

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”  
PROGRAMA DE SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS  
LSN5820- MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO



# Quantifying global soil carbon losses in response to warming

Ana Chamma  
Fellipe Melo  
Henrique Belinasso  
Natasha Santos  
Verônica Marques

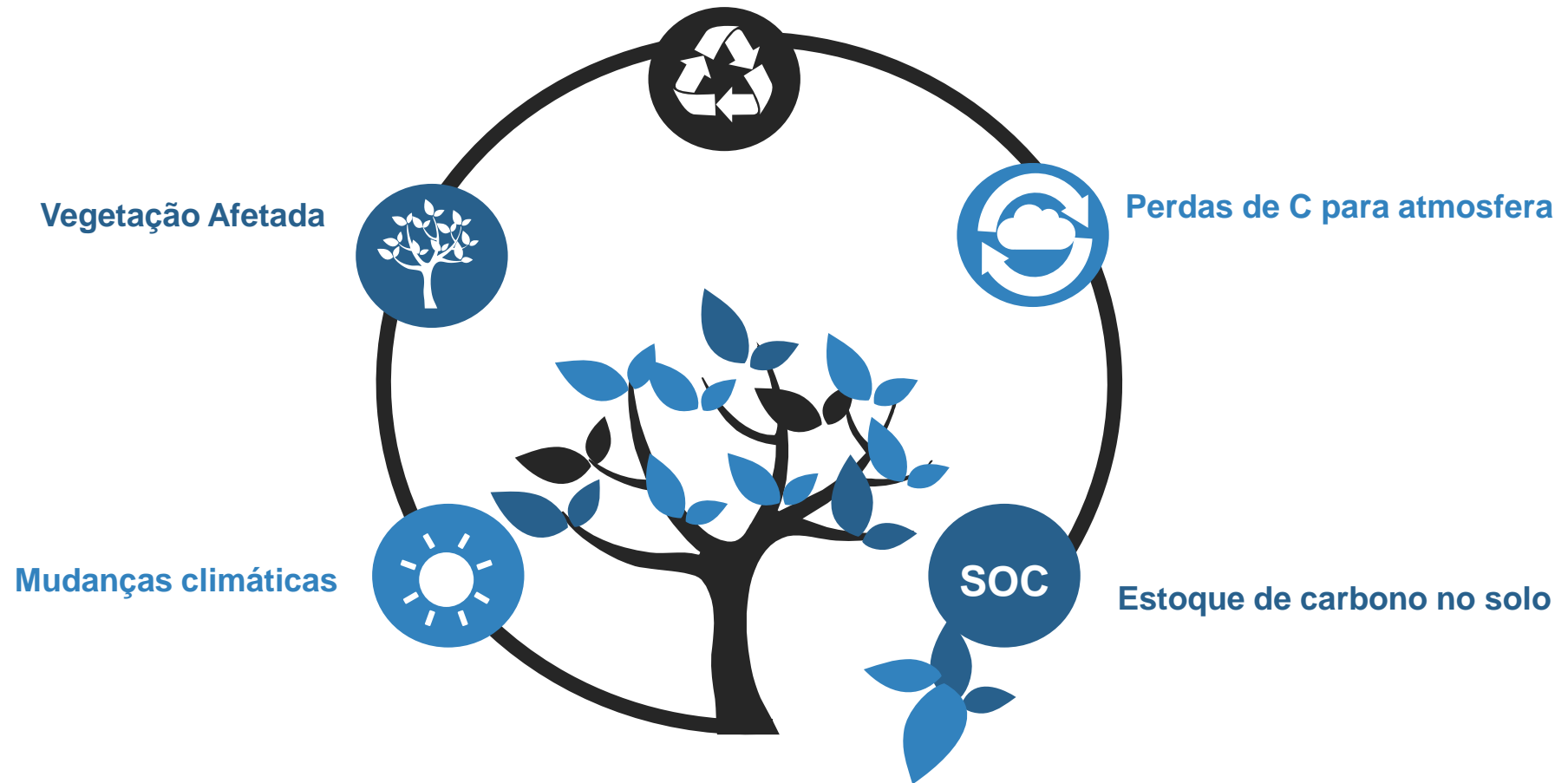
PIRACICABA, 2019

## Quantifying global soil carbon losses in response to warming

T. W. Crowther<sup>1,2</sup>, K. E. O. Todd-Brown<sup>3</sup>, C. W. Rowe<sup>2</sup>, W. R. Wieder<sup>4,5</sup>, J. C. Carey<sup>6</sup>, M. B. Machmuller<sup>7</sup>, B. L. Snoek<sup>1,8</sup>, S. Fang<sup>9,10</sup>, G. Zhou<sup>9</sup>, S. D. Allison<sup>11,12</sup>, J. M. Blair<sup>13</sup>, S. D. Bridgham<sup>14</sup>, A. J. Burton<sup>15</sup>, Y. Carrillo<sup>16</sup>, P. B. Reich<sup>16,17</sup>, J. S. Clark<sup>18</sup>, A. T. Classen<sup>19,20</sup>, F. A. Dijkstra<sup>21</sup>, B. Elberling<sup>22</sup>, B. A. Emmett<sup>23</sup>, M. Estiarte<sup>24,25</sup>, S. D. Frey<sup>26</sup>, J. Guo<sup>27</sup>, J. Harte<sup>28</sup>, L. Jiang<sup>29</sup>, B. R. Johnson<sup>30</sup>, G. Kröel-Dulay<sup>31</sup>, K. S. Larsen<sup>32</sup>, H. Laudon<sup>33</sup>, J. M. Lavelle<sup>7,34</sup>, Y. Luo<sup>29,35</sup>, M. Lupascu<sup>36</sup>, L. N. Ma<sup>37</sup>, S. Marhan<sup>38</sup>, A. Michelsen<sup>22,39</sup>, J. Mohan<sup>40</sup>, S. Niu<sup>41</sup>, E. Pendall<sup>16</sup>, J. Peñuelas<sup>24,25</sup>, L. Pfeifer-Meister<sup>14</sup>, C. Poll<sup>38</sup>, S. Reinsch<sup>23</sup>, L. L. Reynolds<sup>14</sup>, I. K. Schmidt<sup>32</sup>, S. Sistla<sup>42</sup>, N. W. Sokol<sup>3</sup>, P. H. Templer<sup>43</sup>, K. K. Treseder<sup>12</sup>, J. M. Welker<sup>44</sup> & M. A. Bradford<sup>1,2</sup>

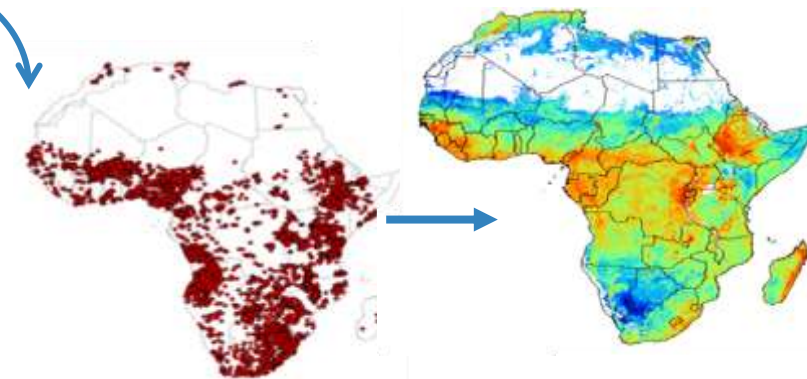
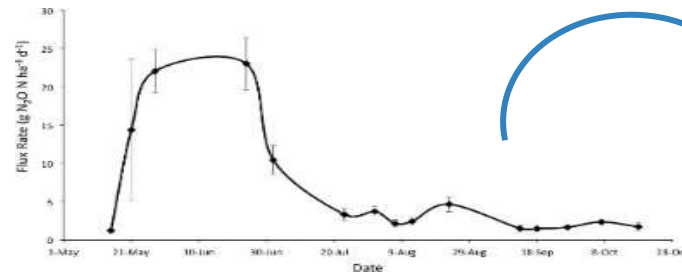
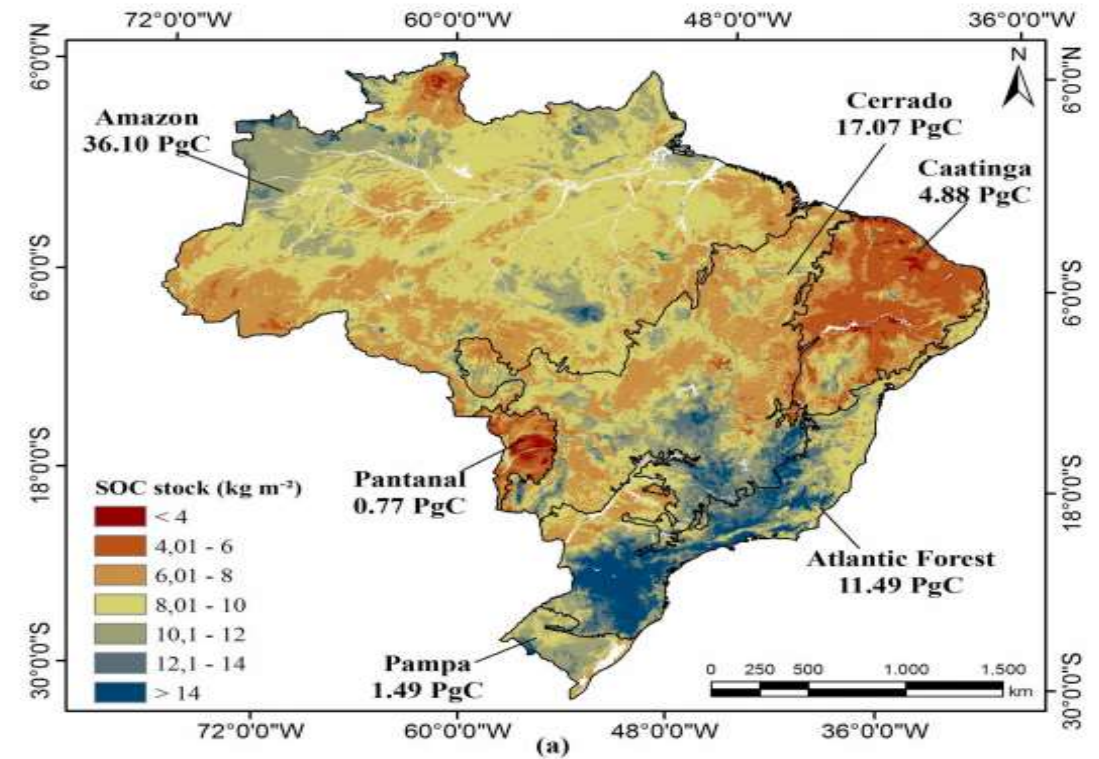
# INTRODUÇÃO

Ciclagem de nutrientes por microorganismo



# PROBLEMÁTICA

- Magnitude do impacto do aquecimento global nos estoques de carbono no solo;
- Incertezas nas estimativas de fluxo de C no solo;
- Limitações de experimentos;
- Dependência em Earth System Models ESMs.



Gomes et al., (2019)

# METODOLOGIA

**Experimentos**  
Avaliando mudanças climáticas

49

**Studies**



**Biome**

- Tundra
- Boreal
- Temperate Conifer
- Temperate Broadleaf
- Temperate Grasslands
- Mediterranean

**Amostras de Solo**

456

C (kg m<sup>-3</sup>)  
SOC= C.(BD/100)

10cm

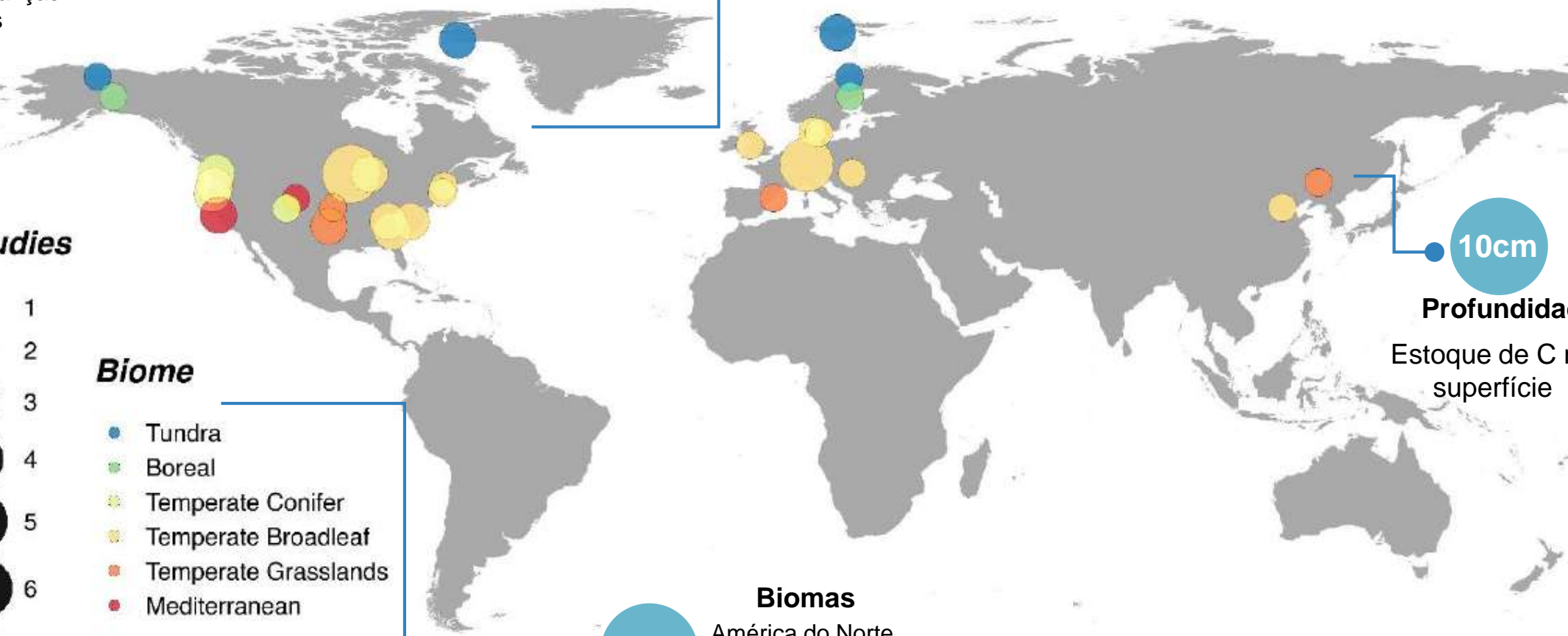
**Profundidade**

Estoque de C na superfície

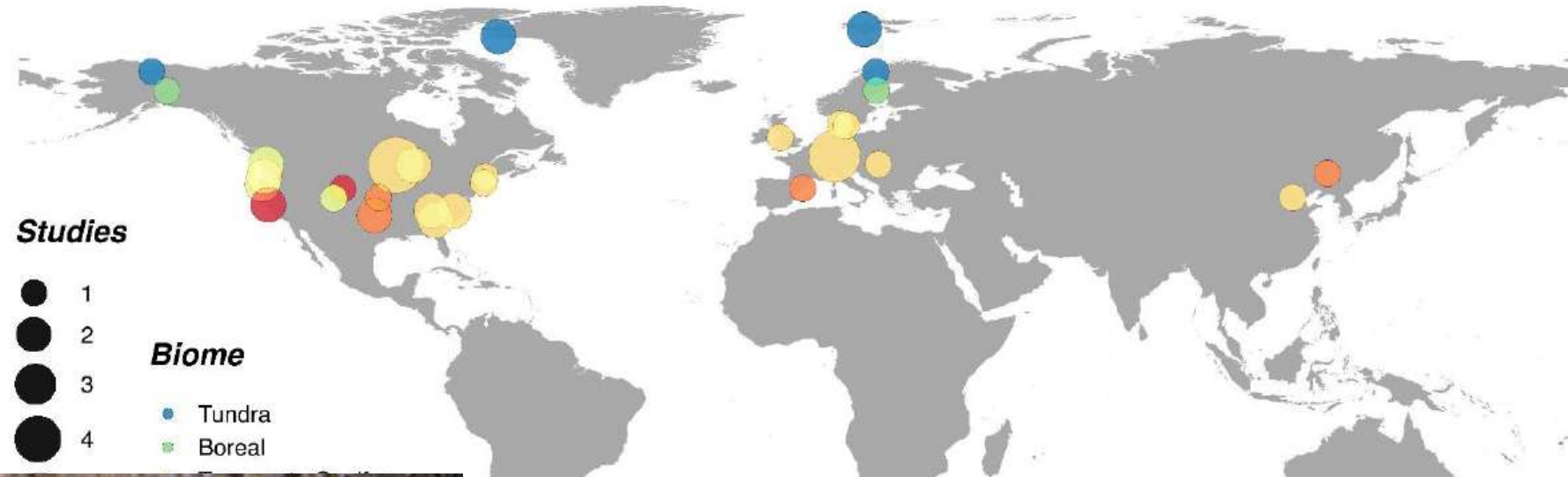
**Biomass**

América do Norte,  
Europa e Ásia

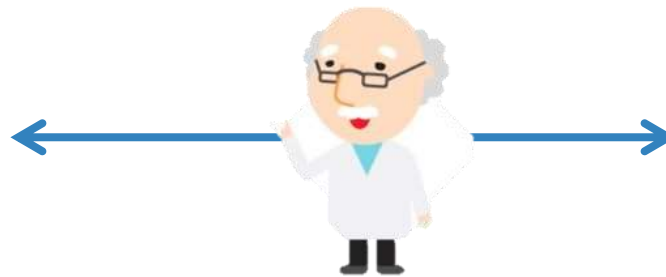
6



# METODOLOGIA



Comparação



# METODOLOGIA

## Análise Estatística

- Modelos lineares múltiplos (LMMs) para estimar valores de C;
- Variáveis: variáveis de tratamento (graus aquecidos e graus-anos) e características ambientais (estoque permanente de C no solo (controle), temperatura média anual, precipitação anual média, pH e textura do solo);
- Equação para determinação:

$$C_w = aC_c(\Delta T \Delta t) + bC_c + d(\Delta T \Delta t) + \varepsilon$$

Annotations:

- Estoque de C no controle (points to  $C_c$ )
- Coeficientes de ajuste (points to  $a$ ,  $b$ , and  $d$ )
- Estoque de C no local aquecido (points to  $C_w$ )
- Graus aquecidos e graus-anos (points to  $\Delta T \Delta t$ )
- Fator aleatório (points to  $\varepsilon$ )

# METODOLOGIA

## Análise Estatística

- Rearranjada a equação estatística para descrever a relação entre os estoques permanentes de C no solo (C controle) e o aquecimento (graus-anos) ao longo do tempo.

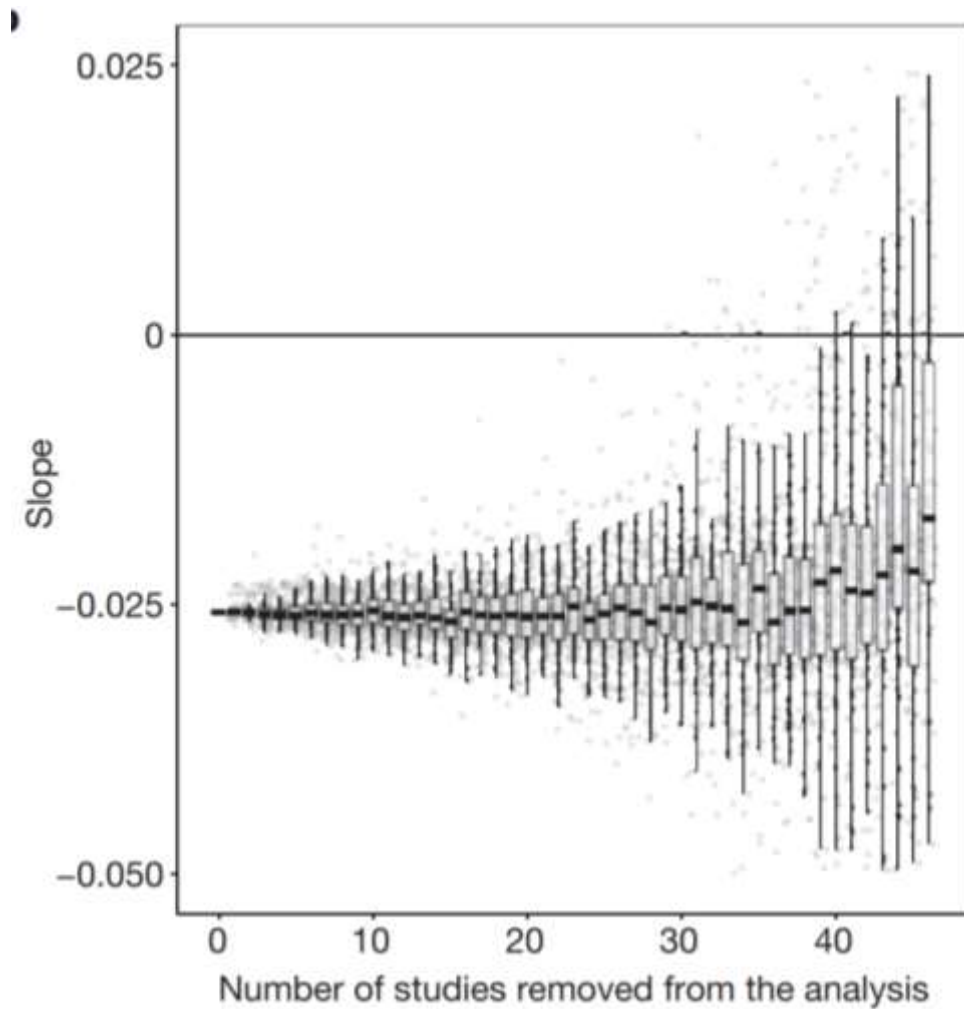
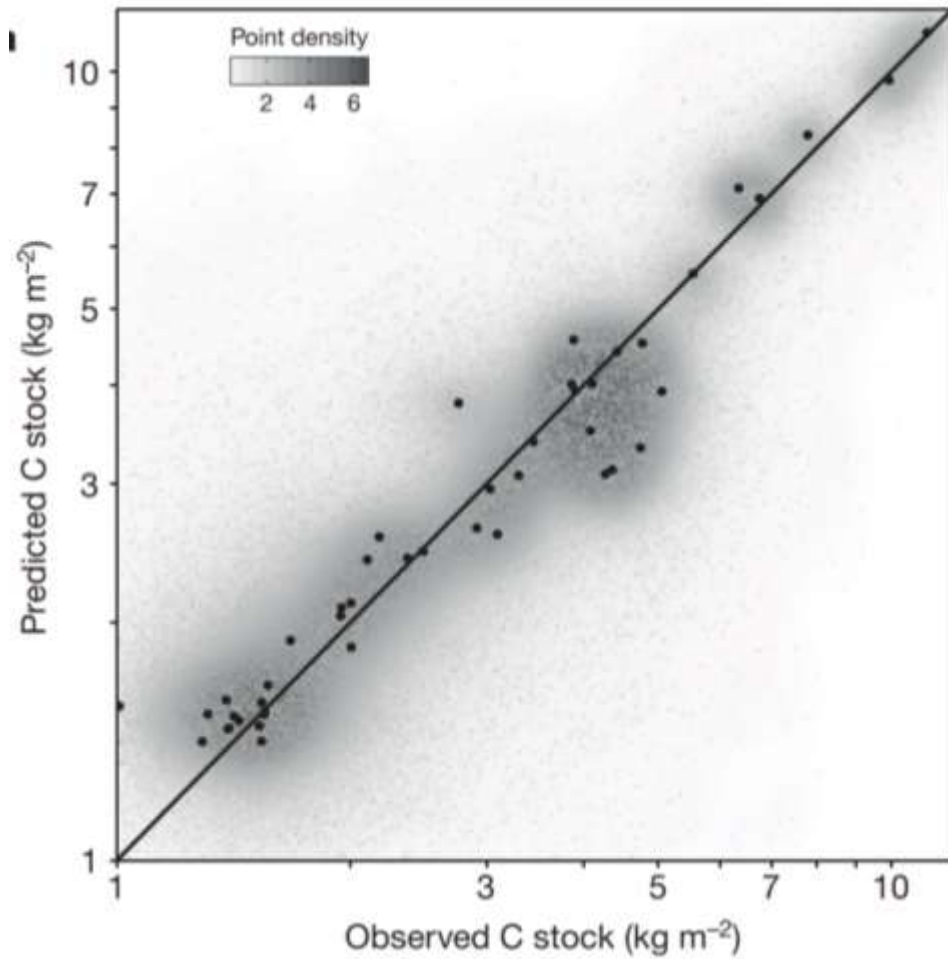
$$\frac{C_w - C_c}{\Delta T \Delta t} = fC_c + g$$

- Gerado para equação um intervalo de confiança de 95% através da randomização de 200 amostras escolhidas aleatoriamente repetindo a aplicação na equação 1000 vezes.



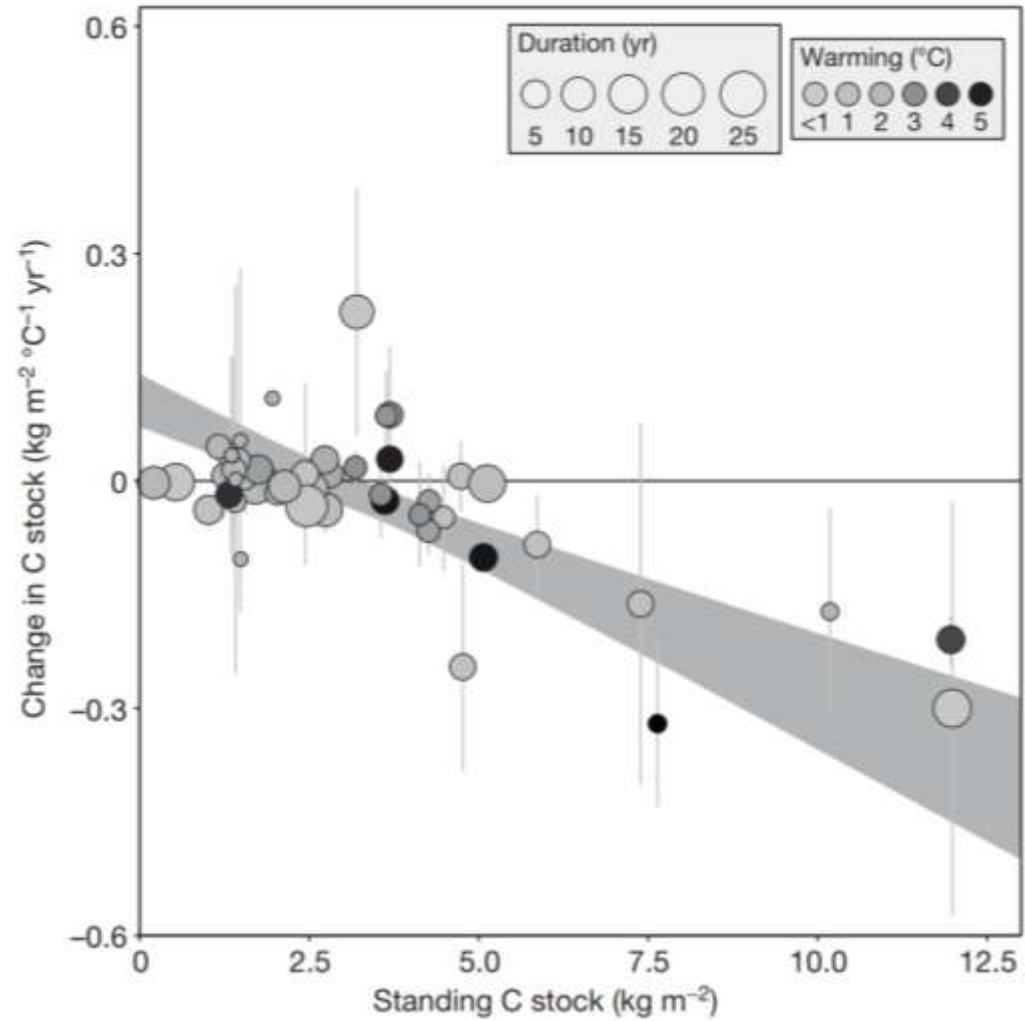
# METODOLOGIA

## Análise Estatística

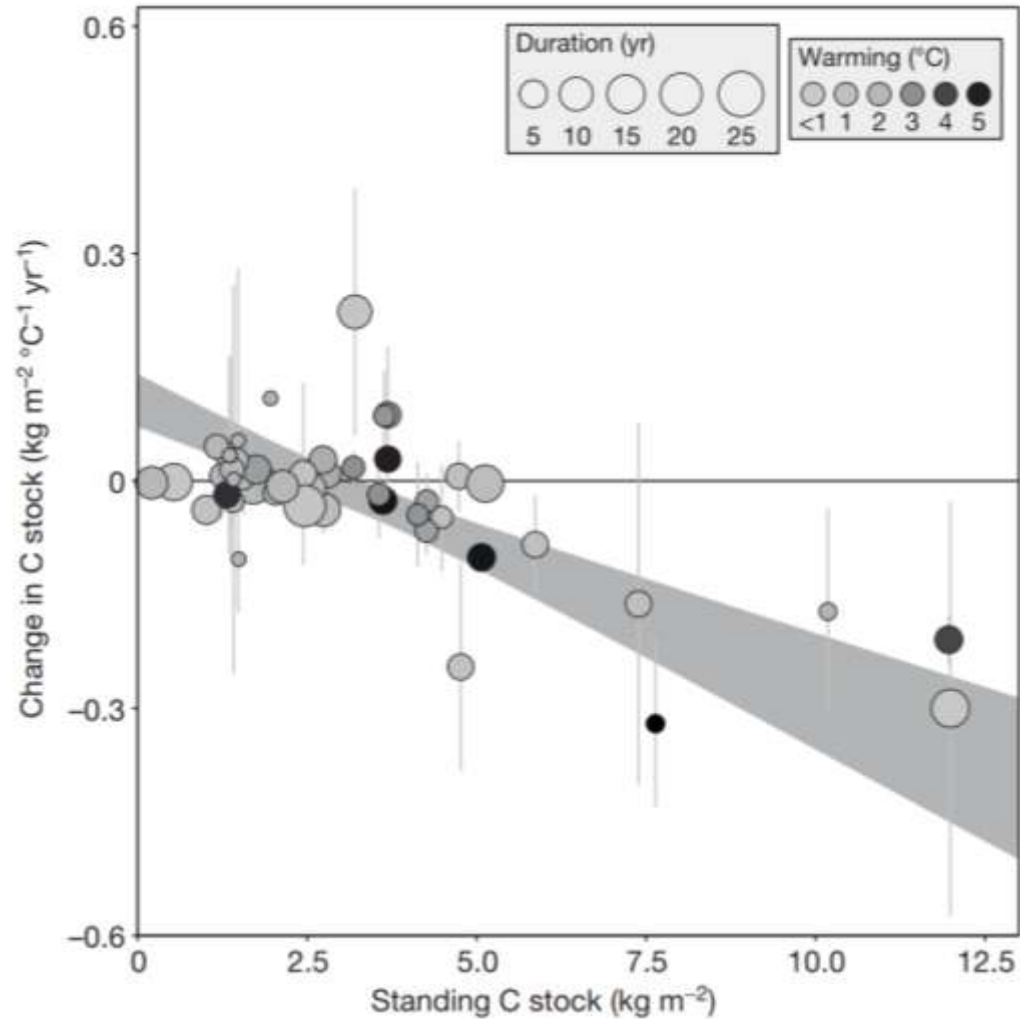


# METODOLOGIA

## Análise Estatística



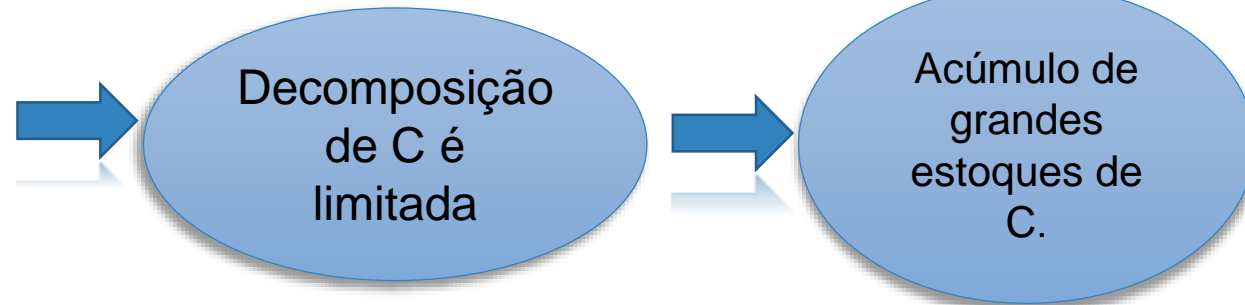
# RESULTADOS



- O principal fator que governa a perda de C é o seu **estoque inicial**;
- Insignificante: estoques pequenos(0-2) de C;
- Baixa: de 2 a 5 kgC m<sup>-2</sup>;
- Consideráveis:  $\geq 7$  kgC m<sup>-2</sup>

# RESULTADOS

- O estoque inicial de C do solo é dominante;
- Perdas de C do solo em várias regiões de “não-permafrost”, sugerindo que mecanismos adicionais podem contribuir para a vulnerabilidade de grandes estoques de C no solo.



# METODOLOGIA

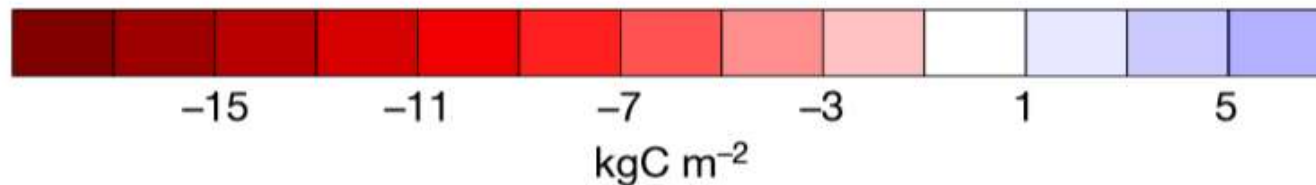
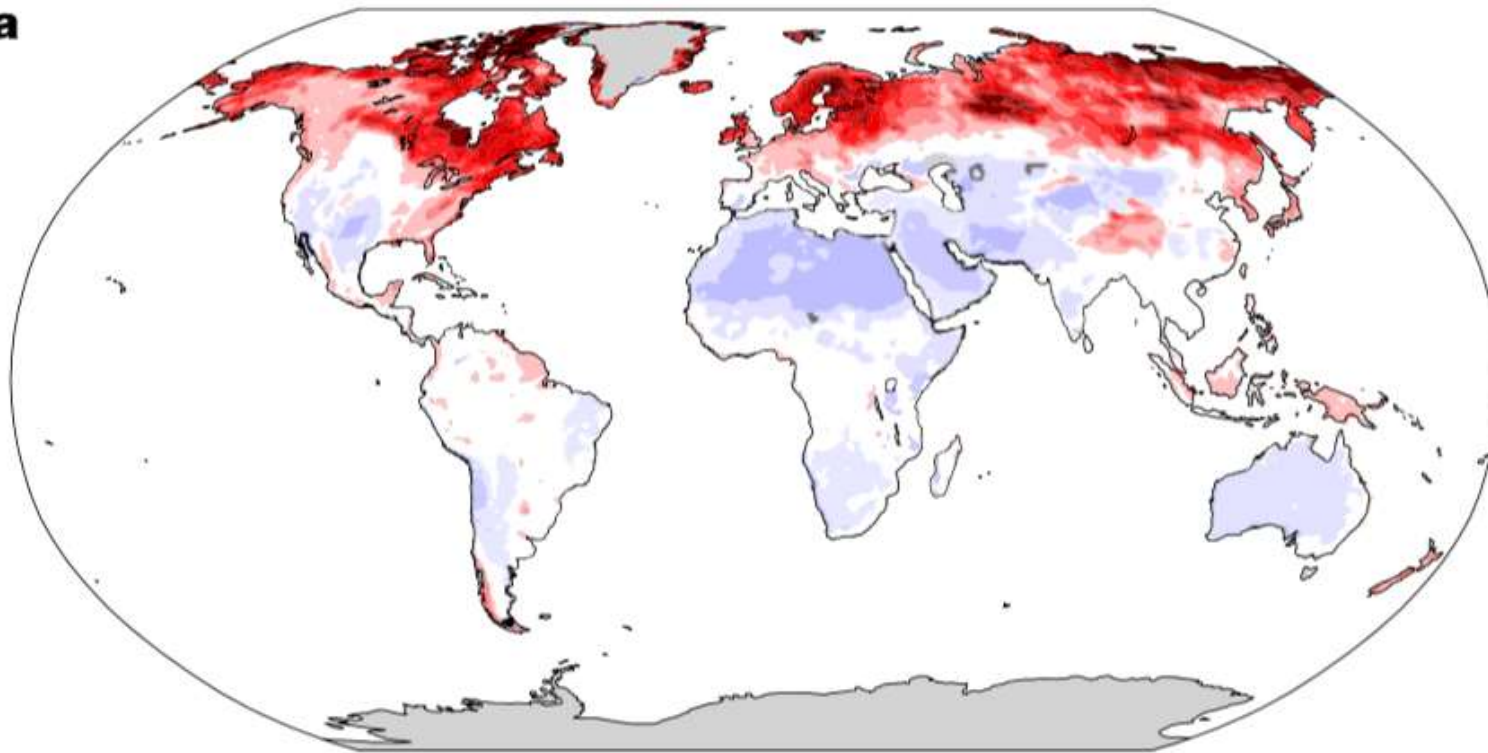
## Extrapolação dos Dados

- Perdas globais de C no solo;
- Considerou-se o cenário de aumento de 1°C
- Foi utilizado o “SoilGrid” com resolução espacial de 50km<sup>2</sup>

# RESULTADOS

## Extrapolação dos Dados

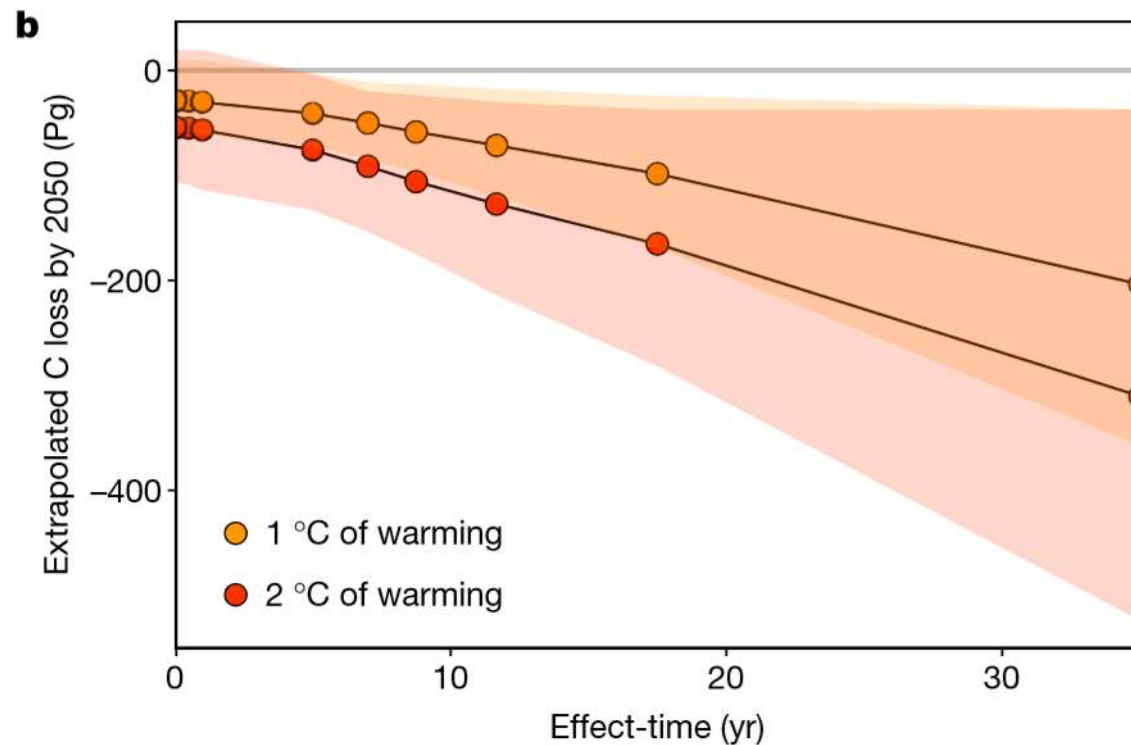
a



- Maior C em altas altitudes, consequentemente maior perda;
- Região Ártica: amplificação dos efeitos climáticos;
- Resultado contrário ao CMIP5;
- Impacto da temperatura na biomassa.

# RESULTADOS

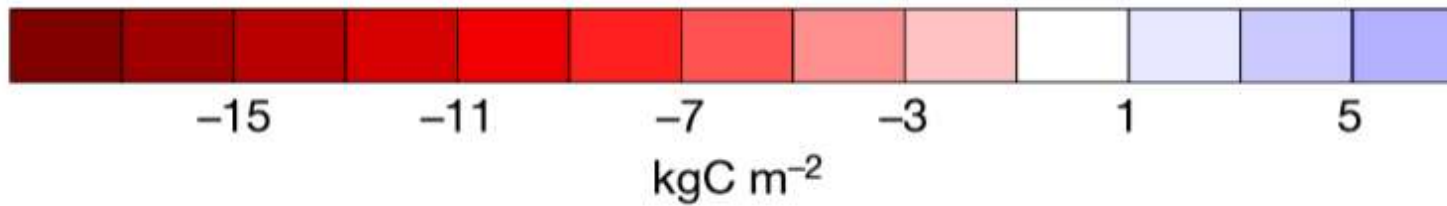
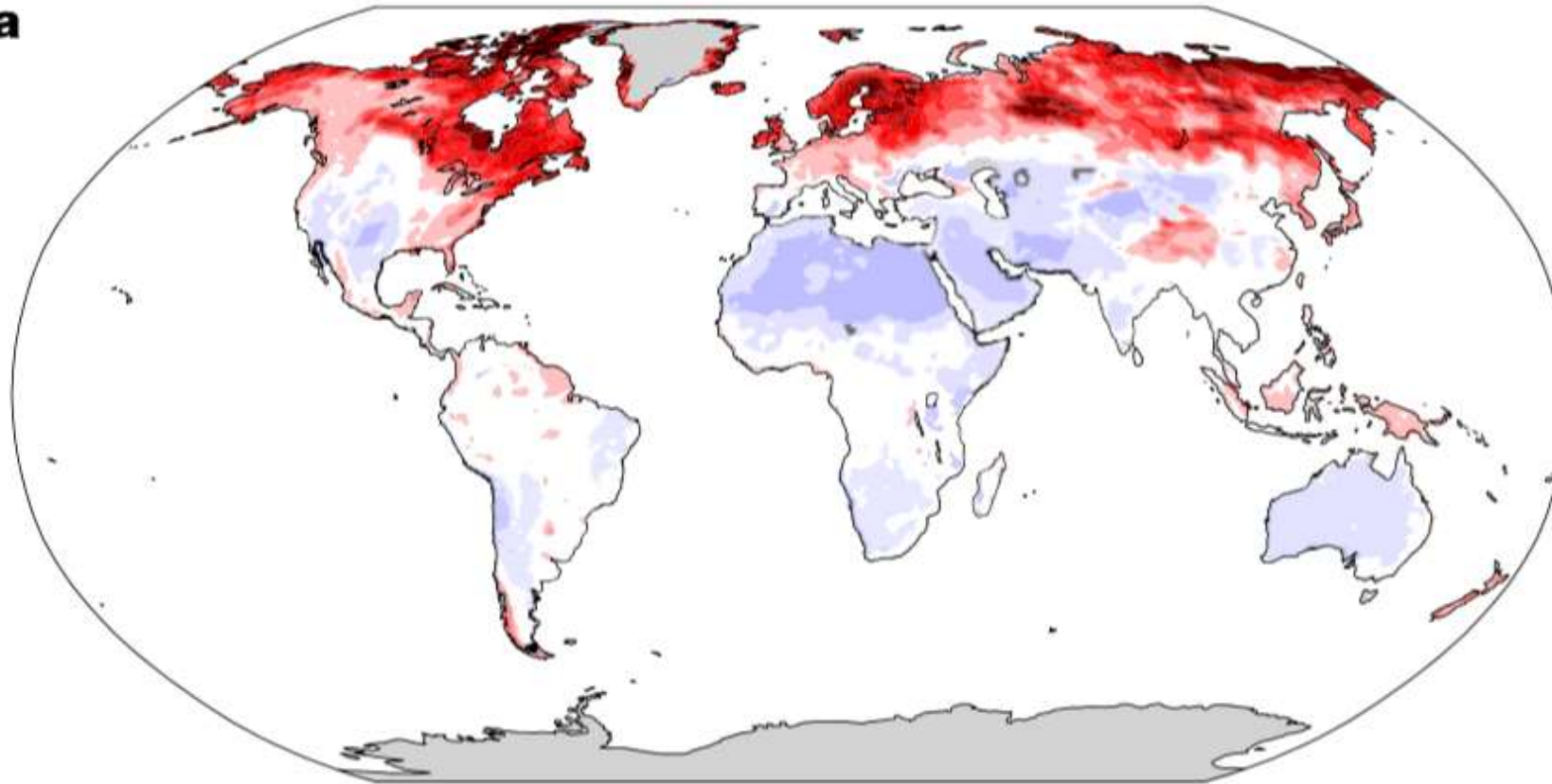
- Perda de C em dois cenários para até o ano de 2050:



- Dependendo da taxa na qual os efeitos do aquecimento são realizados:
- Os estoques globais de carbono no solo nos horizontes superiores cairão de **30 ± 30 Pg a até 203 ± 161 Pg** sob um grau de aquecimento.
- Sob o pressuposto conservador de que a resposta do carbono do solo ao aquecimento ocorre dentro de um ano, um cenário climático usual acarretaria a perda de **55 ± 50 PgC** dos horizontes superiores do solo até 2050. Esse valor gira em torno de 12– 17 por cento das emissões antropogênicas esperadas durante esse período.

# LIMITAÇÕES DO TRABALHO

a



## Interações

de CO<sub>2</sub>, enriquecimento  
l, umidade do solo.

es com a parte biótica,  
nente microorganismos.



# LIMITAÇÕES DO TRABALHO

## Banco de Dados



## Estatística e Análises



### Amostras de Solo

Amostras localizadas apenas no hemisfério norte.

Predição apenas em superfície, não considera sensibilidade de C em profundidade.

### Limitação de Experimentos em Campo

Experimentos não conseguem capturar a influência de ecossistemas florestais.

Falta de estações experimentais( Principalmente em regiões tropicais).

### Interações

Aumento de CO<sub>2</sub> , enriquecimento de N, umidade do solo.

Interações com a parte biótica, principalmente microorganismos.

### Estimativa de C

Estimativa dependente do teor de C inicial

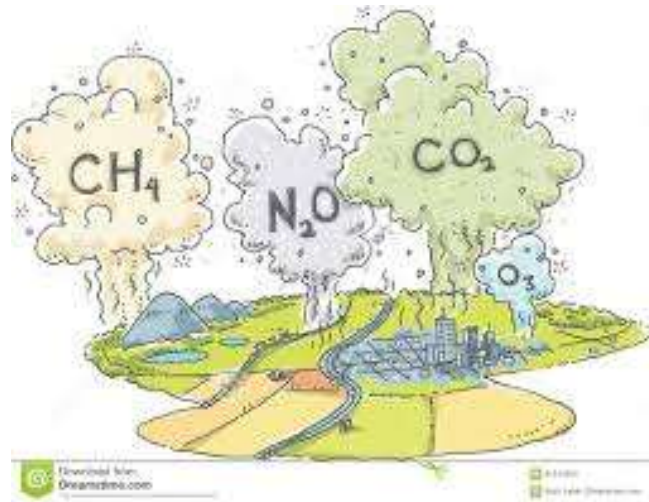
O modelo não considera uma “estabilização” da perda de C

### Análise Temporal

Tempo necessário para total estabilização dos efeitos do aquecimento

# CONCLUSÃO

- Assim, a compilação global de dados experimentais nos permite ver além dos resultados conflitantes de estudos de um único local e capturar padrões maiores na **sensibilidade do C do solo ao aquecimento.**



- Pode fornecer suporte empírico para a preocupação prolongada de que **o aumento das temperaturas estimula a perda de C do solo para a atmosfera,** podendo acelerar o aquecimento planetário no século XXI.
- As mudanças induzidas pelo aquecimento nos estoques de C do solo refletem o resultado líquido de mudanças nos fluxos de C para o solo, **que podem aumentar os esforços de modelagem para projetar a dinâmica do sistema da Terra no futuro.**

Obrigado! 😊