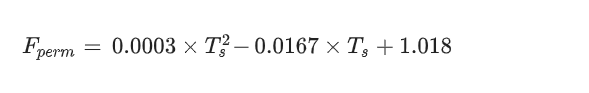
# Modelagem

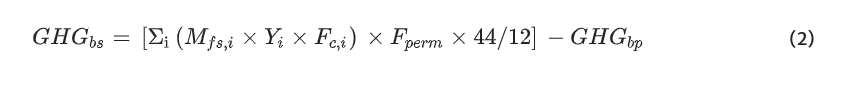
Esta atividade possui somente fins didáticos na área de análise de dados, visando a prática e aprimoramento de habilidades daqueles que o fazem. O arquivo possui intuito de trabalhar na modelagem do problema, entendendo seus conceitos e as metodologias aplicadas em cada tópico abordado com o objetivo de replicar os resultados do autor do Artigo.

## Metodologia

1. As emissões de GEE associadas à produção de biomassa não são incluídas na análise.
2. Considerar as emissões do transporte e pré-tratamento de matéria-prima, construção da planta de pirólise e necessidades operacionais de energia, pós-tratamento e aplicação de biochar, e carregamento e transporte por caminhão de e para a planta de pirólise.
3. Supõe-se que todos os resíduos gerados no processamento de culturas alimentares estão disponíveis para conversão em biochar.
4. Este estudo não assume nenhum efeito da adição de biochar na taxa de mineralização do SOC.
5. Outras emissões de GEE associadas ao óxido nitroso e ao metano não estão incluídas na análise porque se espera que estes efeitos sejam pequenos em relação ao sequestro de carbono do biocarvão.
6. Fatores de permanência no solo fornecidos por Woolf; biochar usado em outras aplicações industriais de longo prazo seja protegido da decomposição, produzindo uma permanência igual ou maior do que o mesmo biochar adicionado ao solo
7. Biochar em pirólise de temperatura alta e fator de permanência ao longo de um período de 100 anos.
8. Biochar é o único produto do processo de pirólise, sistema autossuficiente
9. Para T alta, o rendimento médio de massa em base seca ( Y m ) para biochar feito a partir de todos os resíduos culturais considerados é assumido como sendo de 25%.
10. O fator de permanência do biochar ( F perm ) é função apenas da temperatura do solo ( Ts ).

Com base nessas suposições, Woolf et al. O modelo pode ser generalizado da seguinte forma:





1. GHGbs = emissões líquidas evitadas de GEE provenientes do sequestro de carbono do biocarvão em unidades de tonelada equivalente de CO2 (CO2e) por ano [t CO2e ano^-1];
2. Mfs,i = massa seca da matéria-prima i disponível para conversão em biochar [t ano^-1];
3. Yi = rendimento em massa de base seca de biocarvão derivado da matéria-prima i;
4. Fc,i = fração de carbono orgânico de base seca do biocarvão derivado da matéria-prima i;
5. Fperm = fator de permanência do biochar, função apenas da temperatura média nacional do solo (Ts);
6. 44/12 = fator de conversão de carbono em CO2e.
7. GEEbp = Emissões de GEE provenientes da produção de biocarvão [t CO2e ano^-1].

## 

## Quantificação dos recursos de resíduos de biomassa

Resíduos de culturas, esterco animal, resíduos de madeira florestal e biossólidos de águas residuais.

Filtrar cada uma das bases de dados subsequentes com base nas informações dadas

Conectar com cada uma das bases de dados.

**Para todas as tabelas serão descartados os Missing values, com a flag ‘M’.**

### Resíduos de culturas

* (FAOSTAT). Dados de 2020
* Seleciona 44 culturas de 182 disponíveis (82,6% da produção global)
* Yi = 25%
* A quantificação dos resíduos de biomassa foi então realizada com base nas relações resíduo-produto (RPR) ou produção de resíduos areais (ARP), utilizando o primeiro quando ambos disponíveis
* fatores de coleta de 70% e 100% para resíduos de campo e de processo.

**Lógica aplicada:**

Para cada país:

se tipo de resíduo == ‘field’:   
 fator de coleta = 0.7

se tipo de coleta == ‘process’:

fator de coleta = 1

se a cultura estiver na tabela suplementar:

Se na tabela suplementar tem RPR:  
 Multiplica produção por: quantidade = PRODUCTION \* RPR \* FACTOR COLLECTION \* (1-MOISTURE CONTENT) \* YIELD (RENDIMENTO)

Se na tabela suplementar tem ARP:

quantidade = FIELD \* ARP \* FACTOR COLLECTION\* (1-MOISTURE CONTENT) \* YIELD (RENDIMENTO)

somar quantidade total ao final

Os resultados serão a quantificação dos resíduos de biomassa que podem ser transformados em biochar, que serão somados até ter o valor absoluto para cada país dentro da seção CROPS.

Observação dos países Malta e Latvia, não obtivemos as áreas das culturas que só havia ARP, sendo elas Orange, Lemons and Live, Tomatoes e Apples.

### Estrume animal

* Animais vivos apenas búfalos, bovinos, frangos, caprinos, equinos, ovinos e suínos
* “elementos”, “estoques” foram selecionados para obter dados para 2020. Fatores para taxas de geração de estrume (kg d −1 hd −1 ), fatores de coleta, conteúdo de sólidos e rendimento de biochar
* Fc,i = 39%

**Lógica aplicada:**

Para cada país:

Se animal estiver na tabela suplementar:

Multiplicar o número de animais (olhar a tabela de unidades e fazer um condicional, multiplicando por 1000 quando for “1000 An”) pela produção de estrume (atenção,unidade diária), fator de coleta/100, rendimento/100, conteúdo sólido, e conteúdo orgânico de carbono de biochar e por 366 (número de dias do ano em questão)

Somar tudo do país.

### Resíduos de Madeira Florestal

* FAOSTAT
* “resíduos de madeira” e “aparas e partículas de madeira”.
* “quantidade de produção”
* e fator de coleta de 100%
* Yi = 25%
* Fc,i = 81%
* Não incluímos resíduos de madeira florestal utilizados como combustível e outras aplicações.

**Lógica aplicada:**

Para cada país:

Multiplicar Dry Bulk, fator de coleção, rendimento de biochar e fazer a soma depois.

### Biossólidos de águas residenciais

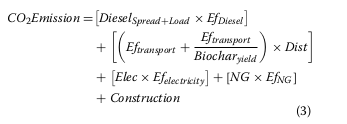
* JMP da OMS e da UNICEF
* 130 nações
* “saneamento” e o elemento gerenciado com segurança especificado foi “esgoto tratado”.
* o fator de geração de biossólidos de 25,6 kg ano −1 pessoa −1
* um fator de coleta de 100%
* Yi = 55,2%
* Fc,i = 38%

**Lógica aplicada:**

Para cada país, multiplicar produção por pessoa pela população, (fator de coleção/100), (rendimento de biochar/100) e fazer a soma de tudo depois.

## Emissões da produção e aplicação de biochar

* As emissões de GEE consideram os materiais de construção necessários para a construção da planta de pirólise e a energia necessária para o pré-aquecimento da pirólise (gás natural), redução do tamanho da matéria-prima (eletricidade), pelotização do biochar (eletricidade) e sistemas auxiliares de instalações de pirólise (eletricidade) foram considerados na emissão.
* Também inclui o combustível utilizado durante as operações de carregamento da matéria-prima e do biocarvão (diesel), o transporte em caminhão da matéria-prima e do biocarvão, respectivamente, de e para a planta de pirólise (diesel), e o espalhamento do biocarvão no campo usando um espalhador agrícola (diesel).
* O sistema modelado, com os principais parâmetros de entrada resumidos na Tabela 1 , assume que a planta de pirólise produz eletricidade e calor suficientes para se sustentar e secar a matéria-prima receptora.
* Assumimos que há calor residual disponível suficiente para levar todas as matérias-primas a um nível de teor de umidade para uma pirólise ideal.
* As emissões associadas à produção, transporte e utilização de uma tonelada de biocarvão (em kg CO2 e por tonelada de biocarvão seco em forno) são calculadas seguindo a Eq. 3 :



## Temperaturas médias nacionais do solo

* QGIS versão 3.24
* as temperaturas médias anuais do ar em todo o mundo foram extraídas do Chelsa Climate Website
* As temperaturas do ar foram então convertidas em temperatura do solo usando as equações de Jian e calculada a média por país para fornecer uma temperatura média anual nacional do solo em terras agrícolas e pastagens.
* arquivo adicional 1 : Tabela S7.

## Análise de incerteza (não implementada)

* Simulações de Monte Carlo no software R versão 4.2.2 (R Core Team 2022 ).
* 10.000 iterações das distribuições e valores apresentados na Tabela 1 .
* A média e o desvio padrão das emissões de GEE associadas à produção de biochar por país são mostrados no arquivo adicional 1 : Figura S1, com valores médios listados apenas no arquivo adicional 1 : Tabela S6.
* As simulações de Monte Carlo para a avaliação do potencial total de biocarvão (Fig. 3 ) e do potencial de biocarvão como parcela das emissões do país (Fig. 5 ) incluíram fatores de incerteza adicionais sobre :

1. a massa total de matéria-prima disponível (20% SD)
2. matéria-prima para -rendimento de conversão de biochar em base seca (5% SD)
3. fator de permanência de biochar (10% SD)
4. fração de carbono orgânico de biochar (5% SD).

* Esses parâmetros de incerteza adicionais foram considerados normalmente distribuídos.