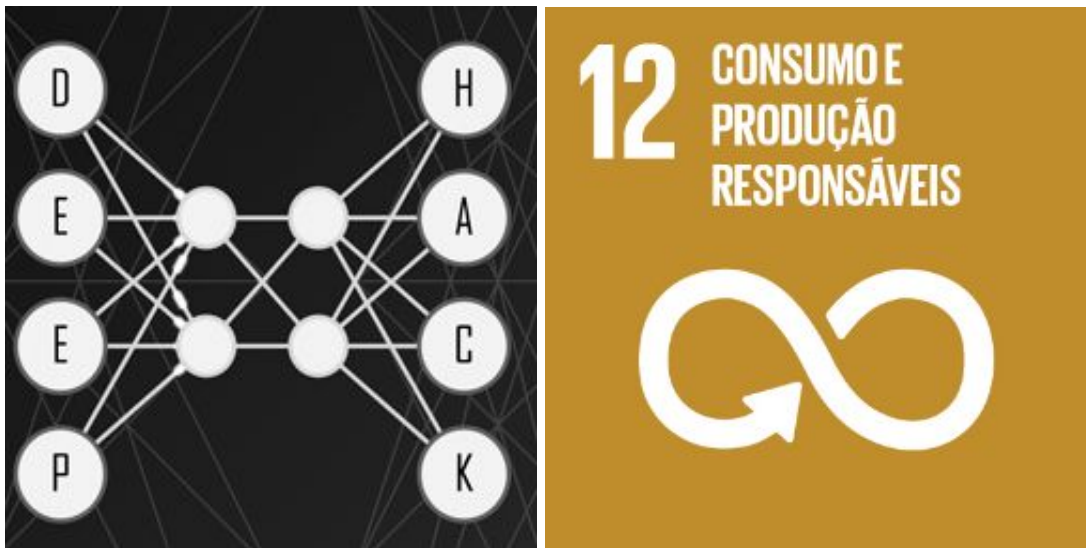


DeepHack 2019

Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12



Felipe Augusto Schaedler Damin

Ícaro Torres de Carvalho

Marcelo Dória Hiltner Almeida

17.10.2019

INTRODUÇÃO

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável da ONU número 12 (ODS-12) aborda um dos problemas mais marcantes da nossa geração: o consumo desenfreado e a produção irrestrita. A ausência de uma percepção de todo fez com que a humanidade atingisse níveis de poluição e produção de lixo antes impensáveis. O ODS-12 diz: “Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis”. As metas incluem reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial; alcançar o manejo ambientalmente saudável dos produtos químicos e todos os resíduos; e reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso; entre outros.

MOTIVAÇÃO

Reconhecedores da importância do ODS-12, nossa equipe procurou entender a origem das dificuldades em avançar nos diferentes âmbitos da meta, passando pela produção, pelo consumo e pelo descarte responsável. Observou-se que existe um distanciamento entre o nível local e o global: a meta da ONU parece distante para os cidadãos, que se ausentam dessa responsabilidade que acreditam ser dos políticos eleitos. Estes, por sua vez, delegam ao nível nacional, onde as avaliações tornam-se dispersas e menos eficazes.

Acreditamos que esse distanciamento venha em parte pela abstração das diretrizes do ODS, e por isso optamos por criar uma ferramenta que aproxima essas metas aos indicadores e contextos municipais, conhecidos por cidadãos e por líderes locais. Busca-se, por meio dessa plataforma, facilitar a visualização de indicadores relevantes para alcançar o ODS, além de empoderar os prefeitos e gestores ambientais a verificarem o impacto de medidas e o perfil evolutivo de uma cidade ou do estado, permitindo-os a tomarem decisões e direcionarem esforços.

BANCOS DE DADOS

Para conseguir obter os indicadores que mais fizessem sentido para responder às nossas submetas do ODS-12, nos baseamos majoritariamente em três fontes de dados:

- Índice de Efetividade da Gestão Municipal (IEGM), fornecido pelo TCE-SP, com valores entre 2014 e 2018. Dentro desse banco de dados, focamos no setor 'Ambiental', onde se encontram informações fundamentais para avaliar o

engajamento do município para com as causas ligadas ao desenvolvimento sustentável.

- Diagnóstico Anual de Resíduos Sólidos - SNIS, de onde se obteve valores importantes ligados à coleta seletiva, à massa total de resíduos coletados e a cobertura do serviço de coleta.
- Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) - extraiu-se informações ligadas ao consumo de água por município.

INDICADORES SELECIONADOS

Indicador	Metas minoritárias relacionadas	Motivo
Consumo de água médio per capita (L/dia)	2	A diminuição do consumo de água indica uma mudança de comportamento para um uso mais consciente.
O plano municipal de Gestão Municipal de Resíduos Sólidos já está em vigor?	4 e 5	Traz uma série de obrigações aos produtores e consumidores, favorecendo a gestão sustentável dos resíduos sólidos.
A prefeitura municipal realiza a coleta seletiva de resíduos sólidos?	5	A coleta seletiva é fundamental para permitir o reúso e a reciclagem, além de fazer parte do processo de conscientização da população.
Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil elaborado e implantado?	4 e 5	Disciplina para a gestão de resíduos gerados pela construção civil.
A prefeitura municipal estimula entre seus órgãos e entidades de sua responsabilidade projetos e/ou ações que promovam o uso racional de recursos naturais?	2 e 7	A existência de estímulos e projetos indicam engajamento e podem ajudar a conscientizar a população a adotar práticas sustentáveis.
A prefeitura possui ou participa de algum programa ou ação que promovam a melhoria contínua da qualidade ambiental no município?	2 e 8	A existência de estímulos e projetos indicam engajamento e podem ajudar a conscientizar a população a adotar práticas sustentáveis.

A prefeitura possui alguma estrutura organizacional para tratar de assuntos ligados ao Meio Ambiente Municipal?	2 e 7	A presença de uma estrutura organizacional permite a elaboração de projetos mais complexos e direcionados que colaboram no alcance das metas.
O município ainda lança, a céu aberto (lixões), seus resíduos sólidos?	2 e 4	Nos lixões, não há qualquer controle ambiental ou tratamento. Resulta na produção de metano e na poluição dos solos e lençóis freáticos.
Existem catadores de materiais recicláveis no aterro municipal?	4 e 5	Problema social decorrente da presença de catadores que tiram sustento desses locais insalubres.
Existe licença de operação da CETESB para a área de aterro?	2,4,5	A licença da CETESB garante condições mínimas de funcionamento para minimizar o impacto dos aterros.
Antes de aterrar o lixo, o município realiza algum tipo de processamento de resíduos?	2,4,5	O processamento dos resíduos diminui impactos ambientais e pode favorecer o processo de reciclagem.
A prefeitura adota na rede escolar municipal algum programa ou ação de educação ambiental?	7	A existência de estímulos e projetos indicam engajamento e podem ajudar a conscientizar a população a adotar práticas sustentáveis.
Em quantos anos está prevista a prestação do serviço de coleta e disposição final de rejeitos?	2	Indica a visão de curto/médio ou longo prazo do município, e quão distante ainda se está de atingir a meta.
Taxa de recuperação de recicláveis em relação à quantidade de RDO e RPU(%)	5	A recuperação de recicláveis pode servir para indicar a qualidade do processamento do lixo e a efetividade da coleta seletiva.
Massa RDO +RSU coletada per capita	2	Em cidades grandes, as massas coletadas podem indicar uma diminuição no padrão de consumo e geração de resíduos da população. Em cidades pequenas, pode indicar melhorias no sistema de coleta ou mudança no padrão de consumo.
Custo coleta (R\$/ton)	4	O custo da coleta pode indicar eficiência e mostrar possibilidades de novas práticas.

A PLATAFORMA

A solução fornecida é uma interface web, realizada em ReactJS e NodeJS, que proporciona a visualização de dados cruzados dos diferentes bancos de dados. A plataforma possui funcionamento simples e não almeja pontuar ou premiar municípios, mas sim permitir o acesso a indicadores direcionados às diferentes metas do ODS-12.

A interface é user-friendly, com duas opções básicas: a visualização por município e a visualização estadual.

A visualização por município baseia-se na utilização de um campo de pesquisa, onde se digita o nome da cidade para acessá-la. Na página do município escolhido, o usuário pode acessar as estatísticas específicas desse local, divididas por metas minoritárias do ODS-12 e com breve descrição da importância de tal valor para resposta àquela meta.

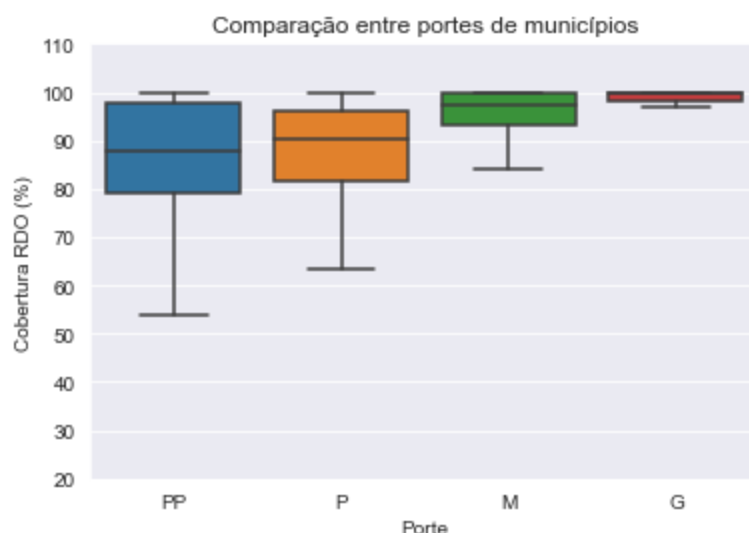
A visualização estadual permite uma visão geral dos indicadores vistos por cidade. É fundamental para entender o comportamento geral de cada parâmetro e avaliar tendências e necessidades para o futuro.

O banco de dados utilizado localmente é feito em MongoDB e o tratamento de dados foi realizado com Python.

INSIGHTS

1. Falta padronização de boas práticas.

Para diferentes indicadores, observou-se que o desvio padrão dos valores entre cidades de mesmo porte (divididas seguindo a divisão IEGM) era muito significativo. Entretanto, para as cidades de tamanho grande, há uma uniformização maior dos valores, como pode ser observado no gráfico abaixo, que traça a porcentagem de cobertura da coleta de resíduos domésticos por porte de município.



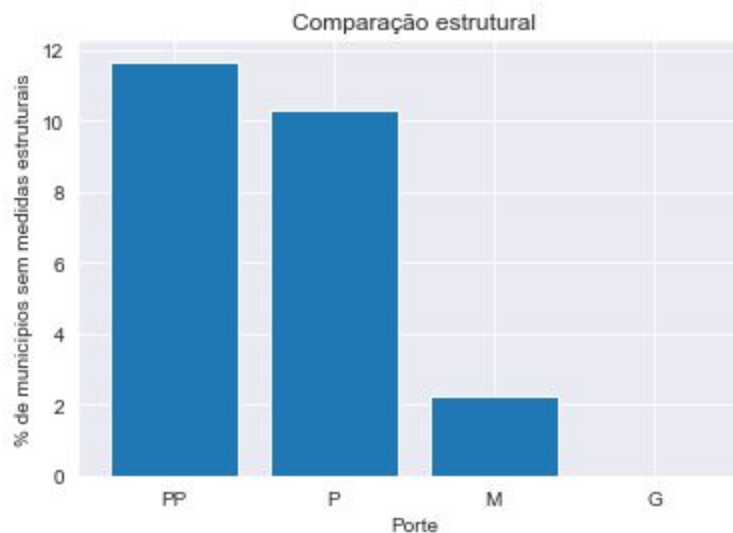
É notável a diminuição na dispersão dos valores conforme a cidade cresce de tamanho. A hipótese que decorre dessa observação é de que as cidades pequenas, que ainda começam a caminhar com as questões estruturais ligadas ao meio ambiente (ver item 2), não são capazes de seguir diretrizes unificadas de gestão de resíduos e tratamento de lixo, o que resulta em uma grande variação dos resultados.

Entre as cidades PP e P que obtiveram 100%, 90% possuem alguma das três questões estruturais básicas definidas. Nos municípios grandes, todos os municípios com 100% de cobertura possuem alguma estrutura voltada para o meio ambiente. Esses indicadores estruturais facilitam a uniformização por alto dos resultados, uma vez que fornece diretrizes e boas práticas.

2. As cidades pequenas ainda possuem dificuldade de acompanhar as mudanças estruturais.

As medidas estruturais - criação de estrutura para o meio ambiente, adoção do Plano de Gestão de Resíduos e do Plano de Gestão de Resíduos da Construção Civil - mostraram-se como importantes diferenciadores para a uniformização das boas práticas, resultando em menores desvios nos indicadores entre as cidades. Contudo, as cidades pequenas ainda mostram dificuldades para aderir a esse tipo de ação. É o que mostra o gráfico abaixo, que divide por portes e mostra somente o percentual de cidades que não adotam nenhuma das três medidas estruturais supracitadas.

Novamente, é possível observar que todas as cidades grandes já deram o passo de possuir ao menos alguma das medidas, e que as cidades médias se encaminham para tal.



3. A realização de medidas de estímulo ainda não traz indicadores de melhoria concretos.

Testes realizados com intervalo de confiança de 95% mostraram que a adoção de medidas educativas ou de estímulo não trouxeram, entre 2014 e 2018, variações na massa de resíduos produzida por pessoa, ou no consumo médio per capita. Isso indica que as ações realizadas ainda não obtiveram retorno em curto prazo, e que possivelmente devem ser revistas.

Entretanto, há de se ressaltar que seria desejável, na obtenção dos dados, proporcionar a diferenciação entre as ações e práticas promovidas pelos municípios, para que seja possível realizar uma análise do indicador mais próximo do problema tocado.

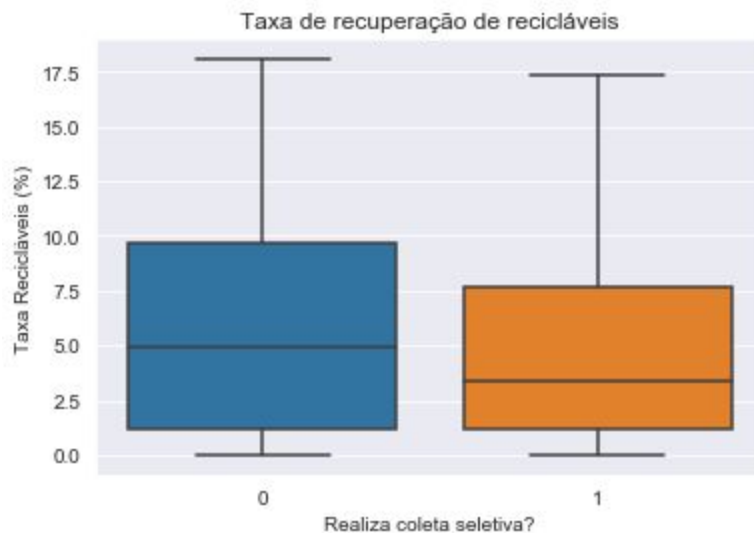
4. A adoção da coleta seletiva no estado de São Paulo avança aos poucos e ainda espaço para melhora.

De 2014 para 2018, o número de municípios que não realizavam a coleta seletiva passou de 422 para 246. Entretanto, isso ainda representa mais de um terço dos municípios. É possível observar o avanço da região em azul (porcentagem de municípios que realizam a coleta) em relação à região vermelha. O círculo interno representa 2014, e o externo, 2018.



Entretanto, também é possível observar que o aumento no número de cidades que fazem coleta seletiva não indicam que a taxa de recuperação de recicláveis será maior. Quando comparados os municípios que fazem a coleta seletiva e os que não fazem, não há diferença estatística que comprove a melhoria.

O que ocorre é que embora a cidade tenha um sistema que estimule a separação de resíduos para realizar a coleta, a maior parte dos municípios não dispõem, hoje, de estrutura suficiente para fazer o tratamento e a reciclagem de todo o material que é separado. É nesse ponto que observamos que há espaço para melhoria: a realização de coleta seletiva deveria impactar a capacidade de recuperação de recicláveis do município. O gráfico abaixo mostra a relação, onde 1 significa 'Realiza a coleta seletiva', e 0 significa 'Não realiza'.



5. Uso da inteligência artificial para predição.

Durante este estudo, diferentes métodos de *machine learning* foram testados contra nossa série de dados. O principal objetivo era de prever valores de parâmetros que estavam ausentes para alguns anos ou para alguns municípios, como a taxa de recuperação de recicláveis - que foi a única relação realmente descritiva que encontramos.

A técnica é aplicável para cidades grandes, onde os desvios são menores e a aproximação torna-se mais precisa. Observou-se que, utilizando os valores de massa recuperada per capita (Kg/(hab. x ano)) e a resposta à pergunta M05Q00600 - 'A prefeitura municipal estimula entre seus órgãos e entidades de sua responsabilidade projetos e/ou ações que promovam o uso racional de recursos naturais? ', era possível prever, com um score de 0.90, a taxa de recicláveis. Esses dois parâmetros forneceram a melhor descrição do problema, sendo que foi utilizada uma técnica de step-down para isso. O tamanho do set de test foi fixado em 30% do espaço amostral.

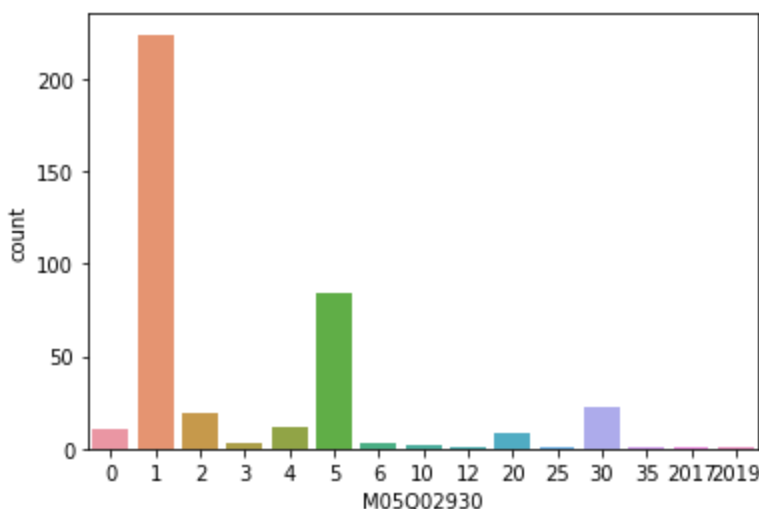
O modelo entregue foi

$$\text{Taxa Recicláveis} = 0.36 * \text{MassaRecuperada} - 0.17 * \text{Estímulo} - 0.09$$

Onde estímulo é uma variável binária. Vale ressaltar que embora o modelo tenha

sido adaptado para cidades grandes, ele poderia ser extrapolado para outros portos, mas com certa perda de precisão. Para evitar o overfitting, utilizou-se técnicas de *K-Fold Cross Validation*, implementadas utilizando a biblioteca *sci-kit learn*.

Além desta, outros métodos foram testados para tentar prever a resposta à pergunta M05Q02930 - 'Em quantos anos está prevista a prestação do serviço de coleta e disposição final de rejeitos? '. Entretanto, observou-se que as respostas eram muito divergentes e os dados que separamos como indicadores não respondiam a problemática. Por fim, avaliou-se que não havia dados suficientes (essa pergunta foi adotada a partir de 2017) e que os modelos propostos não conseguiriam diferenciar de forma satisfatória a quantidade de anos necessária. Outra possibilidade é de que os municípios não tenham sido devidamente instruídos sobre como realizar o cálculo, o que resultou em uma distribuição variando entre 1 e 30 anos, onde a maior parte respondeu 1.



Próximos passos

As próximas etapas que permitiriam aumentar o escopo da plataforma e trazer melhorias na avaliação seriam, entre muitas possibilidades:

- Inclusão do banco de dados de despesas, especificamente de incluir as despesas ligadas à gestão ambiental. A partir disso, avaliar a eficácia dos gastos de gestão ambiental relacionando-os aos dados obtidos do banco de dados do SNIS.
- Relacionar novos indicadores às metas mais abstratas, que terminaram não sendo

tocadas.

- Automatizar a identificação de municípios com desempenho excelente, explorando os diferenciais de gestão aplicados por estes e consequentemente favorecendo a difusão de boas práticas.

Apêndice A: Descrição das metas minoritárias.

Meta 12.1 - Implementar o Plano Decenal de Programas Sobre Produção e Consumo Sustentáveis

Meta 12.2 – Até 2030, alcançar gestão sustentável e uso eficiente dos recursos naturais.

Meta 12.3 - Reduzir o desperdício de alimentos per capita.

Meta 12.4 – Após 2020, alcançar o manejo ambientalmente adequado dos produtos químicos e de todos os resíduos, ao longo de todo o ciclo de vida destes, de acordo com os marcos internacionalmente acordados, e reduzir significativamente a liberação destes para o ar, água e solo, para minimizar seus impactos negativos sobre a saúde humana e o meio ambiente.

Meta 12.5 – Até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso.

Meta 12.6 - Incentivar empresas a adotar práticas sustentáveis e adotar informações de sustentabilidade em seus relatórios

Meta 12.7 – Promover práticas de compras públicas sustentáveis, de acordo com as políticas e prioridades nacionais.

Meta 12.8 - Garantir que as pessoas tenham informações e conscientização sobre desenvolvimento sustentável.

Meta 12.a - Apoiar países em desenvolvimento para que fortaleçam suas capacidades científicas e tecnológicas.

Meta 12.b - Monitorar impactos do turismo sustentável.

Meta 12.c - Racionalizar subsídios ineficientes aos combustíveis fósseis.