

Maceió, 25 de maio de 2025

# WHITE PAPER: C12D CARBONO NEUTRO DESCENTRALIZADO,

VERSÃO: 1.1

Desbloqueando o Potencial do Mercado Interno de Carbono do Brasil Através da Certificação Digital Descentralizada

## 1. Introdução: O Desafio da Descarbonização no Brasil

O Acordo de Paris estabeleceu metas globais ambiciosas para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), visando limitar o aquecimento global a bem menos de 2°C acima dos níveis pré-industriais, buscando esforços para limitá-lo a 1,5°C. O Brasil, como signatário, ratificou o Acordo através do Decreto N° 9.073/17 e se comprometeu a reduzir suas emissões líquidas de GEE em 37% em relação a 2005 até 2025, e em 43% até 2030, com a meta de neutralidade das emissões líquidas até 2050. Apesar desses compromissos, entidades ambientais criticaram o Brasil pela falta de detalhes sobre como essas metas seriam alcançadas.

O Brasil ocupa o quinto lugar entre os maiores emissores climáticos globais. Para que o país atinja emissões líquidas zero, a vasta área de vegetação nativa, que cobre 66% do território, representa a maior oportunidade para gerar riqueza baseada na preservação da biodiversidade. A vegetação nativa brasileira remove cerca de 90 bilhões de toneladas de CO<sup>2</sup> anualmente, ou 42 toneladas de CO<sup>2</sup> por hectare por ano em média.

Apesar desse imenso potencial de remoção de carbono, o mercado interno de descarbonização enfrenta obstáculos significativos. O principal deles é a exigência do mercado externo comprador de créditos de carbono de vegetação nativa por certificações tradicionais, como a VERRA-AFOLU, que domina mais de 80% do mercado brasileiro. No entanto, essa certificação tradicional é custosa, demorada e complexa, inviabilizando a maioria das áreas brasileiras e excluindo pequenos e médios

Contatos Técnico Responsável: Gustavo Irgang - Sede: Francisco Thomas dos Santos, 6422 – 12 –  
[gustavo@c12d.com](mailto:gustavo@c12d.com) - <https://c12d.com/> Armação do Pântano do Sul, Florianópolis, SC

Tel: (48) 999630479 (82)993976262

Filial: Av, Gustavo Paiva, 5216 – 1204 – Cruz das  
Almas – Maceió – AL,

produtores (áreas inferiores a 30 mil hectares). Essa lentidão e alto custo limitam a geração de créditos de carbono a apenas uma pequena fração do potencial total. O volume máximo de créditos gerado pela certificação VERRA no Brasil até 2060 é estimado em 4,968 Mt (Mega toneladas), o que representa apenas 6,76% da demanda estimada para atingir as metas brasileiras.

Diante dessas barreiras e da necessidade de cumprir as metas do Acordo de Paris, a estruturação e o desenvolvimento de um Mercado Interno de Carbono Brasileiro se torna crucial. Esse mercado interno, baseado na geração de créditos de carbono por remoções de CO<sub>2</sub> por vegetação nativa, pode compensar as emissões excedentes, gerar receita para detentores de terras (incluindo proprietários privados, gestores de Áreas Protegidas, Municípios, Estados e a União), e viabilizar o custeio de despesas ambientais, econômicas e sociais.

## 2. A Solução: O Protocolo C12d Carbono Neutro Descentralizado

O sistema proposto pelo protocolo C12d Carbono Neutro Descentralizado visa facilitar e ampliar o acesso ao mercado de carbono e serviços ambientais para pequenas e médias propriedades rurais e outros detentores legais de áreas com natureza preservada. Ele busca superar os obstáculos da certificação tradicional através de um sistema de certificação digital descentralizada.

O Protocolo C12d oferece um padrão de certificação brasileiro para projetos de remoção de emissões de GEE em vegetação nativa. O sistema é dedicado à simplificação objetiva do processo de geração de créditos para pagamentos de serviços ambientais.

## 3. Como o Sistema C12d Funciona

O Protocolo C12d é desenvolvido pelo sistema C12d. Este sistema é composto por um código válido padrão, de uma APP do Google Earth Engine registrada no INPI. A análise que gera o código do Projeto, a pedido do produtor, é a parametrização do código.

O sistema C12d foi desenvolvido para ser descentralizado e de código aberto, onde cada operação envolve diferentes partes em cada Projeto por adesão voluntária.

### Partes Definidas em Contrato:

Contatos Técnico Responsável: Gustavo Irgang -  
[gustavo@c12d.com](mailto:gustavo@c12d.com) - <https://c12d.com/>

Tel: (48) 999630479 (82)993976262

Sede: Francisco Thomas dos Santos, 6422 – 12 –  
Armação do Pântano do Sul, Florianópolis, SC

Filial: Av, Gustavo Paiva, 5216 – 1204 – Cruz das  
Almas – Maceió – AL,

\* Proponentes do Projeto: O detentor dos direitos sobre a terra (CPF ou CNPJ com direitos sobre o Imóvel Rural-SIGEF).

\* Agente de Validação: A Empresa que elabora o projeto e reúne a documentação para encaminhar para certificação. Esta precisa estabelecer parceria com uma certificadora e de licença de uso comercial do código do Google Earthengine. A C12d GESTAO DE ATIVOS LTDA. atua como o primeiro Agente de Validação.

\* Agente de Verificação: Certificadora e registradora como organização sem fins lucrativos independente. O INSTITUTO DE VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PAGAMENTOS DE SERVIÇOS AMBIENTAIS - CERTIPASA - manifestou oficialmente adesão ao sistema de certificação digital e atua como Agente de Verificação e Central de Controle da Certificação no Sistema C12d. A COOPERATIVA DOS PRODUTORES DE CRÉDITO DE CARBONO SOCIAL E AGRICULTORES FAMILIARES DO BIOMA CAATINGA também é parceira como Agente de Verificação.

\* Representantes de Emissão: O portador de créditos emitidos por cada Projeto C12d.

### **Processo de Geração de Créditos:**

A geotecnologia faz todo o processo de geração de créditos rapidamente, proporcionando precisão e padronização na parametrização e certificação dos resultados. Uma importante simplificação está na elaboração do projeto inicial: em áreas certificadas pelo SIGEF (INCRA) com este registro basta para a elaboração do contrato e proposta piloto quantitativa do montante de créditos a ser certificado e auditado. Para propriedades rurais, a identificação atende à legislação de certificação e georreferenciamento pelo INCRA. A comprovação documental de domínio sobre a propriedade geradora dos créditos é um requisito.

O resultado de cada projeto vem da análise e integração de dados espacializados, incluindo o histórico anual de créditos de carbono (removido/evitado) de 2000 até 2023, o uso do solo para esse mesmo período, e o polígono georreferenciado dos limites da propriedade.

### **Fontes de Dados e Tecnologia:**

Contatos Técnico Responsável: Gustavo Irgang -  
[gustavo@c12d.com](mailto:gustavo@c12d.com) - <https://c12d.com/>

Tel: (48) 999630479 (82)993976262

Sede: Francisco Thomas dos Santos, 6422 – 12 –  
Armação do Pântano do Sul, Florianópolis, SC

Filial: Av, Gustavo Paiva, 5216 – 1204 – Cruz das  
Almas – Maceió – AL,

- \* O sistema C12d é desenvolvido na plataforma Google Earth Engine.
- \* Os dados espaciais são de fontes independentes e livres.
- \* Para comprovação do uso do solo: Mapbiomas. (“MapBiomas – Coleção [9] da série [anual / mensal] de Mapas de [Cobertura e Uso da Terra / Carbono no Solo] do Brasil, acessado em [24/05/2025] através do link: [“<https://brasil.mapbiomas.org/>”])
- \* Para os estoques de carbono: NASA do satélite MODIS/061/MOD17A3HGF (Net e Primary Productivity).
- \* Contabilizamos emissões efetivamente evitadas e comprovadas por satélite desde o ano 2000, anualmente até 2022.

### **Adicionalidade e Linha de Base:**

Um requisito importante para a geração de créditos é apresentar adicionalidade positiva. A adicionalidade ocorre onde a proporção de áreas nativas dentro do perímetro do projeto é maior do que no entorno da área. No sistema C12d, a Linha de Base é computada pela diferença da porcentagem de área natural dentro do Projeto pela porcentagem de área natural no entorno do Projeto. Se essa diferença for positiva, corresponde à proporção do total de carbono elegível para geração de créditos. O entorno é definido pelo tamanho do buffer do sistema, que pode variar conforme a paisagem e o tamanho do projeto para maximizar a adicionalidade. Projetos com adicionalidade negativa, onde a área nativa dentro do perímetro é menor que no entorno, ou menores que o estipulado pelo Código Florestal para o Bioma, a princípio, não são elegíveis.

### **Análise de Risco de Não Permanência e Vazamento:**

No Sistema C12d, não existem as complexas análises de risco de Não Permanência e de vazamento exigidas por certificações tradicionais. Isso ocorre porque os créditos são gerados para cada ano passado, “recompensando quem” efetivamente preservou, em vez de “apostando no” futuro. Acreditamos que isso incentiva mais produtores a ampliar suas áreas naturais visando aumentar a geração de créditos e receitas futuras.

### **Tempo de Crédito (Vintage):**

No Protocolo C12d, o tempo é contado para trás, a partir do ano 2000, início das séries históricas dos dados de satélite. Contamos o tempo passado e somamos o valor real de carbono em cada ano, proporcionando um retorno concreto a quem efetivamente preservou vegetação nativa. O tempo máximo de créditos hoje é de 22 anos (contando até 2023). Contudo, padronizamos 10 anos para emissão de créditos certificados para melhorar a "vintage" do crédito gerado.

#### 4. Vantagens e Diferenciais do Sistema C12d

O Sistema C12d apresenta diversos diferenciais em relação aos métodos de certificação tradicionais, como o da VERRA:

- \* **Acessibilidade e Inclusão:** Facilita e amplia o acesso ao mercado de carbono para pequenas e médias propriedades rurais, que geralmente são excluídas por certificações tradicionais devido aos altos custos e complexidade.

- \* **Abrangência de Biomas:** Atende a todos os biomas brasileiros, incluindo aqueles com menor biomassa que são menos favorecidos em padrões tradicionais.

- \* **Processo Totalmente Digital:** Todo o protocolo e a certificação são feitos digitalmente. A documentação é gerada online e em português e inglês.

- \* **Agilidade e Redução de Custos:** O uso de geotecnologia dispensa inventários em campo e planos de monitoramento complexos, diminuindo enormemente os custos e o tempo de desenvolvimento do projeto.

- \* **Precisão e Padronização:** Utiliza uma metodologia padronizada para todo o território brasileiro, resolvendo distorções entre diferentes estimativas de produtividade de carbono. Os dados são comprovados por satélite para cada ano.

- \* **Transparência e Auditabilidade:** O sistema é desenvolvido em código aberto, totalmente verificável e auditável. Cada projeto possui APPs próprias para conferência rastreabilidade e auditoria, apresentando um código único e histórico com dados e mapas para consulta, inclusive de possíveis afetações de áreas públicas.

- \* **Socioambiental:** Possui um perfil socioambiental evidente, com ganhos extras para Pagamentos de Serviços Ambientais (PSA) em determinadas áreas e biomas

(detalhado abaixo). O sistema evita contatos indesejados com indígenas em Terras Indígenas, pois não exige vistoria de campo.

\* Desenvolvimento no Brasil: Todos os processos, contratos e a certificação são desenvolvidos no Brasil e online.

## 5. Potencial de Mercado e Contribuição para Metas Brasileiras

A estruturação do Mercado Interno de Carbono, com base na vegetação nativa, representa uma enorme oportunidade econômica para o Brasil. Uma estimativa conservadora do volume de carbono de vegetação nativa passível de certificação no Brasil, considerando 50% das áreas privadas georreferenciadas no SIGEF e 50% das áreas protegidas, é de 113,140 Mt de CO<sub>2</sub>e. Apenas este volume, estimado conservadoramente em R\$ 50,00 por tonelada, renderia R\$ 5,6 trilhões de reais, quase 2/3 do PIB nacional.

A parte certificável em Áreas Protegidas é de 75,730 Mt, gerando R\$ 3,7 trilhões. O volume certificável privado é de 39,019 Mt, gerando R\$ 1,9 trilhões. O volume certificável com melhor "vintage" (até 10 anos de idade) é de 66,800 Mt, rendendo R\$ 3,3 trilhões, próximo a 1/3 do PIB nacional e pagaria quase toda a conta de neutralização brasileira até 2050.

A limitação imposta pelas certificadoras tradicionais, como a VERRA, impede que o Brasil aproveite plenamente esse potencial. O volume máximo que a certificação VERRA geraria até 2060 (4,968 Mt) representa apenas 6,76% da demanda estimada no Brasil, e qual a pertinência de se certificar no exterior os créditos das florestas nacionais para atingir nossas metas internas, uma verdadeira barreira ao potencial de geração de créditos de carbono de vegetação nativa brasileira..

O Mercado Interno de Carbono de Vegetação Nativa, viabilizado por soluções como o Protocolo C12d, pode quitar quase todas as metas de reduções de emissões líquidas do Brasil, suprir a compensação e neutralização de emissões, e gerar significativa riqueza econômica a partir da preservação da biodiversidade brasileira.

## 6. Certificação e Transparência

Os créditos emitidos para cada projeto são certificados por instituições independentes e sem fins lucrativos, que seguem acompanhando cada crédito até que

ele seja extinto ou aposentado, quando efetivamente ocorreu a compensação da emissão pretendida.

O INSTITUTO DE VERIFICAÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE PAGAMENTOS DE SERVIÇOS AMBIENTAIS - CERTIPASA - é um Agente de Verificação e Central de Controle da Certificação no Sistema C12d, fornecendo a certificação e o controle das transações dos créditos emitidos e verificados. A CERTIPASA emite o certificado para cada projeto. Hoje, o C12d dispõe de uma carteira com aproximadamente 7 milhões de toneladas de CO<sup>2</sup>e já certificadas pela CERTIPASA.

O C12d foi desenvolvido com base em normas ISO (International Organization for Standardization) e NBR, como ISO 14064-2:2006, ISO 14064-3:2006 e NBR ISO 14064-1 DE 10/2022, relativas a gases de efeito estufa. Princípios como Relevância, Completude, Consistência, Precisão, Transparência e Conservadorismo, retirados da ISO 14064-2:2006, são mantidos.

A validação e a verificação são processos independentes. A validação determina se o projeto está em conformidade com as regras do Protocolo C12d antes da emissão de créditos. A verificação avalia periodicamente as reduções e remoções de GEE ocorridas. Declarações de validação e verificação são geradas com base no extrato do sistema. Os organismos de validação/verificação devem atender aos requisitos de competência da ISO 14065:2013. Os relatórios de validação e verificação descrevem o processo e as conclusões. O sistema C12d elimina a necessidade de um Plano de Monitoramento constante exigido em métodos tradicionais, pois o extrato do sistema já apresenta o resultado alcançado em cada ano, comprovado por mapas de satélite.

A auditoria é uma etapa adicional que deve ser contratada a instituições independentes com habilitação para auditar o processo de registro dos créditos e a parametrização do código no Google Earth Engine.

A ação de conservação ou restauração é certificada digitalmente como compensação porque reduz ou remove emissões, motivada pelo incentivo fornecido pelo projeto que garante a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ambientais. A documentação, processamento de dados, inventário e emissão dos certificados são totalmente digitais e seguros por chaves de segurança.

## 7. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e Ganhos Extras

Contatos Técnico Responsável: Gustavo Irgang - Sede: Francisco Thomas dos Santos, 6422 - 12 -  
[gustavo@c12d.com](mailto:gustavo@c12d.com) - <https://c12d.com/> Armação do Pântano do Sul, Florianópolis, SC

Tel: (48) 999630479 (82)993976262

Filial: Av, Gustavo Paiva, 5216 - 1204 - Cruz das  
Almas - Maceió - AL,

O Pagamento dos Serviços Ambientais (PSA) é realizado por meio do mercado de carbono, onde uma área natural preservada gera créditos de carbono com ganhos extras pelos demais serviços ambientais e inclusão social prestados.

Conforme diferentes conjunturas espaciais legalmente reconhecidas entre os elementos da paisagem, pode haver um acréscimo no valor relativo do montante de crédito de carbono certificado. Áreas legalmente definidas que contribuem significativamente para serviços ambientais podem receber um acréscimo proporcional em créditos de carbono equivalente. Isso inclui:

- \* Unidades de Conservação de Proteção Integral (Monumentos Naturais,): 30% de acréscimo.
- \* Unidades de Conservação de Uso Sustentável, Refúgios de Vida Silvestre, RPPN, Quilombos: 15% de acréscimo.
- \* Terras Indígenas: 50% de acréscimo, recebendo os maiores valores de PSA, evidenciando o perfil socioambiental do Protocolo C12d.
- \* Lei da Mata Atlântica: 10% de acréscimo.
- \* Reserva da Biosfera: 5% de acréscimo.
- \* Semiárido: 15% de acréscimo.
- \* Zona de influência dos Reservatórios (buffer de 2 km): 25% de acréscimo.

Para compensar o grau de degradação e prioridade de preservação de cada bioma brasileiro, foi estabelecida uma progressividade de ganho de créditos de carbono equivalente, até 10%, conforme as prioridades de conservação (tabela extraída da plataforma MapBiomas):

- \* Mata Atlântica: 10% de acréscimo (66.57% de área antrópica).
- \* Cerrado: 8% de acréscimo (44.89% de área antrópica).
- \* Pampa: 6% de acréscimo (44.07% de área antrópica).
- \* Caatinga: 4% de acréscimo (36.25% de área antrópica).
- \* Pantanal: 2% de acréscimo (16.21% de área antrópica).

\* Amazônia: 1% de acréscimo (15.11% de área antrópica).

O C12d gera mais créditos proporcionalmente para quem promove mais benefícios socioambientais.

## 8. Criptoativo \$C12d

Em breve, o proprietário do imóvel certificado poderá receber o pagamento de seus créditos de carbono equivalente \$C12d em criptomoedas. Depositadas em carteira própria do dono do projeto (com mesmo CPF ou CNPJ), essa criptomoeda será registrada na rede Blockchain de forma irreversível. Poderá ser guardada, trocada, fracionada e aposentada, cumprindo eletronicamente sua missão de remoção e compensação de emissões, retribuindo a riqueza da biodiversidade brasileira. A conversão dos créditos em criptomoeda representa uma saída visando liquidez imediata pela facilidade de venda fracionada (ainda a ser desenvolvido).

## 9. Regulamentação do Mercado Interno de Carbono

A criação de mecanismos internos para tributar ou "precificar" emissões, como o mecanismo de ajuste de carbono na fronteira (CBAM) da União Europeia, torna a regulamentação do mercado interno de carbono no Brasil essencial para evitar barreiras comerciais e garantir o controle sobre os resultados das reduções.

Além de gerar créditos de qualidade, a regulamentação deve incluir regras claras para obrigar quem emite a compensar. Uma ideia proposta é incluir o carbono no imposto de renda, tributando receitas líquidas de pessoas físicas e jurídicas em toneladas de carbono por milhão de receita, ou permitir a dedução de remoções em uma declaração completa.

A implantação de um sistema nacional, como o previsto Lei Brasileira do Carbono (Lei nº 15.042/2024) (SBCE), desde que não impeça o registro da certificação digital nacional C12d, poderia cumprir o papel de central de controle das emissões nacionais. O Sinare preve o registro público e acessível, em ambiente digital, de projetos de geração e compensação de créditos de GEE e o credenciamento de certificadoras e centrais de custódia.

## 10. Conclusão

O Protocolo C12d Carbono Neutro Descentralizado oferece uma solução inovadora e escalável para destravar o imenso potencial do mercado interno de carbono de vegetação nativa no Brasil. Ao superar as barreiras de custo, complexidade e escala dos métodos de certificação tradicionais através de uma abordagem digital e descentralizada baseada em geotecnologia, o C12d democratiza o acesso ao mercado de carbono para proprietários de terras de todos os tamanhos e biomas.

Com seu foco socioambiental, reconhecendo e valorizando áreas protegidas e biomas mais degradados através de ganhos extras em PSA, e eliminando a necessidade de complexas análises de risco futuro e monitoramento constante, o C12d recompensa a preservação efetiva já realizada.

Ao viabilizar a geração em larga escala de créditos de carbono certificados nacionalmente, o C12d pode catalisar a estruturação de um robusto mercado interno de descarbonização. Este mercado tem o potencial não apenas de contribuir significativamente para que o Brasil atinja suas metas climáticas do Acordo de Paris e a neutralidade de emissões líquidas até 2050, mas também de gerar trilhões de reais em riqueza a partir da preservação da sua inestimável biodiversidade, impulsionando o desenvolvimento sustentável e a função social da terra. A certificação digital é a solução para atingir a escala necessária com eficiência e precisão em todo o território nacional, democratizando os benefícios e a riqueza dos créditos de carbono.

---

**Geógrafo MSc Ecologia Gustavo Vasconcellos Irgang**

**C12d Gestão de Ativos LTDA.**

**Contatos Técnico Responsável: Gustavo Irgang** -  
[gustavo@c12d.com](mailto:gustavo@c12d.com) - <https://c12d.com/>

**Tel: (48) 999630479 (82)993976262**

Sede: Francisco Thomas dos Santos, 6422 – 12 –  
Armação do Pântano do Sul, Florianópolis, SC

Filial: Av, Gustavo Paiva, 5216 – 1204 – Cruz das  
Almas – Maceió – AL,