

Desafios para aumentar a produção de carbono em áreas reflorestadas com espécies nativas

Gabriel Dehon Rezende

Vitória, 14 de agosto de 2025



Remoção de carbono para o futuro



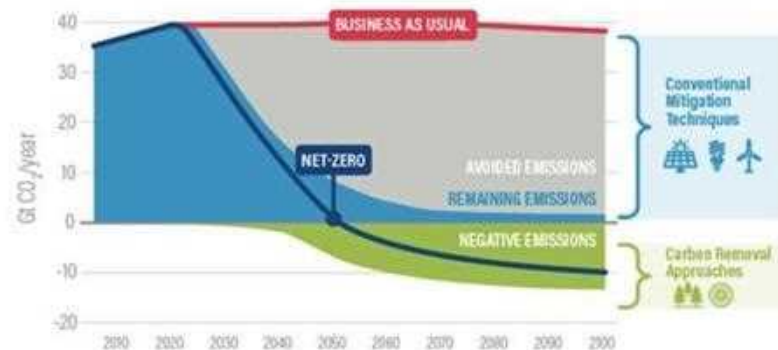
"Mombak has cracked the code on nature-based solutions in a way that many other providers can't"

-Brian Marrs, Microsoft Senior Director, [in Bloomberg](#)



O que fazemos?

Staying Below 1.5 Degrees of Global Warming



- Energia renovável
- Desmatamento evitado (REDD+)
- Substituição de combustíveis
- Colheita florestal postergada

- **Revegetação**
- Sistemas agroflorestais
- Biochar



Como fazemos?

Aquisição de terras

Pastos degradados
Compras ou parcerias



Reflorestamento

Espécies nativas e alta
diversidade



Remoção

Carbono em escala



Venda de créditos

De alta integridade para empresas
globais



MOMBAK

Créditos de carbono de reflorestamentos na Amazônia

+ \$220M

em investimentos

+ 18 mil ha

em terras

+ \$150M

em créditos vendidos

+ 8.3M

mudas plantadas



FÓRUM
DE QUALIDADE
DA MADEIRA
Vitória 2023



CPP Investments

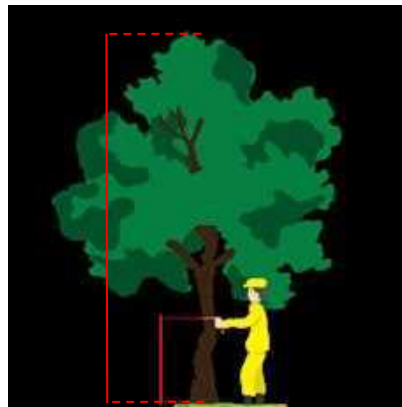


WORLD BANK GROUP





Qual é o nosso produto e como é medido?



(1)

dap, altura

medições de árvores em parcelas ao longo do tempo

Densidade da madeira é crucial para aumento do estoque de carbono!

(2)

agb (kg/árv.)

equações alométricas para estimativa da biomassa

Equação alométrica:

$$agb = 0.0673 \cdot (\rho \cdot dap^2 \cdot h)^{0.976}$$

agb = biomassa acima do solo (kg)
 dap = diâmetro a altura do peito (cm)
 h = altura (m)
 ρ = **densidade da madeira (g.cm⁻³)**

(3)

AGB (t/ha)

conversão unidade de hectare

Considerando tamanho das parcelas e espaçamento

(6)

AGCO₂ + BGCO₂ (t/ha)

menos *baseline, buffer, leakage* e incerteza resultam no CO₂ elegível para venda

1 crédito de carbono
=
1 tonelada de CO₂ elegível

(5)

BGCO₂ (t/ha)

cálculo para estoque de CO₂ abaixo do solo (raízes)

$$BGCO_2 = AGCO_2 \cdot R$$

$BGCO_2$ = CO₂ abaixo do solo (t/ha)
 R = root-to-shoot ratio (Fearnside & Guimarães 1996, aceito pela Verra)

(4)

AGCO₂ (t/ha)

conversão de biomassa para carbono e de carbono para CO₂

$$AGCO_2 = AGB \cdot CF \cdot (44/12)$$

$AGCO_2$ = CO₂ acima do solo (t/ha)
 CF = teor de carbono (%) - IPCC default = 0,47
 (44/12) = peso molecular CO₂/C



MOMBAK

P&D Florestal

Missão

“Aumentar a produtividade florestal e a remoção de carbono de alta integridade e permanência de forma sustentável ao menor custo possível”.



PhD. Gabriel Dehon
Chief Forestry Productivity Officer

- +30 anos de experiência em P&D Florestal para aumento da produtividade de eucalipto
- Doutorado em Genética e Melhoramento
- Diretor Sênior em 5 das principais empresas de papel e celulose do Brasil e Portugal



PhD. Renato Crouzeilles
Director of Forestry Productivity

- Professor em Restauração de Paisagens em 3 das principais Universidades brasileiras
- Cofundador e CEO do Australian Research Institute (ICEED)
- Coautor de mais de 50 artigos científicos, incluindo publicações nas revistas *Nature* e *Science*



Mateus Sanquetta
Forestry Biometrics Specialist

- MSc em *Forestry and Natural Resources*, University of Georgia
- +10 anos de experiência em quantificação de carbono
- Coautor de mais de 70 artigos científicos
- UNFCCC Expert - Brasil



Sergio Bentivenha
Head of Health & Nutrition

- Mestre em Ciências Florestais e Solos, ESALQ-USP
- +20 anos de experiência em proteção e nutrição florestal
- Atuação em mais de 7 estados em diferentes regiões do Brasil



Otavio Campoe
Ecophysiology Consultant

- Doutorado em Ciências Florestais e Ecofisiologia
- Prof. Universidade Federal de Lavras
- Coautor de mais de 80 artigos científicos



Severino Ribeiro
Head of Forestry Extension

- Doutorado em Restauração Ecológica, UFPE
- Fundador do CEPAN
- Coordenador do Pacto para Restauração da Mata Atlântica
- Professor visitante Univ. of British Columbia



João Pedro Carvalho
R&D Operations Coordinator

- +10 de experiência em operações de P&D florestal
- Coordenou a maior rede de P&D florestal do Brasil > 2.000 ha (500 experimentos)
- Atuação com nutrição, sanidade e extensão florestal

TBH
Breeding Specialist



Desafios para aumentar a produtividade de carbono em áreas reflorestadas com espécies nativas

Fenótipo (tCO₂e/ha/ano) = Genótipo (mix de espécies melhoradas) + Ambiente (clima, solo e manejo) + (GxA)

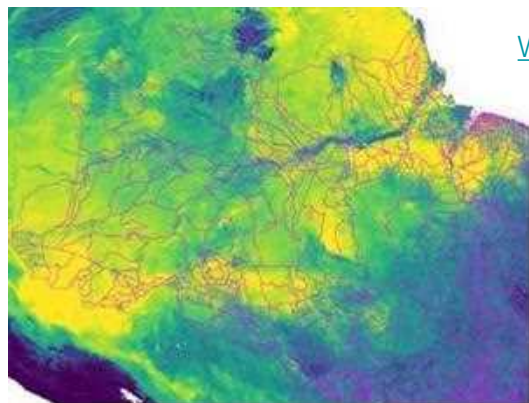
Biometria	Melhoramento	Proteção & Nutrição	Ecofisiologia	Extensão	Operações P&D
1. Modelagem de crescimento e produção. 2. Desenvolvimento de KPIs e benchmarks de qualidade florestal. 3. Análise de performance da floresta.	1. Melhoria do mix de espécies. 2. Programa de melhoramento genético clássico, considerando volume e densidade da madeira. 3. Técnicas de propagação vegetativa.	1. Recomendações de preparo do solo. 2. Recomendações de fertilização. 3. Controle de pragas e doenças. 4. Controle da matocompetição.	1. Zoneamento climático e definição de regiões e épocas de plantio prioritárias. 2. Recomendação de espaçamento. 3. Estudos de partição de biomassa e eficiência no uso de recursos naturais.	1. Suporte operacional <i>on-time</i>. 2. Transferência de conhecimento e tecnologia através da elaboração de manuais de recomendação, treinamentos, entre outros.	1. Garantia do fornecimento de mudas para experimentos P&D. 2. Implantação e manutenção dos experimentos de campo. 3. Avaliação dos experimentos e registro dos dados.



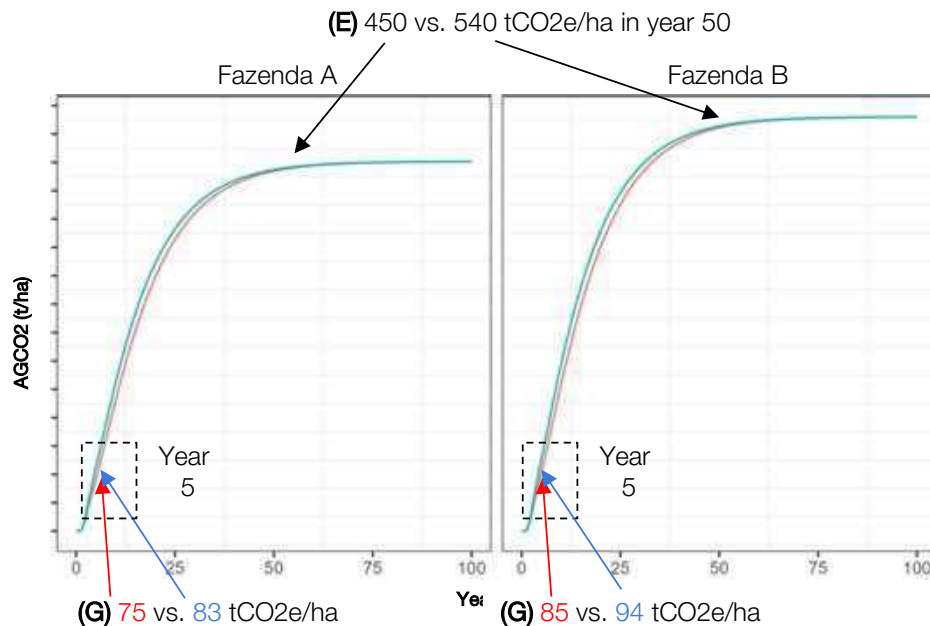
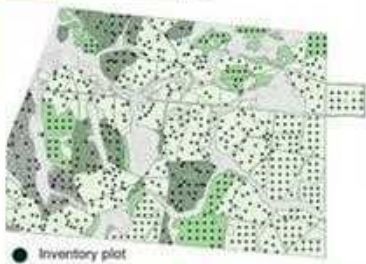
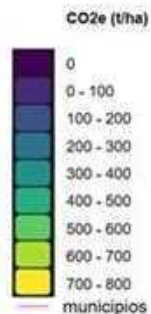


Modelagem de carbono

Conectamos dados de florestas maduras com nossas florestas jovens



[Walker et al. \(2022\)](#)



Consideramos tanto o efeito do ambiente (A) quanto do mix de espécies (G) na construção das nossas projeções de carbono para cada fazenda

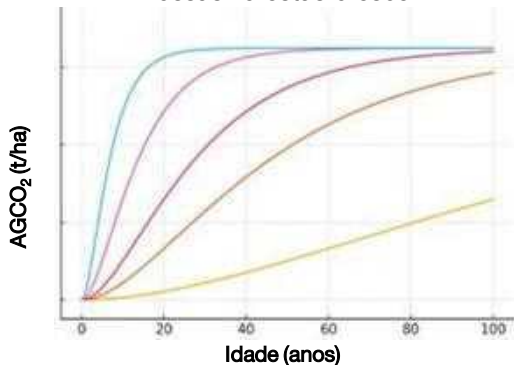


Otimização do mix e melhoramento genético de espécies

Otimizamos nosso mix, de +100 espécies para as ~30 mais de maior crescimento (recobrimento e diversidade)

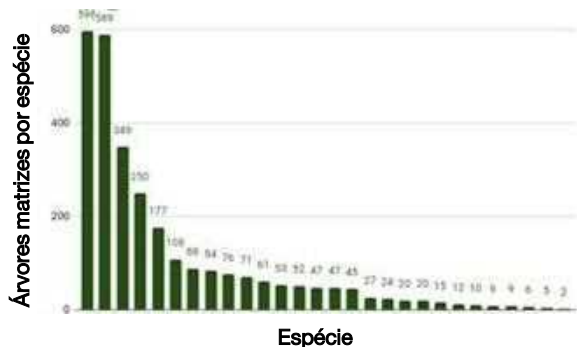
Mix operacional otimizado

O ganho genético controla quão rápido nossas florestas crescem.



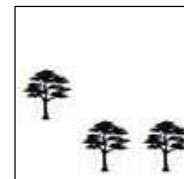
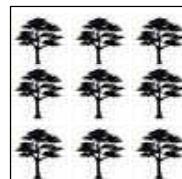
Estimamos um ganho de até 27% em relação ao primeiro mix plantado.

Criação de um programa de coleta de sementes melhoradas



Aumento de produtividade antecipado em paralelo ao programa de melhoramento genético clássico.

Seleção recorrente simples: avaliação, seleção e recombinação de indivíduos superiores por sucessivas gerações.



Instalamos monoblocos de mais de 30 espécies que serão convertidos em pomares de sementes melhoradas (ciclo 0).

Após seleção dos **melhores indivíduos (volume, forma e densidade)**, realizaremos desbaste e os indivíduos remanescentes se reproduzirão para geração de sementes melhoradas.



Otimização do manejo

A fertilização correta aumentar o crescimento em até 40% no primeiro ano

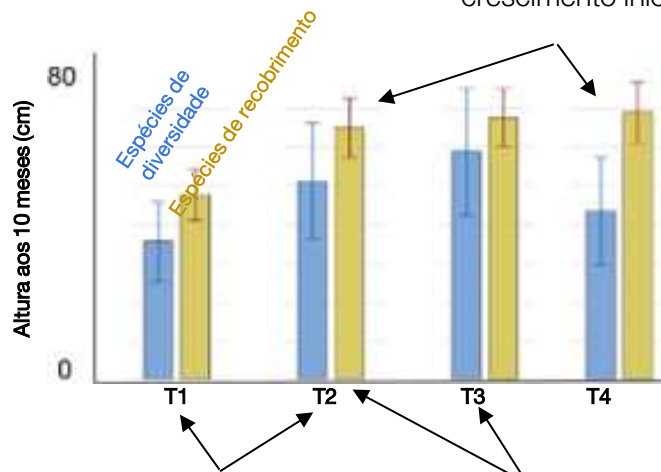
Ceiba speciosa (Paineira), 10 meses
sem adubação



Ceiba speciosa (Paineira), 10 meses
com adubação



A fertilização pode ser feita em uma única ocasião
(reduzindo custo), sem impacto significativo no
crescimento inicial (T4 vs. T2)



- T1 = Testemunha, sem fertilização
- T2 = 100% fertilização no sulco
- T3 = 200% fertilização no sulco
- T4 = 100% fertilização (70% no sulco + 30% cobertura)

A recomendação de fertilização aumentou
o crescimento inicial em até 38% (T1 vs
T2)

Fertilização em diferentes ocasiões não
apresentou efeito superior no crescimento
inicial (T3 vs T2)

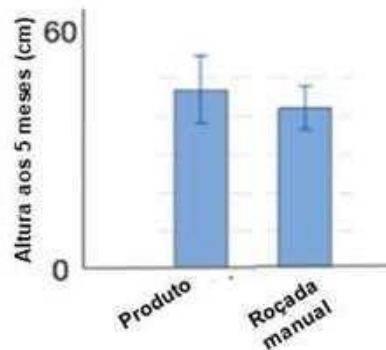


Otimização do manejo

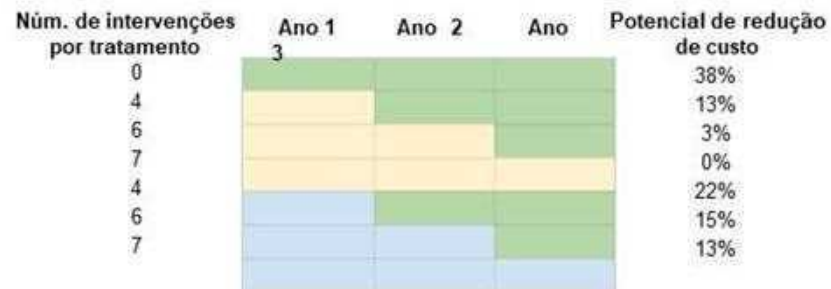
O controle do mato é fator crítico de sucesso

Uso de herbicida pré-emergente (*over-the-top*)

90 dias após plantio



Experimentos para entender a convivência com o mato e otimizar o número de aplicações



Sem controle

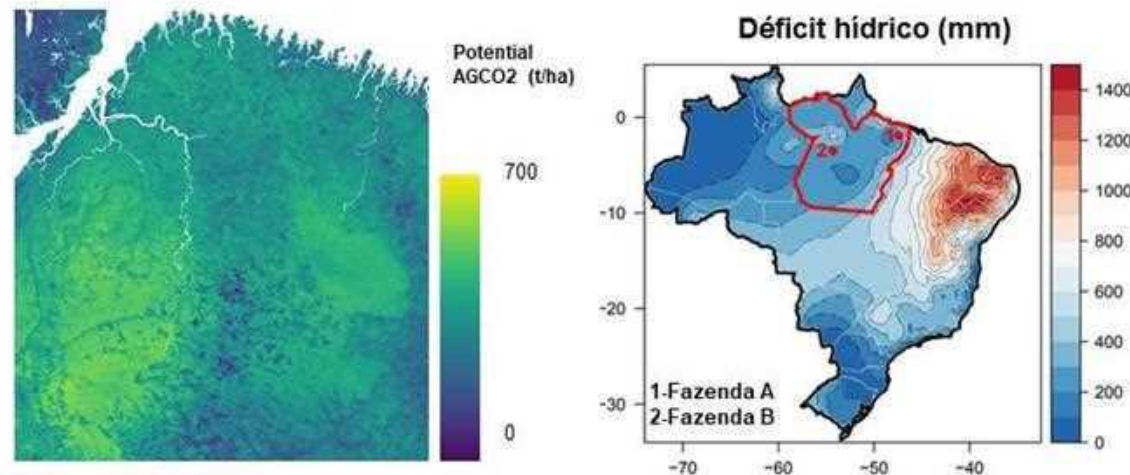
Controle em área total

Controle na linha



Zoneamento climático

Fundamental para estratégias de aquisição de terras / parcerias, experimentação florestal e ajustes nas recomendações técnicas (ex: mix de espécies específicos por região)



[Walker et al. \(2022\)](#)

A maior parte das nossas fazendas possuem déficit hídrico entre 350-450 mm, com estações (seca e chuvosa) bem definidas. Importante:

- Mix de espécies tolerantes à seca
- Experimentos e recomendações técnicas para maximizar a sobrevivência, especialmente na estação seca



Suporte contínuo para nossas operações florestais

Realizamos treinamentos, manuais de recomendação, aplicativos, entre outros materiais de suporte

1. Elaboração, divulgação e treinamento do manual de recomendações florestais.

2. Identificação de espécies, rastreabilidade e otimização da diversidade genética dos lotes de mudas.

3. Treinamento sobre comportamento e sucessão ecológica de espécies nativas.



4. Criação de KPIs de qualidade de mudas expedidas pelos viveiros parceiros.

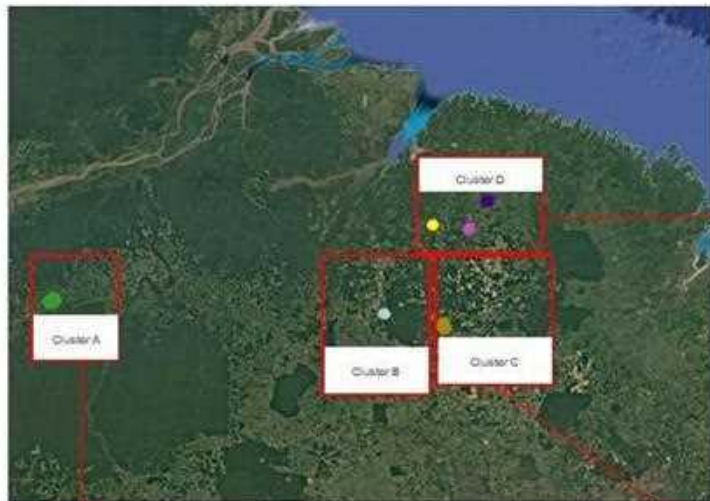
5. Treinamento sobre composição de mix de espécies e estratégias de replantio.

6. Suporte operacional *on-time*.



Rede de experimentos com +250 ha

Em dois anos, instalamos mais de 20 experimentos em diferentes fazendas



3 experimentos (100 ha)

- Mix de espécies (1)
- Monoblocos (1)
- Espaçamento (1)

1 experimento (40 ha)

- Mix de espécies (1)

17 experimentos (114 ha)

- Mix de espécies (1)
- Fertilização (4)
- Matocompetição (7)
- Espaçamento (4)
- Pragas e doenças (1)



Obrigado !

