sólidos urbanos. Faculdade de Engenharia e Arquitetura-Curso de Engenharia Ambiental. Passo Fundo, 2011.
- ARISI, Barbara Maisonnave; SOARES, Tobias Gustavo Silva. Economia Circular no rumo da Sociedade Circular e da Bioeconomia Circular: Iniciativas

de compostagem urbana de lixo orgânico em São Paulo e Florianópolis.

*Iluminuras*, v. 21, n. 55, 2020.

ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2020. ABRELPE, 2020.

CARVALHO, Jairo Pablo Alves de. Proposta e especificação de um sistema produto-serviço para tratamento de lixo orgânico e geração de biogás em municípios brasileiros de pequeno porte. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais. Curitiba, 2021.

LERNER, Jaime. Acupuntura urbana. - 5 ed - Rio de Janeiro: Record, 2011.

MARQUES, Juliana Di Cesare Margini, Gilda Collet Bruna, Paula Raquel da Rocha Jorde Vendramini. Clusters como possibilidades de requalificação de áreas centrais, 2015.

SINGLETON, A. D.; SPIELMAN, S. E.; FOLCH, D. C. Urban Analytics. London: Sage, 2018.

SOUSA, Flávio R.C. et al. Gerenciamento de dados em nuvem: Conceitos, sistemas e desafios. Tópicos em sistemas colaborativos, interativos, multimídia, web e bancos de dados, Sociedade Brasileira de Computação, p. 101-130, 2010.

KUHN, Eugenia Aumond; SATTLER, Miguel Aloysio; MAGNUS, Lucas Dorneles. Contribuições do conceito e da abordagem de metabolismo urbano para a avaliação do custo das decisões ambientais. *urbano*, v. 282, p. 298, 2017.

MARTINS, Maria de Fátima; CÂNDIDO, Gesinaldo Ataíde. Modelo de avaliação do nível de sustentabilidade urbana: proposta para as cidades brasileiras. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, v. 7, n. 3, p. 397-410, 2015.

DE MELLO BUENO, Laura Machado. Reflexões sobre o futuro da sustentabilidade urbana com base em um enfoque socioambiental. *Cadernos metrópole*, n. 19, p. 99-121, 2008.

GOMES, R. Azevedo. Ecobairro, um paradigma para a regeneração urbana.

MAGALHAES, Rafaela Cajado et al. Metabolismo urbano e gestão de resíduos sólidos: um diálogo necessário à gestão de cidades. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p. e18311213428-e18311213428, 2022.

BALDAUF, Eduardo et al. RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO MUNICÍPIO DE FELIZ/RS: AVALIAÇÃO E DIRETRIZES PARA UM GERENCIAMENTO

MAIS SUSTENTÁVEL. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, p. 3572-3578, 2018.

GALLO, Douglas; SANTOS, Fábio Silva. Grandes intervenções urbanas: acupuntura urbana ou gentrificação?. Revista Nacional de Gerenciamento de cidades, v. 5, n. 29, p. 30-42, 2017.

ROMBALDI, Marina Costamilan; ZANATTA, Cláudia Vicari. ACUPUNTURA URBANA: CONCEITO E POÉTICA. Contemporânea-Revista do PPGART/UFSM, v. 4, n. 7, 2021.

ANDRADE, Ana Luisa de. Acupuntura urbana: o caso do Planejamento Estratégico de Barcelona/Es. In: X Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Córdoba, Junio 2018. Departament d'Urbanisme i Ordenació del Territori. Universitat Politècnica de Catalunya, 2018.

LERNER, Jaime. Acupuntura urbana. Editora Record, 2011.

```
from google.colab import drive
drive.mount('/content/drive')
```

Drive already mounted at /content/drive; to attempt to forcibly remount, call drive.mount("/content/drive", force\_remount=True).

## ↳ IMPORTAÇÕES

```
!pip install plotly
!pip install geopandas --quiet
!pip install geobr --quiet
!pip install rasterio --quiet
!pip install earthpy --quiet
!pip install rioxarray --quiet
!pip install geoplot --quiet
!pip install osmnx --quiet
!pip install pyyaml==5.4.1
!pip install matplotlib==3.1.3
!pip install pysal --quiet
!pip install geoplot --quiet
!pip install seaborn
```

```
Requirement already satisfied: plotly in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (5.8.0)
Requirement already satisfied: tenacity>=6.2.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from plotly) (8.0.1)
ERROR: pip's dependency resolver does not currently take into account all the packages that are installed. This behaviour is the source of the following dependency conflicts.
osmnx 1.1.2 requires matplotlib>=3.4, but you have matplotlib 3.1.3 which is incompatible.
geobr 0.1.10 requires geopandas<0.8.0,>=0.7.0, but you have geopandas 0.10.2 which is incompatible.
ERROR: pip's dependency resolver does not currently take into account all the packages that are installed. This behaviour is the source of the following dependency conflicts.
alumentations 0.1.12 requires imgaug<0.2.7,>=0.2.5, but you have imgaug 0.2.9 which is incompatible.
Requirement already satisfied: pyyaml==5.4.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (5.4.1)
Collecting matplotlib==3.1.3
  Using cached matplotlib-3.1.3-cp37-cp37m-manylinux1_x86_64.whl (13.1 MB)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.1.3) (2.8.2)
Requirement already satisfied: kiwisolver>=1.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.1.3) (1.4.2)
Requirement already satisfied: pyparsing!=2.0.4,!2.1.2,!2.1.6,>=2.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.1.3) (3.0.8)
Requirement already satisfied: cycler>=0.10 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.1.3) (0.11.0)
Requirement already satisfied: numpy>=1.11 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib==3.1.3) (1.21.6)
Requirement already satisfied: typing-extensions in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from kiwisolver>=1.0.1->matplotlib==3.1.3) (4.2.0)
Requirement already satisfied: six>=1.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from python-dateutil>=2.1->matplotlib==3.1.3) (1.15.0)
Installing collected packages: matplotlib
  Attempting uninstall: matplotlib
    Found existing installation: matplotlib 3.5.2
    Uninstalling matplotlib-3.5.2:
      Successfully uninstalled matplotlib-3.5.2
ERROR: pip's dependency resolver does not currently take into account all the packages that are installed. This behaviour is the source of the following dependency conflicts.
osmnx 1.1.2 requires matplotlib>=3.4, but you have matplotlib 3.1.3 which is incompatible.
alumentations 0.1.12 requires imgaug<0.2.7,>=0.2.5, but you have imgaug 0.2.9 which is incompatible.
Successfully installed matplotlib-3.1.3
WARNING: The following packages were previously imported in this runtime:
[matplotlib,mpl_toolkits]
You must restart the runtime in order to use newly installed versions.
```

RESTART RUNTIME

```
Requirement already satisfied: seaborn in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (0.11.2)
Requirement already satisfied: scipy>=1.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from seaborn) (1.4.1)
Requirement already satisfied: numpy>=1.15 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from seaborn) (1.21.6)
Requirement already satisfied: pandas>=0.23 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from seaborn) (1.3.5)
Requirement already satisfied: matplotlib>=2.2 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from seaborn) (3.1.3)
Requirement already satisfied: cycler>=0.10 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib>=2.2->seaborn) (0.11.0)
Requirement already satisfied: pyparsing!=2.0.4,!2.1.2,!2.1.6,>=2.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib>=2.2->seaborn) (3.0.8)
Requirement already satisfied: kiwisolver>=1.0.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib>=2.2->seaborn) (1.4.2)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.1 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from matplotlib>=2.2->seaborn) (2.8.2)
Requirement already satisfied: typing-extensions in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from kiwisolver>=1.0.1->matplotlib>=2.2->seaborn) (4.2.0)
Requirement already satisfied: pytz>=2017.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pandas>=0.23->seaborn) (2022.1)
Requirement already satisfied: six>=1.5 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from python-dateutil>=2.1->matplotlib>=2.2->seaborn) (1.15.0)
```

## ↳ INSTALAÇÕES

```
import shapely.geometry
import requests
import plotly.express as px
import matplotlib as plt
import plotly.graph_objects as go
import folium
import geoplot as gplt
import pandas as pd
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import rasterio
from rasterio.plot import plotting_extent
```

```
import earthpy.spatial as es
from shapely.geometry import Point
```

```
import geobr
import numpy as np
from matplotlib.colors import ListedColormap
```

```
import geopandas as gpd
import osmnx as ox
import contextily as ctx
import seaborn as sns
from shapely.geometry import Point, Polygon
import networkx as nx
from folium import plugins
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/distributed/config.py:20: YAMLLoadWarning: calling yaml.load() without Loader=... is deprecated, as the default Loader is unsafe. Please r
defaults = yaml.load(f)
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/_compat.py:115: UserWarning: The Shapely GEOS version (3.10.2-CAPI-1.16.0) is incompatible with the GEOS version PyGEOS was comp
shapely_geos_version, geos_capi_version_string
```

```
pd.options.plotting.backend = "plotly"
```

## ↳ CONTEXTO E PROBLEMA

```
dados_meso = ['Organicos', 'Reciclaveis', 'Rejeito']
Centro_Ocidental = [89.102, 32.352, 21.433]
Centro_Oriental = [129.035, 44.599, 30.641]
Metropolitana_poa= [904.021, 403.419, 230.725]
Nordeste = [191.734, 83.174, 48.513]
Noroeste = [310.361, 107.025, 73.656]
Sudeste = [154.444, 64.566, 38.649]
Sudoeste= [118.671, 45.244, 28.926]
```

```
dict3 = {'Regiões': dados_meso, 'RM POA': Metropolitana_poa, 'Região Sudoeste': Sudoeste, 'Região Sudeste': Sudeste, 'Região Noroeste': Noroeste, 'Região Nordeste': Nordeste, "Centro
df_dados_meso = pd.DataFrame(dict3)
```

```
df_dados_meso.T
```

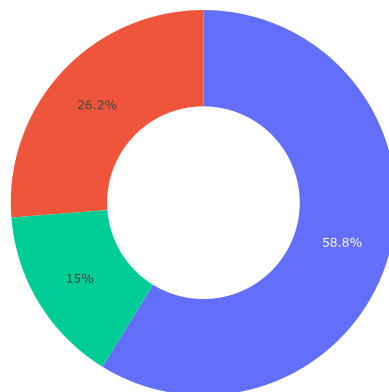
	0	1	2
<b>Regiões</b>	Organicos	Reciclaveis	Rejeito
<b>RM POA</b>	904.021	403.419	230.725
<b>Região Sudoeste</b>	118.671	45.244	28.926
<b>Região Sudeste</b>	154.444	64.566	38.649
<b>Região Noroeste</b>	310.361	107.025	73.656
<b>Região Nordeste</b>	191.734	83.174	48.513
<b>Centro Oriental</b>	129.035	44.599	30.641
<b>Centro Ocidental</b>	89.102	32.352	21.433

```
enviam = [140]
não_enviam = [500]
municípios_rs = [497]
```

```
dict4 = {"municípios que enviam": enviam, "municípios que não enviam": não_enviam}
```

```
df_dados_muni= pd.DataFrame(dict4)
```

```
fig1 = px.pie(values=Metropolitana_poa, names=dados_meso, hole=.5)
fig1.show()
```



## LOCALIZAÇÃO

```
from geobr import read_state
from geobr import read_micro_region
from geobr import read_municipality
from geobr import read_neighborhood
from geobr import read_census_tract

br = geobr.read_metro_area()
brasil_estados = read_state(year=2010)
rm_rs = read_micro_region(year=2010)
municipios = read_municipality(year=2010)
bairros = geobr.read_neighborhood(year = 2010)

rs = brasil_estados.query('abbrev_state=="RS"')
rs_micro_regiao = rm_rs.query('abbrev_state=="RS"')
rs_municipios = br.query('abbrev_state == "RS"')
regiao_metropolitana = br.query('name_metro == "RM Porto Alegre"')
poa = br.query('name_muni == "Porto Alegre"')
bairros = bairros.query('name_muni == "Porto Alegre"')
```

```
poa.plot(
)
```

<matplotlib.axes.\_subplots.AxesSubplot at 0x7fc1827cb110>



rs

code_state	abbrev_state	name_state	code_region	name_region	geometry
22	43.0	RS	Rio Grande Do Sul	4.0	Sul MULTIPOLYGON (((-51.90486 -27.45935, -51.90129...

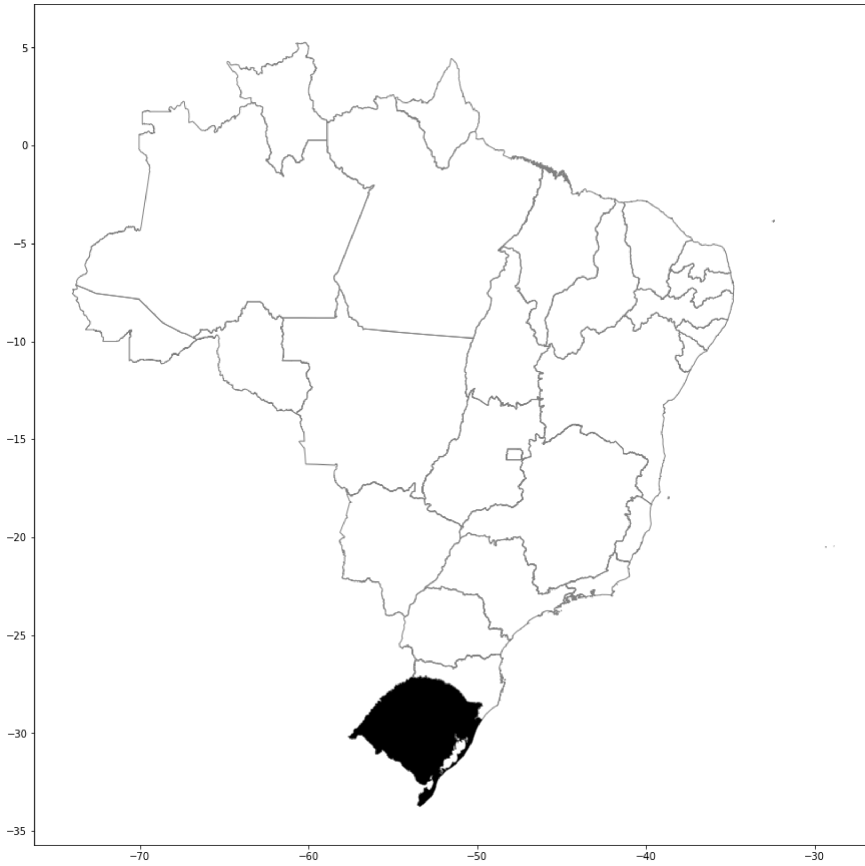
regiao\_metropolitana.head()

code_muni	name_muni	code_state	abbrev_state	name_metro	type	subdivision	legislation	legislation_date	geometry	
838	4300604.0	Alvorada	43.0	RS	RM Porto Alegre	RM	NÃO TEM	Lei Complementar 014 (Federal)	08.06.1973	MULTIPOLYGON (((-51.08902 -29.98769, -51.08648...
839	4300877.0	Araricá	43.0	RS	RM Porto Alegre	RM	NÃO TEM	Lei Complementar 11201	30.07.1998	MULTIPOLYGON (((-50.91228 -29.60186, -50.91095...
840	4301107.0	Arroio Dos Ratos	43.0	RS	RM Porto Alegre	RM	NÃO TEM	Lei Complementar 11539	01.11.2000	MULTIPOLYGON (((-51.81565 -30.11201, -51.81605...
841	4303103.0	Cachoeirinha	43.0	RS	RM Porto Alegre	RM	NÃO TEM	Lei Complementar 014 (Federal)	08.06.1973	MULTIPOLYGON (((-51.12586 -29.93389, -51.11460...
842	4303905.0	Campo Bom	43.0	RS	RM Porto Alegre	RM	NÃO TEM	Lei Complementar 014 (Federal)	08.06.1973	MULTIPOLYGON (((-51.08990 -29.66146, -51.09145...



```
fig_br, ax= plt.subplots(figsize = (15,20))
brasil_estados.plot(facecolor = 'None', edgecolor = 'gray', figsize=(10, 10), ax=ax)
rs.plot(figsize= (10,20), facecolor= 'black', edgecolor= 'none', ax=ax)
```

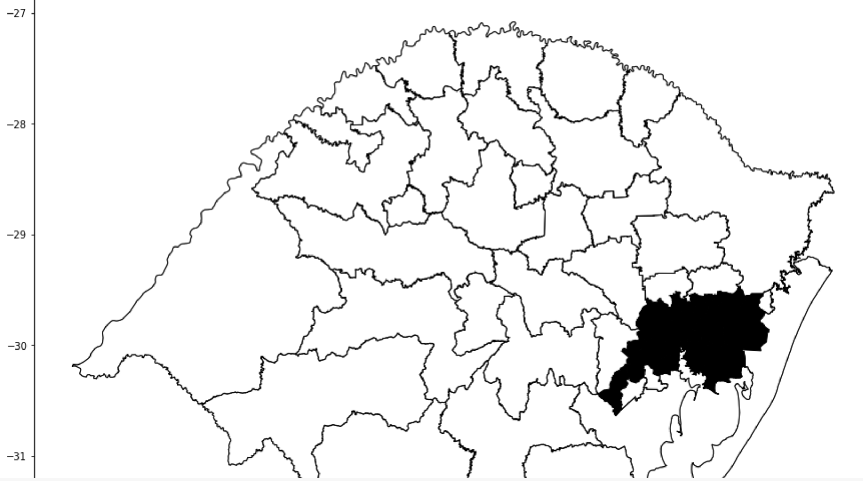
<matplotlib.axes.\_subplots.AxesSubplot at 0x7fc1821087d0>



```
fig_rs, ax= plt.subplots(figsize = (15,20))
rs.plot(figsize = (15,20), facecolor = 'None', edgecolor = 'gray', ax=ax)
rs_micro_regiao.plot(legend=True, ax=ax, facecolor = 'None', edgecolor = 'black')
regiao_metropolitana.plot(legend=True, ax=ax, facecolor = 'Black', edgecolor = 'black')
```

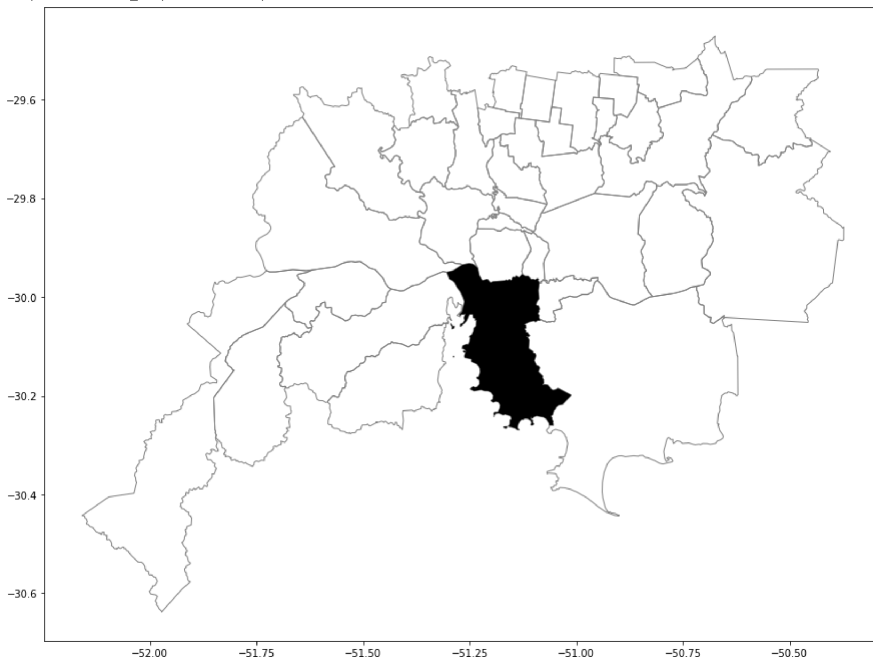


```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc1820e4d90>
```



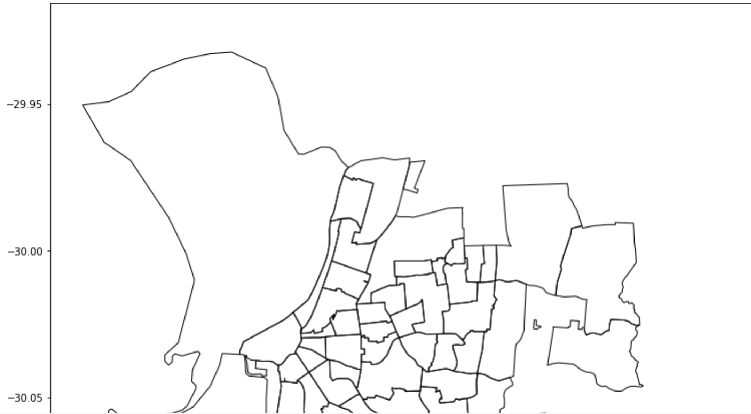
```
fig_rm, ax= plt.subplots(figsize = (15,20))  
ra = regioao_metropolitana.plot(figsize = (15,20), facecolor = 'None', edgecolor = 'gray', ax=ax)  
poa.plot(figsize = (10,10), facecolor = 'black', edgecolor = 'none', ax=ax)
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc18206ec90>
```



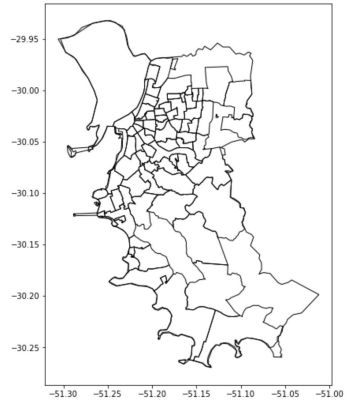
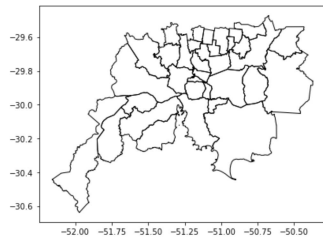
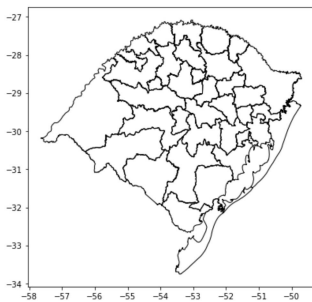
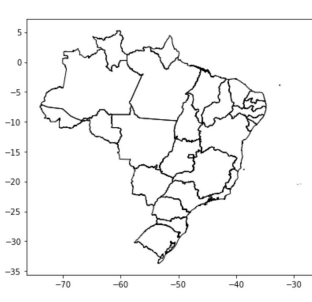
```
fig_poa, ax = plt.subplots(figsize=(15,20))  
bairros.plot(legend=True, ax=ax, facecolor = 'None', edgecolor = 'black')
```

<matplotlib.axes.\_subplots.AxesSubplot at 0x7fc182096290>



```
f,ax=plt.subplots(nrows=1,ncols=4,figsize=(30,20))
brasil_estados.plot(legend=True,ax=ax[0],facecolor='None',edgecolor='black')
rs_micro_regiao.plot(legend=True,ax=ax[1],facecolor='None',edgecolor='black')
regiao_metropolitana.plot(legend=True,ax=ax[2],facecolor='None',edgecolor='black')
poa.plot(legend=True,ax=ax[3],facecolor='None',edgecolor='black')
bairros.plot(legend=True,ax=ax[3],facecolor='None',edgecolor='black')
```

<matplotlib.axes.\_subplots.AxesSubplot at 0x7fc181fc7690>



▼ INPUT

▼ RESTAURANTES

Dados retirados da plataforma Open Street Maps utilizando a biblioteca OSMNSX

```
tag_restaurant = {'amenity': ['restaurant']}
df_restaurants = ox.geometries_from_place('Porto Alegre, Brasil', tag_restaurant)
df_restaurants.head()
```

element_type	osmid	addr:housenumber	addr:street	addr:suburb	amenity	cuisine	description	name	opening_hours	phone	website	...	l1
node	441020942	1578	Avenida Protásio Alves	Alto Petrópolis	restaurant	barbecue	A lista de clássicos no Barranco é tão extensa...	Churrascaria Barranco	Mo-Su 11:30-01:00	+55 3331-6172	http://www.churrascariabarranco.com.br/	...	
	448709999	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	Rede de pizzarias para a família com rodizio o...	Oca de Savoia	Mo-Su 11:30-15:00, 18:00-00:00	+55 3363-3232	NaN	...	
	529555700	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Marostika II	NaN	NaN	NaN	...	
	592566005	NaN	NaN	NaN	restaurant	regional	NaN	Grelhatus	NaN	NaN	NaN	...	
	593534911	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Trebiano	NaN	NaN	NaN	...	

5 rows x 81 columns

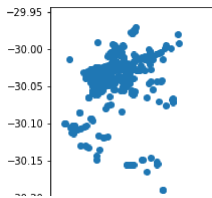


```
gdf_restaurants = gpd.GeoDataFrame(df_restaurants)
```

```
gdf_restaurants['centroid_column'] = gdf_restaurants.centroid
gdf_restaurants = gdf_restaurants.set_geometry('centroid_column')
gdf_restaurants.plot();
gdf_restaurants = gdf_restaurants[~gdf_restaurants.is_empty]
gdf_restaurants["x"] = gdf_restaurants.centroid.map(lambda p: p.x)
gdf_restaurants["y"] = gdf_restaurants.centroid.map(lambda p: p.y)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/ipykernel_launcher.py:1: UserWarning:
```

Geometry is in a geographic CRS. Results from 'centroid' are likely incorrect. Use 'GeoSeries.to\_crs()' to re-project geometries to a projected CRS before this operation.



## ▼ ESCOLAS

```
from geobr import read_schools
```

```
escolas = read_schools(year = 2020, verbose=True)
```

```
escolas_br = escolas[['name_muni', 'private_school_type', 'geometry', 'size', 'education_level_others', 'urban', 'government_level']]
escolas_br.head()
```

	name_muni	private_school_type	geometry	size	education_level_others	urban	government_level
0	Porto Velho	Não Informado	POINT (-63.85401 -8.75846)	Entre 51 e 200 matrículas de escolarização	Atendimento Educacional Especializado	Urbana	Estadual
1	Porto Velho	Não Informado	POINT (-63.88392 -8.79373)	Entre 201 e 500 matrículas de escolarização		Urbana	Municipal
2	Porto Velho	Particular	POINT (-63.90199 -8.76073)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
3	Porto Velho	Particular	POINT (-63.89618 -8.76520)	Entre 51 e 200 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
4	Porto Velho	Particular	POINT (-63.87547 -8.76863)	Entre 501 e 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada

```
escolas_poa = escolas_br.query('name_muni == "Porto Alegre"')
```

```
escolas_poa_1000 = escolas_poa.query('size == "Mais de 1000 matrículas de escolarização"')
```

```
escolas_poa_1000.head(5)
```

	name_muni	private_school_type	geometry	size	education_level_others	urban	government_level
199870	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.18704 -30.16047)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
199872	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.23133 -30.03075)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
200412	Porto Alegre	Particular	POINT EMPTY	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
202341	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.21843 -30.02787)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada
204712	Porto Alegre	Filantrópica	POINT EMPTY	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada

```
escolas_poa['centroid_column'] = escolas_poa.centroid
```

```
escolas_poa = escolas_poa.set_geometry('centroid_column')
escolas_poa.plot();
```

```
escolas_poa = escolas_poa[~escolas_poa.is_empty]
```

```
escolas_poa["x"] = escolas_poa.centroid.map(lambda p: p.x)
escolas_poa["y"] = escolas_poa.centroid.map(lambda p: p.y)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/ipykernel_launcher.py:1: UserWarning:
```

Geometry is in a geographic CRS. Results from 'centroid' are likely incorrect. Use 'GeoSeries.to\_crs()' to re-project geometries to a projected CRS before this operation.

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/geodataframe.py:1351: SettingWithCopyWarning:
```

A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.  
Try using `.loc[row_indexer,col_indexer] = value` instead

See the caveats in the documentation: [https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy](https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy).

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/geodataframe.py:1351: SettingWithCopyWarning:
```

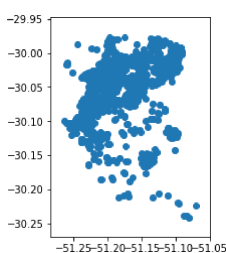
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.  
Try using `.loc[row_indexer,col_indexer] = value` instead

See the caveats in the documentation: [https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy](https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy).

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/geodataframe.py:1351: SettingWithCopyWarning:
```

A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.  
Try using `.loc[row_indexer,col_indexer] = value` instead

See the caveats in the documentation: [https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy](https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy).



```
df_escolas = gpd.GeoDataFrame(escolas_poa)
```

```

escolas_poa_1000['centroid_column'] = escolas_poa_1000.centroid

escolas_poa_1000 = escolas_poa_1000.set_geometry('centroid_column')
escolas_poa_1000.plot();

escolas_poa_1000 = escolas_poa_1000[~escolas_poa_1000.is_empty]

escolas_poa_1000["y"] = escolas_poa_1000.centroid.map(lambda p: p.y)
escolas_poa_1000["x"] = escolas_poa_1000.centroid.map(lambda p: p.x)

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/ipykernel_launcher.py:1: UserWarning:

Geometry is in a geographic CRS. Results from 'centroid' are likely incorrect. Use 'GeoSeries.to_crs()' to re-project geometries to a projected CRS before this operation.

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/geodataframe.py:1351: SettingWithCopyWarning:

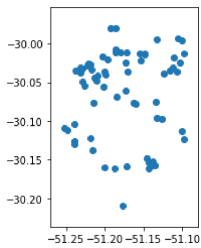
A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy.

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geopandas/geodataframe.py:1351: SettingWithCopyWarning:

A value is trying to be set on a copy of a slice from a DataFrame.
Try using .loc[row_indexer,col_indexer] = value instead

See the caveats in the documentation: https://pandas.pydata.org/pandas-docs/stable/user\_guide/indexing.html#returning-a-view-versus-a-copy.
    
```



```
df_escolas_1000 = gpd.GeoDataFrame(escolas_poa_1000)
```

▼ FEIRAS URBANAS

```
df_feiras = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/ORGANIZAR/MBA - Grupo de trabalho/M4/BANCO DE DADOS/BASE DE DADOS/Feiras_POA - Cópia de Página1 (2).csv')
df_feiras.head()
```

	Nome da Feira	Endereço	Latitude	Longitude	Unnamed: 4	horário de funcionamento	Unnamed: 6
0	AUXILIADORA	Passagem Lanceiros Negros \n( Mata Bacelar – C...	-30.02	-51.19	Terça - feira	7h às 12h	NaN
1	MENINO DEUS	Av. Getúlio Vargas \n(no pátio da Secretaria E...	-30.05	-51.22	Quarta - feira	13h às 19h	NaN
2	PETRÓPOLIS	Rua General Tibúrcio, \nparte lateral da praça...	-30.04	-51.19	Quarta - feira	13h às 18h	NaN
3	TRISTEZA	Av. Otto Niemeyer esquina com a Av. Wenceslau ...	-30.10	-51.50	Sábado	7h às 12:30h	NaN
4	RÔMULO TELLES	Praça André Foster \n(Av. Neusa Goulart Brizol...	-30.03	-51.19	Sábado	8h às 13h	NaN

```
df_feiras_float = df_feiras['Latitude'] = df_feiras['Latitude'].astype(float)
df_feiras_float = df_feiras['Longitude'] = df_feiras['Longitude'].astype(float)
```

```
gdf_feiras = gpd.GeoDataFrame(
    df_feiras, geometry=gpd.points_from_xy(df_feiras.Latitude,df_feiras.Longitude))
```

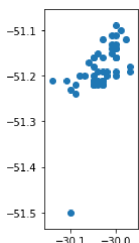
```
gdf_feiras.head()
```

	Nome da Feira	Endereço	Latitude	Longitude	Unnamed: 4	horário de funcionamento	Unnamed: 6	geometry
0	AUXILIADORA	Passagem Lanceiros Negros \n( Mata Bacelar – C...	-30.02	-51.19	Terça - feira	7h às 12h	NaN	POINT (-30.02000 -51.19000)
1	MENINO DEUS	Av. Getúlio Vargas \n(no pátio da Secretaria E...	-30.05	-51.22	Quarta - feira	13h às 19h	NaN	POINT (-30.05000 -51.22000)
2	PETRÓPOLIS	Rua General Tibúrcio, \nparte lateral da praça...	-30.04	-51.19	Quarta - feira	13h às 18h	NaN	POINT (-30.04000 -51.19000)
3	TRISTEZA	Av. Otto Niemeyer esquina com a Av. Wenceslau ...	-30.10	-51.50	Sábado	7h às 12:30h	NaN	POINT (-30.10000 -51.50000)
4	RÔMULO TELLES	Praça André Foster \n(Av. Neusa Goulart Brizol...	-30.03	-51.19	Sábado	8h às 13h	NaN	POINT (-30.03000 -51.19000)

```
gdf_feiras['centroid_column'] = gdf_feiras.centroid
```

```
gdf_feiras = gdf_feiras.set_geometry('centroid_column')
gdf_feiras.plot();
```

```
gdf_feiras["x"] = gdf_feiras.centroid.map(lambda p: p.y)
gdf_feiras["y"] = gdf_feiras.centroid.map(lambda p: p.x)
```



```
tag_restaurant = {'amenity': ['restaurant']}
df_restaurants = ox.geometries_from_place('Porto Alegre, Brasil', tag_restaurant)
df_restaurants.head()
```

element_type	osmid	addr:housenumber	addr:street	addr:suburb	amenity	cuisine	description	name	opening_hours	phone	website	...	Id
node	441020942	1578	Avenida Protásio Alves	Alto Petrópolis	restaurant	barbecue	A lista de clássicos no Barranco é tão extensa...	Churrascaria Barranco	Mo-Su 11:30-01:00	+55 51 3331-6172	http://www.churrascariabarranco.com.br/	...	
	448709999	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	Rede de pizzarias para a família com rodízio o...	Oca de Savoia	Mo-Su 11:30-15:00, 18:00-00:00	+55 51 3363-3232	NaN	...	
	529555700	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Marostika II	NaN	NaN	NaN	...	
	592566005	NaN	NaN	NaN	restaurant	regional	NaN	Grelhatus	NaN	NaN	NaN	...	
	593534911	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Trebiano	NaN	NaN	NaN	...	

5 rows x 81 columns



```
gdf_restaurants = gpd.GeoDataFrame(df_restaurants)

gdf_restaurants['centroid_column'] = gdf_restaurants.centroid

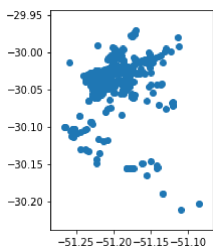
gdf_restaurants = gdf_restaurants.set_geometry('centroid_column')
gdf_restaurants.plot();

gdf_restaurants = gdf_restaurants[~gdf_restaurants.is_empty]

gdf_restaurants["x"] = gdf_restaurants.centroid.map(lambda p: p.x)
gdf_restaurants["y"] = gdf_restaurants.centroid.map(lambda p: p.y)
```

/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/ipykernel\_launcher.py:1: UserWarning:

Geometry is in a geographic CRS. Results from 'centroid' are likely incorrect. Use 'GeoSeries.to\_crs()' to re-project geometries to a projected CRS before this operation.



### ▼ FACILIDADES SAÚDE

```
from geobr import read_health_facilities

facilidades_saude = read_health_facilities()

facilidades_saude_poa = facilidades_saude.query("code_muni == 431490.0")
facilidades_saude_poa.head()
```

	code_cnes	code_muni	code_state	abbrev_state	date_update	year_update	data_source	geometry
2713	2264757.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.22866 -30.03004)
2714	2264765.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.16421 -30.04918)
2715	2264773.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.22866 -30.03004)
2716	2264781.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.15282 -30.05064)
2717	2264803.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.23000 -30.03300)

```
gdf_facilidades_saude_poa = gpd.GeoDataFrame(facilidades_saude_poa)
gdf_facilidades_saude_poa.head()
```

	code_cnes	code_muni	code_state	abbrev_state	date_update	year_update	data_source	geometry
2713	2264757.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.22866 -30.03004)
2714	2264765.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.16421 -30.04918)
2715	2264773.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.22866 -30.03004)
2716	2264781.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.15282 -30.05064)
2717	2264803.0	431490.0	43.0	RS	2015-05-27	2015.0	PMAQ	POINT (-51.23000 -30.03300)

```
gdf_facilidades_saude_poa['centroid_column'] = gdf_facilidades_saude_poa.centroid

gdf_facilidades_saude_poa = gdf_facilidades_saude_poa.set_geometry('centroid_column')

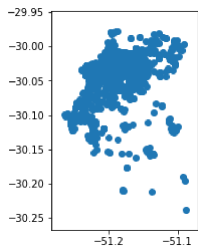
gdf_facilidades_saude_poa = gdf_facilidades_saude_poa[~gdf_facilidades_saude_poa.is_empty]

gdf_facilidades_saude_poa["x"] = gdf_facilidades_saude_poa.centroid.map(lambda p: p.x)
gdf_facilidades_saude_poa["y"] = gdf_facilidades_saude_poa.centroid.map(lambda p: p.y)
```

```
gdf_facilidades_saude_poa.plot();
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/ipykernel_launcher.py:1: UserWarning:
```

```
Geometry is in a geographic CRS. Results from 'centroid' are likely incorrect. Use 'GeoSeries.to_crs()' to re-project geometries to a projected CRS before this operation.
```



## ▼ NOVOS EMPREENDIMENTOS

```
novos_empreendimentos = pd.read_csv('/content/drive/MyDrive/ORGANIZAR/MBA - Grupo de trabalho/M4/BANCO DE DADOS/BASE DE DADOS/poa_new_developments.csv', encoding='cp1252')
```

```
novos_empreendimentos.head()
```

	platform_id	name	min_area	max_area	price_per_private_square_meter	st_astext
0	AUX328451	MW MAIOJAMA SELECT RESID	149.000000	149.000000	0.0	POINT(-51.2550894 -30.112806)
1	AUX347684	DON MATHEUS	66.000000	66.000000	0.0	POINT(-51.2222231 -30.122502099999999)
2	AUX339132	SIRENA	230.000000	233.000000	0.0	POINT(-51.2592858 -30.1069581)
3	ORL21425	Ilha Verde	115.500000	115.500000	1018.0	POINT(-51.197044372558594 -30.12934112548828)
4	ORL19738	Pateo Verde	146.490005	146.490005	1462.0	POINT(-51.21709442138672 -30.13919448852539)

```
from shapely import wkt
```

```
novos_empreendimentos['Coordinates'] = gpd.GeoSeries.from_wkt(novos_empreendimentos['st_astext'])
```

```
gdf_empreendimentos = gpd.GeoDataFrame(novos_empreendimentos, geometry = 'Coordinates')
```

```
gdf_empreendimentos.head()
```

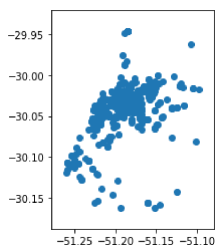
	platform_id	name	min_area	max_area	price_per_private_square_meter	st_astext	Coordinates
0	AUX328451	MW MAIOJAMA SELECT RESID	149.000000	149.000000	0.0	POINT(-51.2550894 -30.112806)	POINT (-51.25509 -30.11281)
1	AUX347684	DON MATHEUS	66.000000	66.000000	0.0	POINT(-51.2222231 -30.122502099999999)	POINT (-51.22222 -30.12250)
2	AUX339132	SIRENA	230.000000	233.000000	0.0	POINT(-51.2592858 -30.1069581)	POINT (-51.25929 -30.10696)
3	ORL21425	Ilha Verde	115.500000	115.500000	1018.0	POINT(-51.197044372558594 -30.12934112548828)	POINT (-51.19704 -30.12934)
4	ORL19738	Pateo Verde	146.490005	146.490005	1462.0	POINT(-51.21709442138672 -30.13919448852539)	POINT (-51.21709 -30.13919)

```
gdf_empreendimentos['centroid_column'] = gdf_empreendimentos.centroid
```

```
gdf_empreendimentos = gdf_empreendimentos.set_geometry('centroid_column')
gdf_empreendimentos.plot();
```

```
gdf_empreendimentos = gdf_empreendimentos[~gdf_empreendimentos.is_empty]
```

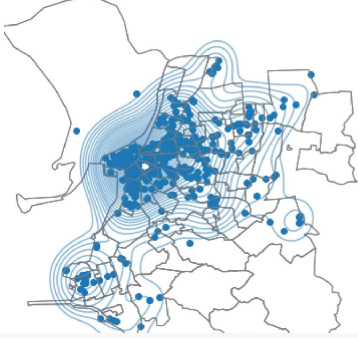
```
gdf_empreendimentos["x"] = gdf_empreendimentos.centroid.map(lambda p: p.x)
gdf_empreendimentos["y"] = gdf_empreendimentos.centroid.map(lambda p: p.y)
```



## ▼ ANÁLISE POA

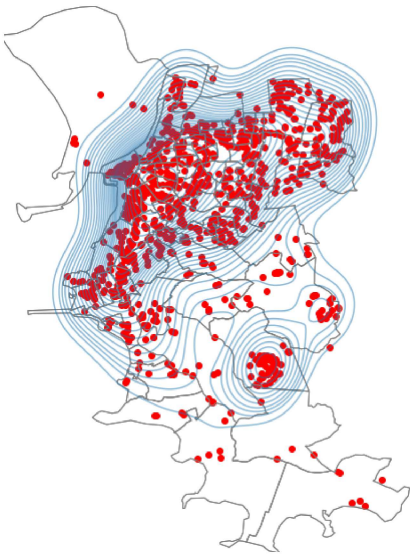
```
ax = gplt.polyplot(bairros, facecolor = "white", edgecolor = 'gray', figsize=(10,10))
ax = gdf_restaurants.plot(ax=ax)
ax = bairros.plot(ax=ax, figsize = (20,40), color = 'none', edgecolor = 'gray')
gplt.kdeplot(gdf_restaurants, ax = ax, shade = False, levels=30, alpha = .5, extent= poa.total_bounds)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geoplot/geoplot.py:885: ShapelyDeprecationWarning:
Iteration over multi-part geometries is deprecated and will be removed in Shapely 2.0. Use the `geoms` property to access the constituent parts of a multi-part geometry.
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc181b47b50>
```



```
ay = gplt.polyplot(bairros, facecolor = "white", edgecolor = 'gray', figsize=(10,10))
ay = escolas_poa.plot(ax=ay, color = 'red')
ay = bairros.plot(ax=ay, figsize = (20,40), color = 'none', edgecolor = 'gray')
gplt.kdeplot(escolas_poa, ax = ay,shade = False, levels=30, alpha = .5, extent= poa.total_bounds)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geoplot/geoplot.py:885: ShapelyDeprecationWarning:
Iteration over multi-part geometries is deprecated and will be removed in Shapely 2.0. Use the `geoms` property to access the constituent parts of a multi-part geometry.
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc181b47350>
```



```
gdf_restaurants.geometry
polys = gdf_restaurants
```

```
# copy GeoDataFrame
points_rest = polys.copy()
# change geometry
points_rest['centroid_column'] = points_rest['centroid_column'].centroid
points_rest.head()
```

element_type	osmid	addr:housenumber	addr:street	addr:suburb	amenity	cuisine	description	name	opening_hours	phone	website	...	st
node	441020942	1578	Avenida Protásio Alves	Alto Petrópolis	restaurant	barbecue	A lista de clássicos no Barranco é tão extensa...	Churrascaria Barranco	Mo-Su 11:30-01:00	+55 51 3331-6172	http://www.churrascariabarranco.com.br/	...	
	448709999	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	Rede de pizzarias para a família com rodizio o...	Oca de Savoia	Mo-Su 11:30-15:00, 18:00-00:00	+55 51 3363-3232	NaN	...	
	529555700	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Marostika II	NaN	NaN	NaN	...	
	592566005	NaN	NaN	NaN	restaurant	regional	NaN	Grelhatus	NaN	NaN	NaN	...	
	593534911	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	NaN	Trebiano	NaN	NaN	NaN	...	

5 rows x 84 columns



▼ PROPOSTA

▼ SETORES CENSITÁRIOS

```
setores_censitarios = read_census_tract(code_tract=4314902)
```

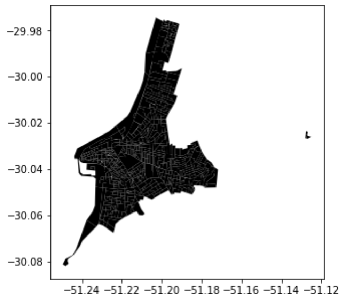
```
setores_censitarios.head()
```

	code_tract	zone	code_muni	name_muni	name_neighborhood	code_neighborhood	code_subdistrict	name_subdistrict	code_district	name_district	code_state	
12228	431490205000133	URBANO	4314902.0	Porto Alegre	Cidade Baixa	4.314902e+11	4.314902e+10	None	431490205.0	Porto Alegre	43.0	MULTI (( -;
12229	431490205000134	URBANO	4314902.0	Porto Alegre	Cidade Baixa	4.314902e+11	4.314902e+10	None	431490205.0	Porto Alegre	43.0	MULTI (( -;
12230	431490205000135	URBANO	4314902.0	Porto Alegre	Cidade Baixa	4.314902e+11	4.314902e+10	None	431490205.0	Porto Alegre	43.0	MULTI (( -;
12231	431490205000136	URBANO	4314902.0	Porto Alegre	Cidade Baixa	4.314902e+11	4.314902e+10	None	431490205.0	Porto Alegre	43.0	MULTI (( -;
12232	431490205000137	URBANO	4314902.0	Porto Alegre	Cidade Baixa	4.314902e+11	4.314902e+10	None	431490205.0	Porto Alegre	43.0	MULTI (( -;



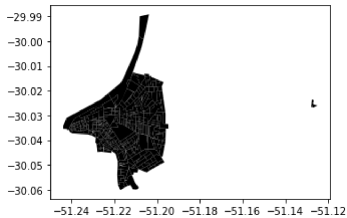
```
poa_setores_censit_interesse = setores_censitarios.query('name_neighborhood == ["Cidade Baixa", "Bonfim", "Santana", "Centro Histórico", "Centro", "Farroupilha", "Menino-Deus", "Floresta"]')
poa_setores_censit_interesse.plot(figsize= (5,5), color = 'black')
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc181920c90>
```



```
poa_setores_censitarios_trabalho = setores_censitarios.query('name_neighborhood == ["Santana", "Centro", "Bonfim", "Moinhos De Vento", "Cidade Baixa", "Centro Histórico", "Farroupilha"]')
poa_setores_censitarios_trabalho.plot(figsize= (5,5), color = 'black')
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc1819f9d10>
```



## ▼ RECORTE

Dados retirados do IPEA utilizando a biblioteca GEOBR

```
recorte_interesse = bairros.query('name_neighborhood == ["Cidade Baixa", "Bonfim", "Santana", "Centro Histórico", "Centro", "Farroupilha", "Menino-Deus", "Floresta", "Independência", "Moinhos de Vento"]')
recorte_interesse.plot(figsize= (19,20), color = 'black')
```

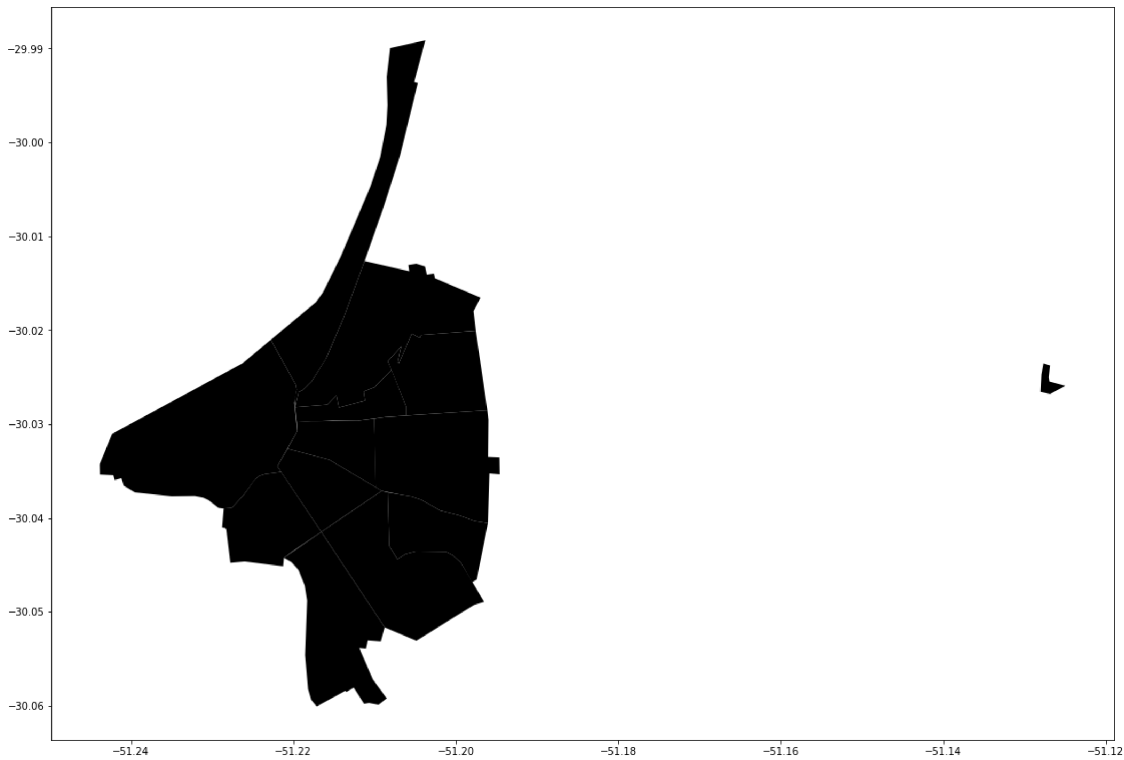


```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc18187b810>
```



```
recorte_trabalho = bairros.query('name_neighborhood == ["Santana","Centro", "Bonfim", "Moinhos De Vento", "Cidade Baixa", "Centro Histórico", "Farroupilha", "Independência"]')
recorte_trabalho.plot(figsize=(19,20), color = 'black')
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc1817d7350>
```



```
recorte_poa_union = recorte_trabalho.geometry.unary_union
```

## ▼ ANÁLISE AREA DE TRABALHO

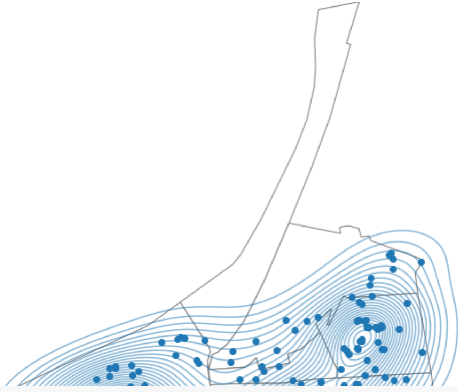
```
within_recorte_restaurants_points = points_rest[points_rest.geometry.within(recorte_poa_union)]
outside_recorte_restaurants_points = points_rest[~points_rest.geometry.within(recorte_poa_union)]
```

```
ax = gplt.polyplot(recorte_trabalho, facecolor = "white", edgecolor = 'gray', figsize=(20,20))
ax = within_recorte_restaurants_points.plot(ax=ax)
gplt.kdeplot(within_recorte_restaurants_points, ax = ax,shade = False, alpha = .5, levels=30, extent= recorte_trabalho.total_bounds)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geoplot/geoplot.py:885: ShapelyDeprecationWarning:
```

```
Iteration over multi-part geometries is deprecated and will be removed in Shapely 2.0. Use the `geoms` property to access the constituent parts of a multi-part geometry.
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc18166890>
```



```
df_escolas.geometry
polys = df_escolas
```

```
points_escolas = polys.copy()
```

```
points_escolas['centroid_column'] = points_escolas['centroid_column'].centroid
points_escolas.head()
```

	name_muni	private_school_type	geometry	size	education_level_others	urban	government_level	centroid_column	x	y
199870	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.18704 -30.16047)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada	POINT (-51.18704 -30.16047)	-51.18704	-30.16047
199872	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.23133 -30.03075)	Mais de 1000 matrículas de escolarização		Urbana	Privada	POINT (-51.23133 -30.03075)	-51.23133	-30.03075
199873	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.22237 -30.02812)	Até 50 matrículas de escolarização		Urbana	Privada	POINT (-51.22237 -30.02812)	-51.22237	-30.02812
199874	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.22703 -30.03069)	Entre 51 e 200 matrículas de escolarização		Urbana	Privada	POINT (-51.22703 -30.03069)	-51.22703	-30.03069
199876	Porto Alegre	Particular	POINT (-51.22271 -30.02523)	Entre 201 e 500 matrículas de escolarização		Urbana	Privada	POINT (-51.22271 -30.02523)	-51.22271	-30.02523



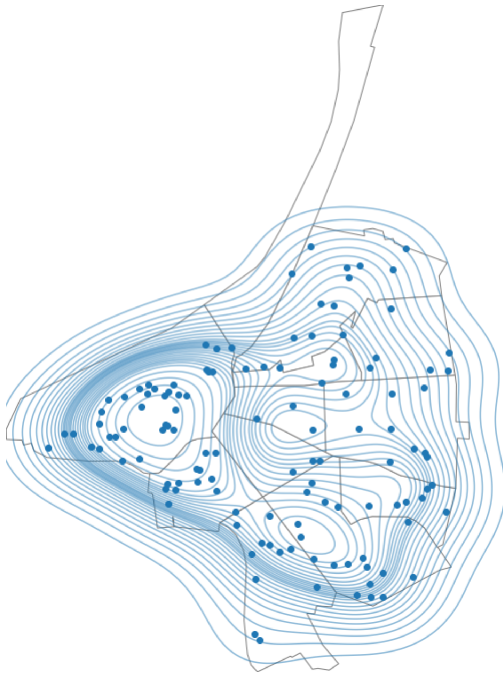
```
within_recorte_escolas_points = points_escolas[points_escolas.geometry.within(recorte_poa_union)]
```

```
ax = gplt.polyplot(recorte_trabalho, facecolor = "white", edgecolor = 'gray', figsize=(20,20))
ax = within_recorte_escolas_points.plot(ax=ax)
gplt.kdeplot(within_recorte_escolas_points, ax = ax, shade = False, alpha = .5, levels=30, extent= recorte_trabalho.total_bounds)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geoplot/geoplot.py:885: ShapelyDeprecationWarning:
```

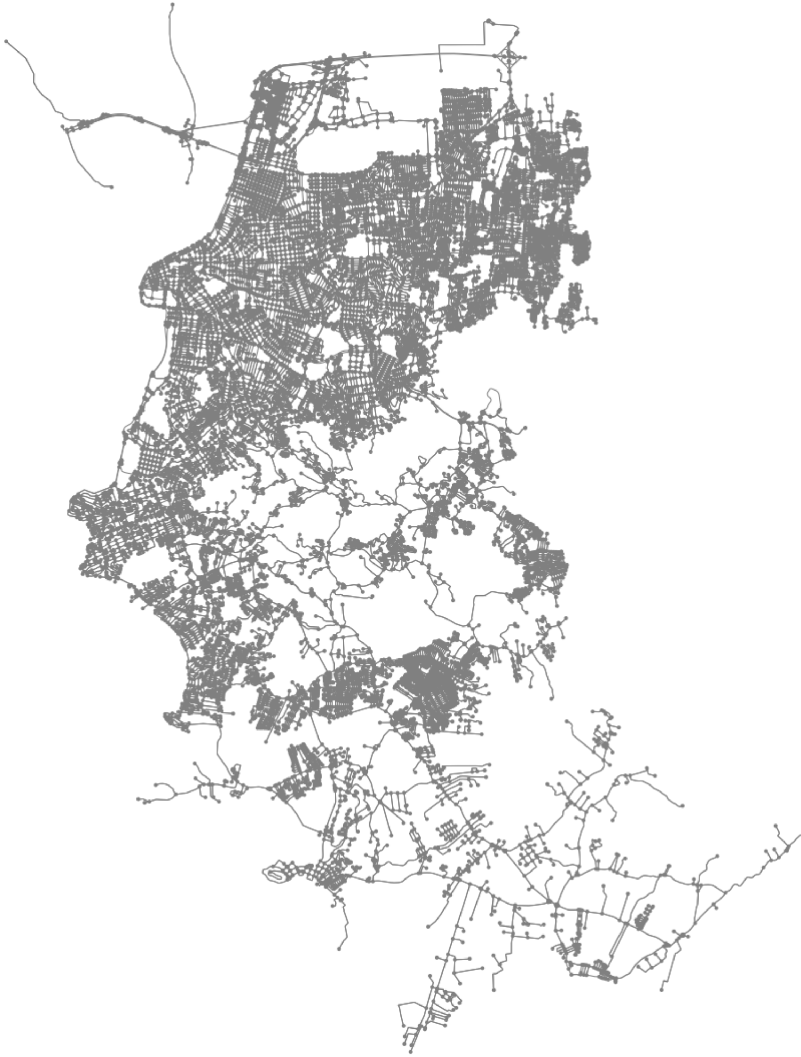
```
Iteration over multi-part geometries is deprecated and will be removed in Shapely 2.0. Use the `geoms` property to access the constituent parts of a multi-part geometry.
```

```
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc18123ac50>
```



## ▼ GRAPHOS

```
poa_dissolve = poa.dissolve()
grapho_poa = ox.graph_from_polygon(poa_dissolve.geometry.all(), network_type='drive')
ox.plot_graph(grapho_poa, bgcolor= '#FFFFFF', node_color= 'gray', edge_color= 'gray', figsize= (20,20))
```



(Figure size 1440x1440 with 1 Axes,  
<matplotlib.axes.\_subplots.AxesSubplot at 0x7fc174dcb750>)

```
recorte_dissolve = recorte_trabalho.dissolve()
```

```
recorte_interesse_dissolve = poa_setores_censit_interesse.dissolve()  
recorte_trabalho_dissolve = recorte_trabalho.dissolve()
```

```
graph_interesse = ox.graph_from_polygon(recorte_interesse_dissolve.geometry.all(), network_type='drive')  
graph_recorte = ox.graph_from_polygon(recorte_trabalho_dissolve.geometry.all(), network_type='drive')
```

```
print('Recorte de Interesse')  
ox.plot_graph(graph_interesse, bgcolor= '#FFFFFF', node_color= 'gray', edge_color= 'gray', figsize= (10,10))  
print('_____')  
print('Recorte de Trabalho')  
ox.plot_graph(graph_recorte, bgcolor= '#FFFFFF', node_color= 'gray', edge_color= 'gray', figsize= (10,10))
```

Recorte de Interesse



```
def traçar_rota(graph, lat_orig, lon_orig, lat_dest, lon_dest):
    orig = ox.get_nearest_node(graph, (lat_orig, lon_orig))
    dest = ox.get_nearest_node(graph, (lat_dest, lon_dest))
    route = nx.shortest_path(graph, orig, dest, weight='length')
    return route
```

```
rota = traçar_rota(graph_recorte, -30.023529, -51.202865, -30.025701, -51.204254)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/osmnx/distance.py:356: UserWarning:
```

```
The `get_nearest_node` function has been deprecated and will be removed in a future release. Use the more efficient `distance.nearest_nodes` instead.
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/osmnx/distance.py:356: UserWarning:
```

```
The `get_nearest_node` function has been deprecated and will be removed in a future release. Use the more efficient `distance.nearest_nodes` instead.
```

```
ox.plot_graph(graph_recorte, bgcolor=' #FFFFFF', node_color='gray', edge_color='gray', figsize=(10,10))
```



```
(<Figure size 720x720 with 1 Axes>,
<matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x7fc17a10a210>)
```

```
ax = plt.polyplot(recorte_trabalho, facecolor = "white", edgecolor = 'gray', figsize=(20,20))
ax = within_recorte_restaurants_points.plot(ax=ax)
ax = within_recorte_escolas_points.plot(ax=ax, color='red')
gplt.kdeplot(within_recorte_restaurants_points, ax = ax, shade = False, alpha = .5, levels=30, extent= recorte_trabalho.total_bounds)
ox.plot_graph(graph_recorte, bgcolor='gray', node_color='gray', edge_color='gray', figsize=(10,10),ax=ax)
```

```
/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/geoplot/geoplot.py:885: ShapelyDeprecationWarning:
```

```
Iteration over multi-part geometries is deprecated and will be removed in Shapely 2.0. Use the `geoms` property to access the constituent parts of a multi-part geometry.
```



#### ▼ SUBESTAÇÕES/PONTOS DE INTERESSE - LIXO ORGÂNICO

```
subestacoes = ['A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F', 'G', 'H', 'I', 'J', 'K', 'L', 'M', 'N', 'O']
subestacoes_lat = [-30.02352917308399, -30.02570068771592, -30.030604815268706, -30.0333331440954, -30.03752314805962, -30.040400755404363, -30.038249415730682, -30.03708039208109, -3
subestacoes_lon = [-51.20286454602245, -51.20425390933506, -51.205801449048586, -51.21265684954643, -51.21109097146597, -51.20961375598394, -51.221563372942576, -51.22308824591203, -5
```

```
dict = {'name': subestacoes, 'lat': subestacoes_lat, 'lon': subestacoes_lon}
df_subestações = pd.DataFrame(dict)
```

```
df_subestações.head()
```

	name	lat	lon
0	A	-30.023529	-51.202865
1	B	-30.025701	-51.204254
2	C	-30.030605	-51.205801
3	D	-30.033333	-51.212657
4	E	-30.037523	-51.211091

```
gdf_subestacoes = gpd.GeoDataFrame(
    df_subestações, geometry=gpd.points_from_xy(df_subestações.lat, df_subestações.lon))
```

```
gdf_subestacoes.head()
```

	name	lat	lon	geometry
0	A	-30.023529	-51.202865	POINT (-30.02353 -51.20286)
1	B	-30.025701	-51.204254	POINT (-30.02570 -51.20425)
2	C	-30.030605	-51.205801	POINT (-30.03060 -51.20580)
3	D	-30.033333	-51.212657	POINT (-30.03333 -51.21266)
4	E	-30.037523	-51.211091	POINT (-30.03752 -51.21109)

```
gdf_subestacoes['centroid_column'] = gdf_subestacoes.centroid
```

```
gdf_subestacoes = gdf_subestacoes.set_geometry('centroid_column')
gdf_subestacoes.plot();
```

```
gdf_subestacoes = gdf_subestacoes[~gdf_subestacoes.is_empty]
```

```
gdf_subestacoes["x"] = gdf_subestacoes.centroid.map(lambda p: p.x)
gdf_subestacoes["y"] = gdf_subestacoes.centroid.map(lambda p: p.y)
```



▼ ROTAS

```
import warnings
warnings.filterwarnings('ignore')

print('Amostra do DataFrame de Sub Estações.')
display(df_subestações.sample(5))

dados = []

for i in range(len(df_subestações) - 1):
    orig = df_subestações.iloc[i]
    dest = df_subestações.iloc[i + 1]

    lat_orig = orig['lat']
    lon_orig = orig['lon']
    lat_dest = dest['lat']
    lon_dest = dest['lon']
    nome = orig['name'] + dest['name']

    rota_orig = ox.get_nearest_node(graph_interesse, (lat_orig, lon_orig))
    rota_dest = ox.get_nearest_node(graph_interesse, (lat_dest, lon_dest))

    rota = nx.shortest_path(graph_interesse, rota_orig, rota_dest, weight='length')

    dict_ = {'Nome': nome, 'Origem': rota_orig, 'Destino': rota_dest, 'Rotas': rota}
    dados.append(dict_)

print()
print('DF Rotas')
df_rotas = pd.DataFrame(dados)
df_rotas
```

Amostra do DataFrame de Sub Estações.

	name	lat	lon	geometry	centroid_column
2	C	-30.030605	-51.205801	POINT (-30.03060 -51.20580)	POINT (-30.03060 -51.20580)
10	K	-30.027839	-51.228372	POINT (-30.02784 -51.22837)	POINT (-30.02784 -51.22837)
6	G	-30.038249	-51.221563	POINT (-30.03825 -51.22156)	POINT (-30.03825 -51.22156)
0	A	-30.023529	-51.202865	POINT (-30.02353 -51.20286)	POINT (-30.02353 -51.20286)
7	H	-30.037080	-51.223088	POINT (-30.03708 -51.22309)	POINT (-30.03708 -51.22309)

DF Rotas

	Nome	Origem	Destino	Rotas
0	AB	836535564	443399494	[836535564, 443399495, 479068240, 479067925, 4...
1	BC	443399494	330047890	[443399494, 479067925, 479066847, 8622480884, ...
2	CD	330047890	314674241	[330047890, 660829804, 330047976, 1997264020, ...
3	DE	314674241	836567988	[314674241, 314674182, 686599375, 412540086, 4...
4	EF	836567988	321232149	[836567988, 2375694251, 330048305, 457564785, ...
5	FG	321232149	321231519	[321232149, 2375694260, 2375694259, 321232208...
6	GH	321231519	330947402	[321231519, 330947059, 330947402]
7	HI	330947402	2186550005	[330947402, 1246428058, 1246428079, 8607610520...
8	IJ	2186550005	477240518	[2186550005, 3282054623, 2189310273, 218931027...
9	JK	477240518	2912095255	[477240518, 477240520, 477240504, 477240503, 6...
10	KL	2912095255	443403724	[2912095255, 8608059439, 834378689, 1403286725...
11	LM	443403724	477240546	[443403724, 443403694, 443403777, 445804199, 6...
12	MN	477240546	295792358	[477240546, 1449775822, 297621860, 477240542, ...
13	NO	295792358	4181139551	[295792358, 871727784, 295792373, 299848845, 4...

```
distancia_rotas = []
```

```
for i in range(len(df_rotas)):
    route_length = int(sum(ox.utils_graph.get_route_edge_attributes(graph_recorte, df_rotas['Rotas'][i], "length")))
    distancia_rotas.append(route_length)
```

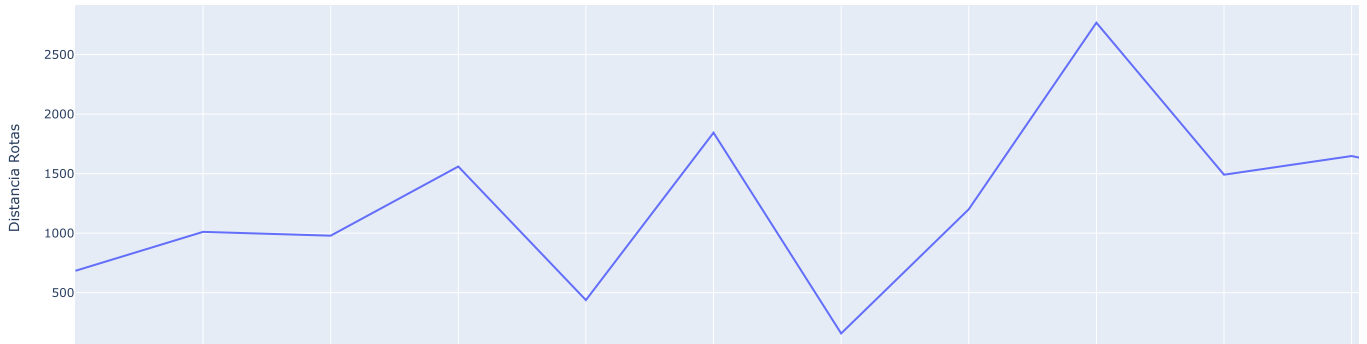
```
df_rotas['Distancia Rotas'] = distancia_rotas
```

```
df_rotas.head()
```

	Nome	Origem	Destino	Rotas	Distancia Rotas
0	AB	836535564	443399494	[836535564, 443399495, 479068240, 479067925, 4...	684
1	BC	443399494	330047890	[443399494, 479067925, 479066847, 8622480884, ...	1011
2	CD	330047890	314674241	[330047890, 660829804, 330047976, 1997264020, ...	979
3	DE	314674241	836567988	[314674241, 314674182, 686599375, 412540086, 4...	1560
4	EF	836567988	321232149	[836567988, 2375694251, 330048305, 457564785, ...	438

```
fig = px.line(df_rotas, x="Nome", y="Distancia Rotas", title='Distância entre subestações')
fig.show()
```

Distância entre subestações



```
def tracar_rotas(graph, orig, dest):
    route = nx.shortest_path(graph, orig, dest, weight='length')
    return route

print(route)
```

```
route_list = []
```

```
for elemento in range(len(df_rotas)):
    orig = df_rotas["Origem"][elemento]
    dest = df_rotas["Destino"][elemento]
    rotas = tracar_rotas(graph_interesse, orig, dest)
    route_list.append(rotas)
```

```
fig, ax = ox.plot_graph_routes(graph_interesse, route_list, figsize = (20,20), bgcolor= '#FFFFFF', node_color= 'gray', route_color = 'red')
```



```
route_list = []
```

```
for elemento in range(len(df_rotas)):
    orig = df_rotas["Origem"][elemento]
    dest = df_rotas["Destino"][elemento]
    rotas = tracar_rotas(graph_interesse, orig, dest)
    print('_____')
```

```
print(df_rotas['Nome'][elemento])  
fig, ax = ox.plot.plot_graph_route(graph_interesse, rotas, figsize = (10,10),bgcolor= '#FFFFFF', node_color= 'gray', route_color = 'red')
```



AB



BC



CD



DE





EF



FG



GH



HT



IJ



JK



KL



TESTE

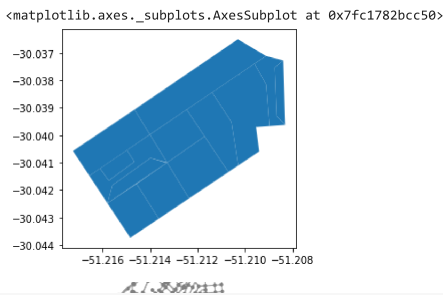
```

poa_setores_censit_farrroup_teste = setores_censitarios.query('code_tract == ["431490205000140", "431490205000139"]')
poa_setores_censit_santana_teste = setores_censitarios.query('code_tract == ["431490205000141", "431490205000142", "431490205000143", "431490205000144", "431490205000145", "431490205000146"]')

poa_setores_censit_santana_teste = setores_censitarios.query('code_tract == ["431490205000141", "431490205000142", "431490205000143", "431490205000144", "431490205000145", "431490205000146"]')

teste = poa_setores_censit_farrroup_teste.append(poa_setores_censit_santana_teste)

teste.plot()
    
```



```

recorte_teste_dissolve = teste.dissolve()

graph_teste = ox.graph_from_polygon(recorte_teste_dissolve.geometry.all(), network_type='drive')

gdf_subestacoes.geometry
polys_subestacoes = gdf_subestacoes

points_subestacoes = polys_subestacoes.copy()

points_subestacoes['centroid_column'] = points_subestacoes['centroid_column'].centroid
points_subestacoes.head()
    
```

	name	lat	lon	geometry	centroid_column	x	y
0	A	-30.023529	-51.202865	POINT (-30.02353 -51.20286)	POINT (-30.02353 -51.20286)	-30.023529	-51.202865
1	B	-30.025701	-51.204254	POINT (-30.02570 -51.20425)	POINT (-30.02570 -51.20425)	-30.025701	-51.204254
2	C	-30.030605	-51.205801	POINT (-30.03060 -51.20580)	POINT (-30.03060 -51.20580)	-30.030605	-51.205801
3	D	-30.033333	-51.212657	POINT (-30.03333 -51.21266)	POINT (-30.03333 -51.21266)	-30.033333	-51.212657
4	E	-30.037523	-51.211091	POINT (-30.03752 -51.21109)	POINT (-30.03752 -51.21109)	-30.037523	-51.211091

```
within_recorte_teste_restaurantes_points.head()
```

element_type	osmid	addr:housenumber	addr:street	addr:suburb	amenity	cuisine	description	name	opening_hours	phone	website	...	source
node	2378517114	42	Rua Santa Terezinha	Farrroupilha	restaurant	regional	NaN	Prato Verde	NaN	NaN	http://www.pratoverde.com.br/	...	OpenStreetMap
node	2380759413	605	Avenida José Bonifácio	Farrroupilha	restaurant	pizza	NaN	Govinda	Tu-Fr 11:00-14:30; Sa-Su 11:00-15:00; Th-Sa 19:00-21:00	+55 3332-1704	NaN	...	OpenStreetMap
node	2423031316	37	Rua Santa Terezinha	Farrroupilha	restaurant	regional	NaN	Jacarandá	Mo-Fr 11:30-14:30; Sa 12:00-15:00	+55 3029-9286	http://www.restaurantejacaranda.com.br/	...	OpenStreetMap
node	3734997125	675	Avenida José Bonifácio	Farrroupilha	restaurant	local	NaN	Sabor do Brick	Mo-Su 11:00-15:00	+55 3013-5252	http://www.sabordobrick.com.br	...	OpenStreetMap
node	3735476516	NaN	NaN	NaN	restaurant	NaN	Gastronomia brasileira do cotidiano servida em...	Fontana	Mo-Su 11:00-15:30; 17:30-01:30	+55 3335-1309	https://www.ristorantefontana.com.br	...	OpenStreetMap

5 rows x 84 columns

INFO VIZ

VISUALIZAÇÕES

```

recorte_filtro_trabalho = recorte_trabalho[['name_neighborhood', 'geometry']]
recorte_filtro_interesse = recorte_interesse[['name_neighborhood', 'geometry']]
    
```

RESTAURANTES

```

contagem_restaurantes_trabalho = recorte_filtro_trabalho.sjoin(gdf_restaurantes).groupby('name_neighborhood').count()
contagem_restaurantes_interesse = recorte_filtro_interesse.sjoin(gdf_restaurantes).groupby('name_neighborhood').count()
    
```

ESCOLAS

```

contagem_escolas_interesse = recorte_filtro_interesse.sjoin(df_escolas).groupby('name_neighborhood').count()
    
```

```
contagem_escolas_trabalho = recorte_trabalho.sjoin(df_escolas).groupby('name_neighborhood').count()

contagem_tipo_escolas_interesse = recorte_filtro_interesse.sjoin(df_escolas).groupby('government_level').count()
contagem_tipo_escolas_trabalho = recorte_trabalho.sjoin(df_escolas).groupby('government_level').count()
```

## ▼ VIZ

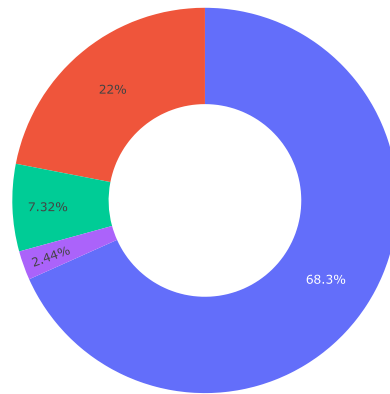
```
tipo_escolas_trabalho= contagem_tipo_escolas_trabalho [['name_neighborhood']]
```

```
# Area de trabalho // atualização manual
quantidade_de_escolas = [27, 3, 9, 84]
categorias_de_escolas = ['Estadual', 'Federal', 'Municipal', 'Privada']

fig_tipo_escolas_trabalho = px.pie(values=quantidade_de_escolas, names=categorias_de_escolas, hole=.5)

print(tipo_escolas_trabalho)
fig_tipo_escolas_trabalho.show()
```

government_level	name_neighborhood
Estadual	27
Federal	3
Municipal	9
Privada	84



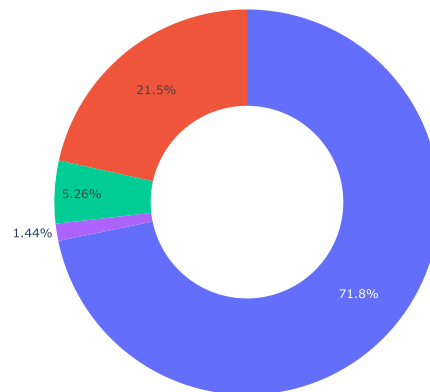
```
tipo_escolas_interesse = contagem_tipo_escolas_interesse [['name_neighborhood']]
```

```
# Area de interesse // atualização manual
quantidade_de_escolas = [45, 3, 11, 150]
categorias_de_escolas = ['Estadual', 'Federal', 'Municipal', 'Privada']

fig_tipo_escolas_interesse = px.pie(values=quantidade_de_escolas, names=categorias_de_escolas, hole=.5)

print(tipo_escolas_interesse)
fig_tipo_escolas_interesse.show()
```

government_level	name_neighborhood
Estadual	45
Federal	3
Municipal	11
Privada	150



## ▼ VIZ

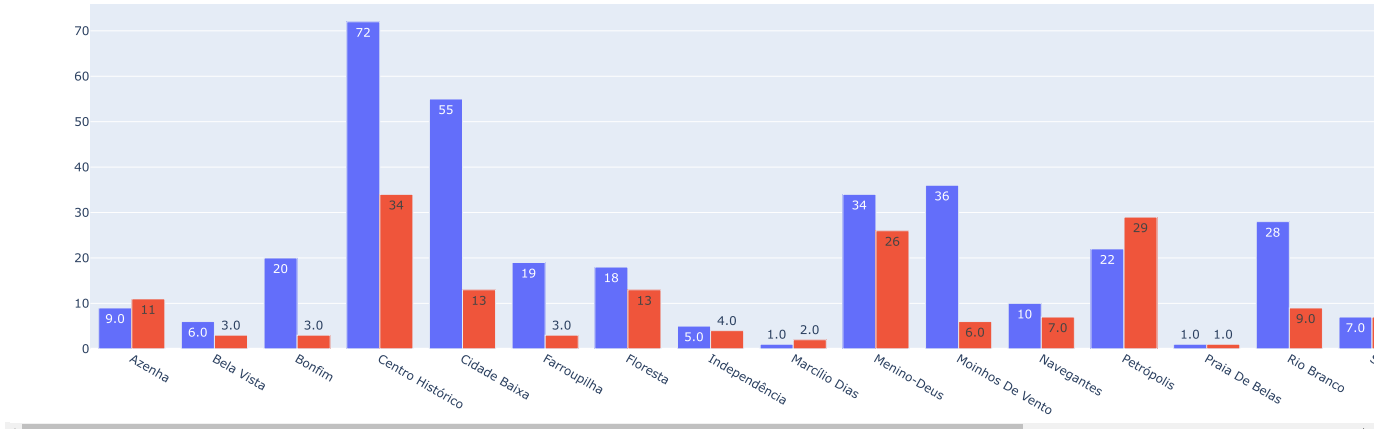
```
color_discrete_map = {'German Shephard': 'rgb(255,0,0)'}

df = contagem_restaurantes_interesse.rename(columns={'index_right0': 'Restaurantes'}, inplace=True)
```

```
fig_restaurantes_interesse = px.bar(contagem_restaurantes_interesse['Restaurantes'], text_auto='.2s')

df = contagem_escolas_interesse.rename(columns={'index_right': 'Escolas'}, inplace=True)
fig_escolas_interesse = px.bar(contagem_escolas_interesse['Escolas'], text_auto='.2s', color_discrete_map=color_discrete_map)

fig_escolas_restaurantes_interesse = go.Figure(data = fig_restaurantes_interesse.data + fig_escolas_interesse.data)
fig_escolas_restaurantes_interesse.show()
```



contagem\_escolas\_trabalho

name_neighborhood	code_muni	name_muni_left	code_neighborhood	code_subdistrict	name_subdistrict	code_district	name_district	code_state	abbrev_state	reference_geom	...
Azenha	11	11	11	11	0	11	11	11	11	11	...
Bonfim	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	...
Centro Histórico	34	34	34	34	0	34	34	34	34	34	...
Cidade Baixa	13	13	13	13	0	13	13	13	13	13	...
Farroupilha	3	3	3	3	0	3	3	3	3	3	...
Floresta	13	13	13	13	0	13	13	13	13	13	...
Independência	4	4	4	4	0	4	4	4	4	4	...
Marcílio Dias	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	...
Moinhos De Vento	6	6	6	6	0	6	6	6	6	6	...
Rio Branco	9	9	9	9	0	9	9	9	9	9	...
Santa Cecília	7	7	7	7	0	7	7	7	7	7	...
Santana	18	18	18	18	0	18	18	18	18	18	...

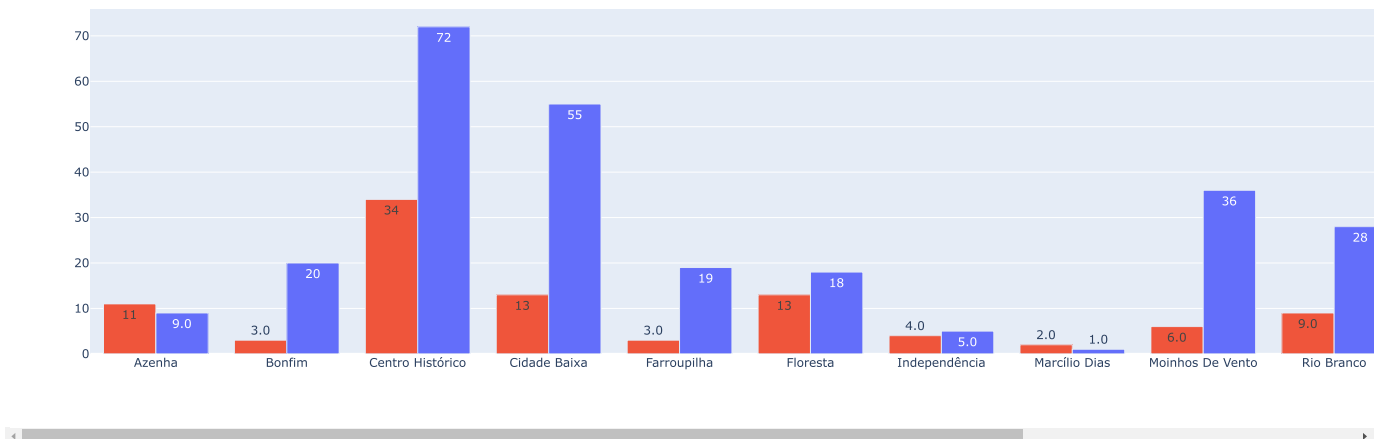
12 rows x 21 columns



```
contagem_escolas_trabalho = contagem_escolas_trabalho.rename({'code_muni': 'Escolas'}, axis='columns')
contagem_restaurantes_trabalho = contagem_restaurantes_trabalho.rename({'index_right0': 'Restaurantes'}, axis='columns')

fig1 = px.bar(contagem_escolas_trabalho['Escolas'], text_auto='.2s', color_discrete_map=color_discrete_map)
fig2 = px.bar(contagem_restaurantes_trabalho['Restaurantes'], text_auto='.2s', color_continuous_scale='red', range_color='red', color_continuous_midpoint='red')

fig_escolas_restaurantes = go.Figure(data = fig1.data + fig2.data)
fig_escolas_restaurantes.show()
```



## ▼ VISUALIZAÇÃO E INTERATIVIDADE

### ▼ FOLIUM

#### ▼ PONTOS DE INTERESSE

```

from folium.plugins import HeatMap
lat = escolas_poa.y.tolist()
lng = escolas_poa.x.tolist()

lat2 = gdf_facilidades_saude_poa.y.tolist()
lng2 = gdf_facilidades_saude_poa.x.tolist()

lat3 = gdf_restaurants.y.tolist()
lng3 = gdf_restaurants.x.tolist()

lat4 = gdf_empresendimentos.y.tolist()
lng4 = gdf_empresendimentos.x.tolist()

lat5 = gdf_feiras.y.tolist()
lng5 = gdf_feiras.x.tolist()

lat6 = gdf_subestacoes.x.tolist()
lng6 = gdf_subestacoes.y.tolist()

lat7 = escolas_poa_1000.x.tolist()
lng7 = escolas_poa_1000.y.tolist()

m = folium.Map(
    location=[-30.035136788871945, -51.21284554164912],
    tiles='cartodbdark_matter',
    zoom_start=11
)

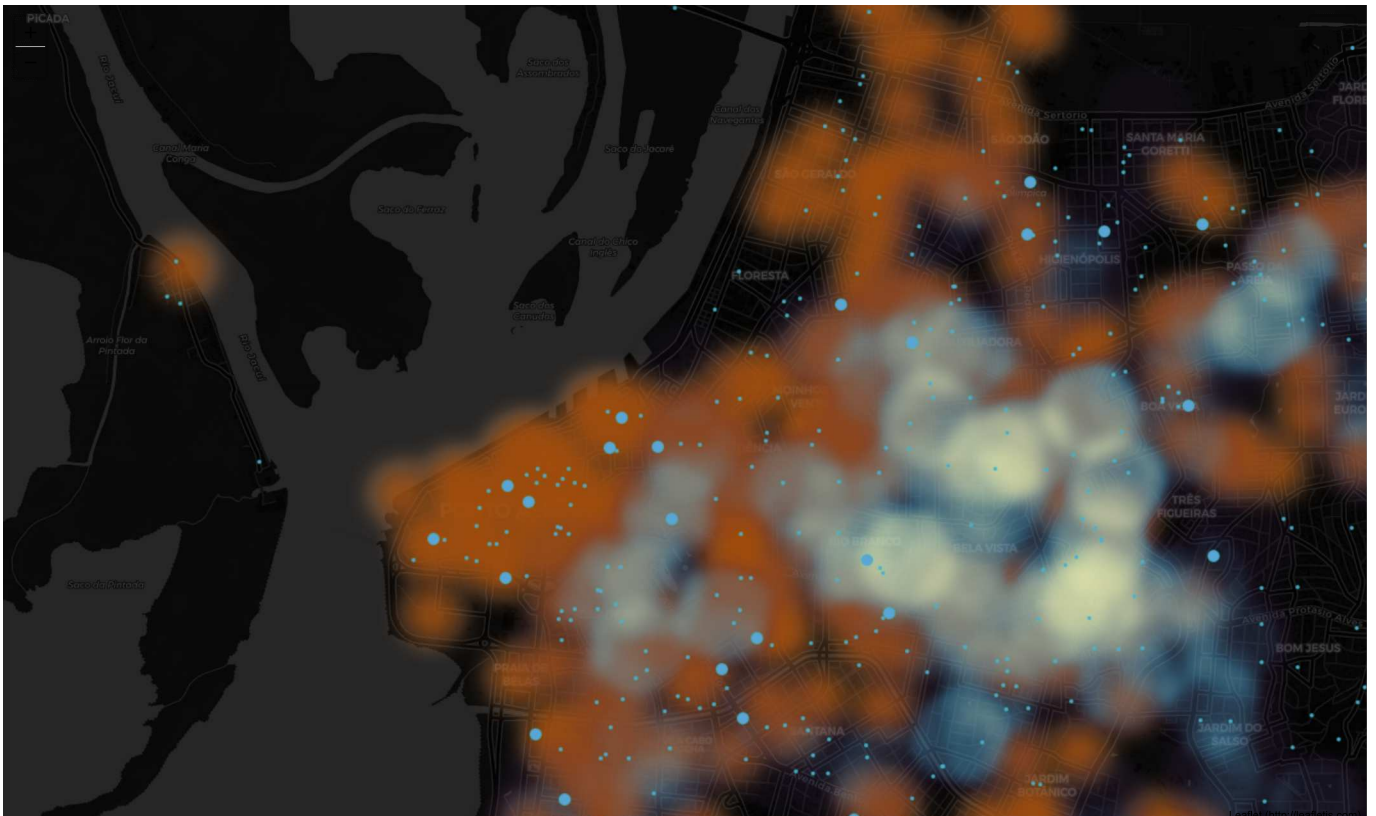
heatmap= HeatMap(list(zip(lat, lng)), min_opacity=9, blur = 1, radius = '2', gradient={.2: '#00ffa2', .5:'#5aa7d6', 1: '#5aa7d6'}, name='Escolas').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat5, lng5)), min_opacity=9, blur = 1, radius = '5', gradient={.2: '#00ffa2', .5:'#5aa7d6', 1: '#5aa7d6'}, name='Feiras').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat2, lng2)), min_opacity=3, blur = 30, gradient={.2: '#482d61', .5:'#5aa7d6', 1: '#ffffa0'}, name='Facilidades de Saúde').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat3, lng3)), min_opacity=3, blur = 30, gradient={.2: '#f7a260', .5:'#c76d28', 1: '#a14d0d'}, name='Restaurantes').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat4, lng4)), min_opacity=0.1, blur = 0, radius = '50', gradient={.2: '#482d61', .5:'#5aa7d6', 1: '#ffffa0'}, name='Novos Empresendimentos').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat6, lng6)), min_opacity=5, blur = 3, radius = '5', gradient={.2: '#f7a260', .5:'#c76d28', 1: '#a14d0d'}, name='Subestações').add_to(m)
heatmap= HeatMap(list(zip(lat7, lng7)), min_opacity=9, blur = 1, radius = '6', gradient={.2: '#00ffa2', .5:'#5aa7d6', 1: '#5aa7d6'}, name='Escolas + de 1000 alunos').add_to(m)

```

```
folium.LayerControl().add_to(m)
```

```
<folium.map.LayerControl at 0x7fc178570950>
```

```
m
```



## ▼ REDE

```

!pip install dimcli plotly networkx pyvis jsonpickle -U --quiet

import dimcli
from dimcli.utils import *
from dimcli.utils.networkviz import NetworkViz # custom version of pyvis - colab-compatible

```

```

import json
import sys
import pandas as pd
import networkx as nx
import plotly.express as px
import itertools

from pyvis.network import Network
import pandas as pd

rede = Network(height='750px', width='100%', bgcolor='#FFFFFF', font_color='blue')

# set the physics layout of the network
rede.barnes_hut()
rede_data = pd.read_csv('/content/Rede tapé - Página1 (1).csv')

sources = rede_data['Source']
targets = rede_data['Target']
weights = rede_data['Weight']

edge_data = zip(sources, targets, weights)

for e in edge_data:
    src = e[0]
    dst = e[1]
    w = e[2]

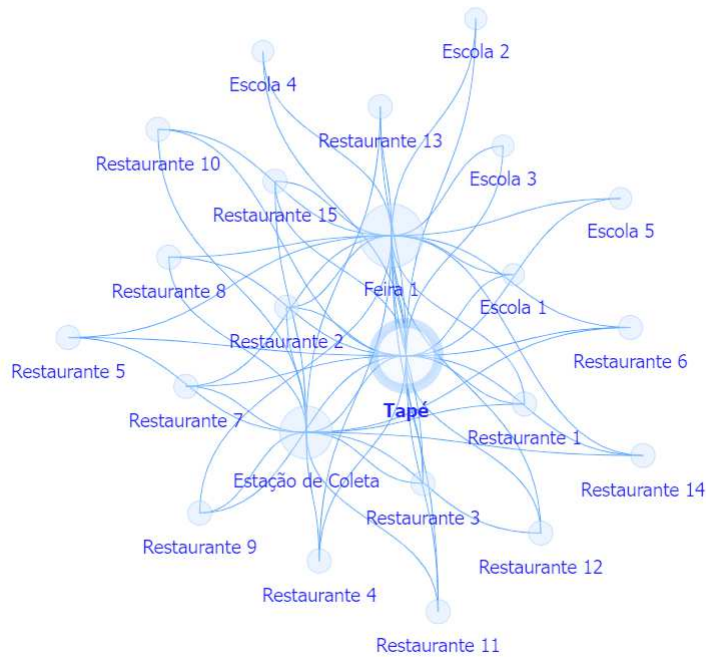
    rede.add_node(src, src, title=src)
    rede.add_node(dst, dst, title=dst)
    rede.add_edge(src, dst, value=w)

neighbor_map = rede.get_adj_list()

# add neighbor data to node hover data
for node in rede.nodes:
    node['title'] += ' Neighbors:<br>' + '<br>'.join(neighbor_map[node['id']])
    node['value'] = len(neighbor_map[node['id']])

rede.show_buttons()
rede.show('reder.html')

```



rede\_data

	Source	Target	Weight	
0	Restaurante 1	Estação de Coleta	1.0	
1	Restaurante 2	Estação de Coleta	1.0	
2	Restaurante 3	Estação de Coleta	1.0	
3	Restaurante 4	Estação de Coleta	1.0	
4	Restaurante 5	Estação de Coleta	1.0	
...	...	...	...	
67	Tapé	Escola 3	1.0	
68	Tapé	Escola 4	1.0	
69	Tapé	Escola 5	1.0	
70	Tapé	Estação de Coleta	1.0	
71	Tapé	Feira 1	NaN	

72 rows × 3 columns

## EXPORT



## ▼ CSV

```
df_restaurants.to_csv('restaurantes.csv', sep=';', decimal=',', index=False)
escolas_poa_1000.to_csv('escolas.csv', sep=';', decimal=',', index=False)
hospitais.to_csv('hospitais.csv', sep=';', decimal=',', index=False)
recorte_de_trabalho.to_csv('recorte_de_trabalho.csv', index=False)
```

## ▼ HTML

```
fig_escolas_restaurantes_interesse.write_html("ddd.html")
```

```
m.save('map2.html')
```

✓ 0s conclusão: 22:55

