AVALIAÇÃO DO CAPITAL NATURAL EM FAZENDAS DE **SOJA** NO CERRADO BRASILEIRO:

Uma aplicação do Protocolo de Capital Natural

NO ÂMBITO DO PROJETO
PARCERIA PARA O BOM DESENVOLVIMENTO
(*GOOD GROWTH PARTNERSHIP*)

Avaliação do capital natural em fazendas de soja no Cerrado brasileiro: uma aplicação do Protocolo de Capital Natural

Coordenação Geral

Iniciativa de Clima e Cadeias Agropecuárias
IMAFLORA
Programa I+
Conservação Internacional - CI-Brasil
Good Growth Partnership

Autores

Paulo Seifer
PhD em Energia pela Universidade Federal do ABC
Consultor

Isabel Garcia Drigo
PhD em Ciência Ambiental pela AgroParisTech/França e PROCAM/Universidade de São Paulo
Coordenadora de Projetos na área de Cadeias Agropecuárias no IMAFLORA

Ciniro Costa Jr.
PhD em Química na Agricultura e Meio Ambiente pela Universidade de São Paulo
Coordenador de Projetos da área de Clima no IMAFLORA

Ricardo Camargo
MsC em Desenvolvimento Territorial/ Universidade Federal do ABC
Coordenador de Certificação Florestal no IMAFLORA

Bruno Coutinho
Dr. em Geografia/ Universidade Federal do Rio de Janeiro
Diretor de Gestão do Conhecimento - CI-Brasil

PIRACICABA | Setembro de 2020

GOOD GROWTH PARTNERSHIP
CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL Brasil
imaflora 25 anos Articulando diálogos. Cuidando da Terra.
IDESAM imaflora IMPACTO EM CADEIAS DE VALOR E TERRITÓRIOS

SUMÁRIO

1. RESUMO EXECUTIVO 5

INTRODUÇÃO 7 2.

3. A RELAÇÃO ENTRE O CAPITAL NATURAL E A PRODUÇÃO DE SOJA 10

3.1. Definindo o que avaliar: dependências e impactos 13
3.2. Definindo como medir e valorar..... 15
3.3. Valores adotados para a quantificação e monetização de impactos e dependências..... 16

ESTUDOS DE CASO: PRINCIPAIS RESULTADOS 18 4.

4.1. Os capitais naturais na perspectiva do produtor: riscos e oportunidades 19
4.2. Quantificação e valoração monetária dos capitais naturais..... 19

5. CONCLUSÕES 23

REFERÊNCIAS 23 6.

AVALIAÇÃO DO CAPITAL NATURAL EM FAZENDAS DE **SOJA** NO CERRADO BRASILEIRO

1.

RESUMO EXECUTIVO

Os recursos naturais formam a base econômica da produção, não somente, mas principalmente na agricultura e pecuária. Unidades de água, de solo fértil e de carbono são captadas e devolvidas ao meio ambiente. Por exemplo, o impacto causado pela emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), a contaminação de águas, entre outros, acabam sendo tratados como externalidades, no contexto da produção. Isto implica em que estes fatores, ora tratados como externalidades, podem ser internalizados na produção (por força de lei, pressão de consumidores etc.) (MARTINEZ ALIER, 2009). Assim, quantificar e valorar o Capital Natural pode trazer subsídios para tomadas de decisão relativas ao uso destes capitais, no contexto da produção (NCC, 2019). O Protocolo de Capital Natural (PCN) foi desenvolvido com este espírito pela Natural Capital Coalition e lançado em 2016.

No que diz respeito à produção de soja, "dentro da porteira" (considerando apenas as questões de produção) como será destacado a seguir, são poucas as pesquisas que utilizam o PCN para a avaliação da produção no Brasil. Um destaque é o estudo do projeto TEEB Brasil (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), que avaliou, em termos comparativos, a produção de soja com e sem reserva legal, em uma produção hipotética (mas com dados reais) no oeste baiano.

OBJETIVOS DO ESTUDO

- **Compreender** a relação do produtor com os capitais naturais, e sua visão sobre riscos e oportunidades relacionados a eles.
- **Identificar**, registrar e quantificar, em termos monetários, as práticas vigentes nas fazendas de soja que minimizem a perda de capitais naturais como o solo, água e biodiversidade.

MÉTODOS

Um questionário estruturado foi desenvolvido para guiar a coleta de dados. A primeira etapa consistiu em visita de campo e entrevistas com os produtores e técnicos nas fazendas em fevereiro de 2019. Depois ocorreram trocas contínuas, ao longo de um ano, através de correio eletrônico e chamadas telefônicas, para obtenção de dados quantitativos e análises de solo. A última etapa consistiu na valoração dos impactos e dependências pré-identificados, cálculos dos valores monetários e interpretação dos dados.

LIMITANTES DA AVALIAÇÃO

Deve-se destacar como limite das avaliações o fato de que medições diretas dos capitais naturais não foram realizadas. O uso de valores *default* para a quantificação e valoração é um recurso importante para que se possa ter uma noção da grandeza dos capitais naturais, mas medições mais precisas são necessárias para que se possa efetivamente diferenciar as fazendas avaliadas. Por exemplo, para o cálculo dos serviços de controle de erosão e do estoque de carbono pelo solo do Cerrado, os valores utilizados neste estudo vêm da média de uma região muito maior do que as propriedades. Mesmo assim, este tipo de dado existia somente para o Oeste da Bahia e não para o estado do Tocantins. Isto implica em valores que podem se distanciar um pouco da realidade do fluxo efetivo de capital natural.

PRINCIPAIS RESULTADOS

O estudo envolveu três propriedades já atendidas pela equipe de campo do Projeto Parceria para o Bom Desenvolvimento

em duas regiões do grande território conhecido como MATOPIBA (formada pelos acrônimos dos nomes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Também foi avaliado um conjunto de três áreas contínuas no oeste baiano. Em relação ao tamanho das fazendas, em todos os casos são fazendas de médio porte com áreas entre 3.200 ha e 4.500.

RISCOS E OPORTUNIDADES

Solo e água são os mais reconhecidos como verdadeiros capitais. Outro aspecto interessante é o início do reconhecimento dos riscos climáticos. O principal risco está relacionado à escassez de água. Os veranicos (períodos sem chuva e quentes no meio da estação chuvosa) têm se tornado mais frequentes. Por isso, duas fazendas da amostra já recorrem à irrigação para garantir a germinação.

A biodiversidade, expressa na vegetação nativa remanescente da propriedade, não é tão valorizada. Contudo, em dois casos onde há maior diversificação da produção, a vegetação nativa aparece tanto como importante para o bem estar animal (sombra para o gado na pastagem), quanto como abrigo de polinizadores importantes para os cultivos de hortaliças.

QUANTIFICAÇÃO E VALORAÇÃO MONETÁRIA DOS CAPITAIS NATURAIS

A principal dependência de capital natural identificada foi a dependência de solo íntegro. Desta forma o serviço de controle de erosão proporcionado pela prática do plantio direto e o serviço ecossistêmico do solo protegido pelo Cerrado nativo foram calculados. Apenas um dos casos onde a Reserva Legal está compensada em outra propriedade o cálculo do serviço de controle de erosão pelo solo do Cerrado nativo não foi contabilizado.

Em dois casos, a área de vegetação nativa conservada nestas propriedades eleva o valor da conservação do solo. Contabilizando 1.720 ha e 2.406 ha de área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, estas fazendas evitam perdas monetárias da ordem de R$ 800 mil/ha/ano e R$ 1,25 milhão/ha/ano.

Todas as fazendas apresentam economias ao possibilitar o serviço de controle de erosão por meio da prática do plantio direto. Estas economias variam de R$ 180 mil/ha/ano (menor área cultivada) até R$ 870 mil/ha/ano (maior área cultivada). Este é um custo evitado que pode ser aplicado em outras melhorias produtivas e ambientais.

Finalmente, os valores para o estoque de carbono pela área de Reserva Legal e APP; pelo solo do Cerrado nativo e pelo solo cultivado, também representam saldos positivos para as fazendas. A fazenda com maior área de Reserva Legal e APP contabilizou um valor de R$ 1,8 milhão de ativo de carbono estocado na vegetação e R$ 13 milhões no carbono no solo do Cerrado nativo. Somente um caso possui as três formas de retenção de carbono na fazenda (acima do solo, solo cerrado e solo cultivado). A soma dos valores potenciais deste serviço ecossistêmico é de R$ 18 milhões.

IMPACTOS NEGATIVOS EM FUNÇÃO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA E EMISSÕES DE GEE POR COMBUSTÍVEIS

A medição deste fator foi muito prejudicada na pesquisa pela falta do registro da informação pelos produtores. Apenas para um caso o dado foi fornecido e representa um valor significativo para uma safra (R$ 450 mil ou R$ 375,00/ha).

Quanto às emissões de GEE pelos combustíveis, todas as fazendas apresentam custos sociais significativos variando de R$ 8 mil reais para uma área cultivada de 1.000 hectares até R$ 51 mil por safra para a maior área cultivada (quase três mil hectares).

CONCLUSÕES

A aplicação do Protocolo de Valoração do Capital Natural pode ser um instrumento interessante para a mensuração dos impactos, sejam eles positivos ou negativos, da produção da soja nos territórios analisados. Contudo, é importante se considerar todos os usos de solo presentes na propriedade.

Nos casos estudados, a principal mensagem é que o bom balanço da contabilidade de capitais naturais na paisagem depende da conservação das áreas de vegetação nativa do Cerrado, da recuperação das áreas degradadas e do bom manejo contínuo do solo nas áreas já abertas.

Em segundo lugar, as quantidades de carbono retido no solo são importantes e a projeção dos valores monetários, considerando um potencial mercado para as emissões evitadas de carbono. Contudo, por melhor que seja a prática de plantio direto da soja aplicada, ela não compensa a supressão da vegetação nativa do Cerrado.

Há que se considerar todo o serviço ecossistêmico prestado pelo Cerrado, inclusive no que diz respeito ao controle da erosão e provisionamento de polinização, por exemplo. Ainda, a manutenção destes níveis de carbono no solo cultivado depende de boas práticas continuadas de manejo do solo cultivável. Por isso, monitoramento a cada safra é importante para confirmar se há manutenção do estoque.

2.

INTRODUÇÃO

A ideia que impulsiona a valoração do Capital Natural por empresas é a de que o uso destes capitais na produção acaba não sendo considerada. Por que capitais? Porque recursos naturais são a base da produção, não somente, mas principalmente na agricultura e pecuária. Unidades de água, de solo fértil e de carbono são captadas e devolvidas ao meio ambiente. Por exemplo, o impacto causado pela emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), a contaminação de águas, entre outros, acabam sendo tratados como externalidades, no contexto da produção. Isto implica em que estes fatores, ora tratados como externalidades, podem ser internalizados na produção (por força de lei, pressão de consumidores etc.). Assim, quantificar e valorar o Capital Natural pode trazer subsídios para tomadas de decisão relativas ao uso destes capitais, no contexto da produção (NCC, 2019).

O Protocolo de Capital Natural (PCN) foi desenvolvido com este espírito pela *Natural Capital Coalition* e lançado em 2016. De forma sintética, o desenvolvimento desta ferramenta tem como objetivo avaliar os tópicos mais importantes relativos à produção (princípio de relevância), com o uso de técnicas robustas (princípio do rigor), com transparência com relação a todos os estágios de modo a garantir a replicabilidade e que as ferramentas e dados utilizados sejam compatíveis entre si e com o escopo da análise (princípio da consistência) (NCP, 2019). Ainda, no sentido contrário, o PCN não busca o desenvolvimento de novas ferramentas e métodos, nem prover um referencial para relatórios externos financeiros, nem promover ferramentas, abordagens ou metodologias específicas, ou ainda, produzir resultados que sejam comparáveis com outros negócios (NCP, 2019).

No que diz respeito à produção de soja, "dentro da porteira" (considerando apenas as questões de produção) como será destacado a seguir, são poucas as pesquisas que utilizam o PCN para a avaliação da produção no Brasil. Destas, se destacam estudo da FAO sobre a produção agropecuária em nível mundial, e do projeto TEEB (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity*), que avaliou, em termos comparativos, a produção de soja com e sem reserva legal, em uma produção hipotética (mas com dados reais) no oeste baiano.

Por que o foco na região do MATOPIBA? A vasta região que forma o chamado MATOPIBA (acrônimo formado pelas iniciais dos Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia) é composta por 337 municípios em uma área total de 73 milhões de hectares. Os dados disponíveis para esta região registram um crescimen-

to de mais de 300% da área plantada com grãos entre os anos 2000 e 2016. Em 2016, a região colheu 9,8 milhões de toneladas do grão em uma extensão de 3,8 milhões de hectares. O milho foi a segunda cultura em volume produzido, com 4,3 milhões de toneladas em 1 milhão de hectares em 2016, e crescimento de 245% na quantidade produzida em relação ao ano de 2000, quando foram produzidas 1,2 milhão de toneladas em 518 mil hectares. O algodão vem em terceiro lugar com aumentos menos expressivos (Pereira et al, 2018).

A divulgação de dados agregados para o MATOPIBA é deficitária. Contudo a AIBA (Associação dos Agricultores Irrigantes da Bahia) publica os resultados das safras de soja. O boletim da safra 2018/2019 mostra que somente no oeste da Bahia, a área plantada de soja foi de 1,5 milhão de hectares com uma produção de 5,3 milhões de toneladas de soja. Na safra 2019/2020 cuja colheita não terminara ainda em Maio de 2020, somente na região do Oeste da Bahia a área de soja cresceu 25%, passando a 1,6 milhão de hectares plantados com uma projeção de 5,8 milhões de toneladas de grãos de soja a serem colhidos. Assim, o cenário de desenvolvimento econômico que representa o MATOPIBA nos dias atuais é de um grande produtor de algodão, milho e soja voltado para o mercado externo.

O CAPITAL NATURAL EM DESTAQUE: O SOLO

Não por acaso, os estudos de caso colocam ênfase no capital natural solo, fundamental para a perenização da atividade produtiva. O solo é o maior reservatório de carbono do ecossistema terrestre. Estima-se que, em nível global, a quantidade de carbono no solo (2550 Gt) é 3,3 vezes maior que a quantidade existente na atmosfera (760 Gt) e 4,5 vezes maior que na vegetação (560 Gt). Apenas na primeira camada de um metro de solo predomina um estoque entre 50-150 toneladas de carbono por hectare (Lal, 2004), sendo que aproximadamente 50% está na camada entre 0-30 cm. Estas são estimativas globais, havendo variações regionais e por biomas, contudo, práticas conservacionistas são muito importantes para a manutenção da fertilidade do solo.

A matéria orgânica do solo (MOS) é composta pelos constituintes orgânicos presentes no solo em vários estágios de decomposição, como resíduos de plantas e animais. A MOS é fundamental para a estabilização da estrutura física, liberação de nutrientes para as plantas (fertilidade) e capacidade de retenção de água no solo. Cerca de 1-6% do solo é composto de MOS e aproximadamente de 55% da MOS é constituída de carbono – representando um estoque (Lal, 2004). Assim, a MOS desempenha um papel crucial não apenas para fortalecer a produtividade e a segurança alimentar, mas também para sequestrar carbono e mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE MANEJO

Práticas agropecuárias inadequadas são as principais causas da degradação do solo e das perdas dos estoques de carbono do solo. No Cerrado, por exemplo, o uso sistemático de sistemas convencionais de cultivo, onde o revolvimento periódico do solo é aplicado, pode levar a acúmulo nos estoques de carbono (Bayer et al., 2006; Costa Junior et al., 2013; Corbeels et al., 2016). Por outro lado, a adoção e manutenção de sistemas conservacionistas com o plantio direto e a integração lavoura, pecuária e floresta podem levar a acumulo (sequestro) de carbono no solo, estimado na ordem de 0.65 - 2.58 tC ha-1 ano-1 (Bernoux et al., 2006; Carvalho et al., 2010).

A literatura acerca da variação dos estoques de carbono entre sistema plantio direto e o sistema convencional mostra taxas de acúmulo variando de 0,4 a 1,7 t C ha-1 ano-1, para a região do Cerrado (para a camada de 40 cm de solo) com valores médios de 0,65 t C ha-1 ano-1 (Bernoux et al.,2006). Enquanto taxas de acúmulo de carbono no solo para sistemas de integração lavoura- pecuária ficam entre 0.82 a 2.58 t C ha-1 ano-1 (Carvalho et al., 2010).

METODOLOGIA

Os procedimentos adotados neste estudo foram os seguintes:

I) Revisão da literatura sobre avaliação e valoração de capital natural na produção de soja no Brasil: com foco em identificar especificidades da produção nacional no que tange à quantificação ou à valoração dos usos do fluxo de capitais naturais.

II) Identificação dos impactos e dependências na produção da soja, bem como das ferramentas mais apropriadas para sua quantificação e valoração (princípio do rigor) para, daí, compor o Protocolo específico para a produção de soja.

Os cálculos dos estoques de carbono para a área de Reserva Legal e Área de Proteção Permanente leva em consideração tanto o carbono sobre o solo, como aquele que está sob o solo. No caso da área de produção é considerado apenas o carbono sob o solo, visto que a produção propriamente dita é colhida, não permanecendo na área.

Vale destacar que os estoques de carbono no solo foram calculados multiplicando-se a concentração de carbono orgânico total pela densidade aparente e a espessura da camada avaliada, sendo os resultados expressos por unidade de área – tCO_2.haC.ha-1. Além disso, os estoques de carbono foram corrigidos em relação a uma área de referência (Cerrado nativo). Devido a falta de dados de densidade do solo para as fazendas amostradas nesse estudo, para efeito de cálculo, foram considerados os valores reportados por Bayer et al. (2006).

Para a valoração monetária a opção foi utilizar o *Social Cost of Carbon* (Ricke et al.,2018). Trata-se da estimativa do valor econômico marginal do impacto da emissão de 1 tonelada de CO_2 equivalente (ou a economia decorrente da não emissão). O valor é calculado a partir do equivalente no clima e na saúde humana da adição deste CO_2 na atmosfera. A taxa de câmbio utilizada para conversão para reais utilizou a mesma taxa da época do levantamento que era de US$ 3,77 por tonelada, mantendo uma taxa conservadora para o dólar.

III) O valores monetário por hectare para o controle de erosão pelo solo do Cerrado Nativo e áreas de APP foi calculado a partir do estudo do TEEB (2014) que, no entanto, não fornecia apenas um valor normalizado para um hectare composto por plantio de soja e reserva legal.

IV) Seleção e aplicação em quatro fazendas participantes do Projeto Parceria para o Bom Desenvolvimento (*Good Growth Partership*/GEF/UNDP/Conservação Internacional-Brasil e parceiros nacionais).[1]

OS ESTUDOS DE CASO: OBJETIVOS E ETAPAS

Nas quatro propriedades agrícolas que aceitaram cooperar com o estudo buscou-se:

- Compreender o histórico da produção de soja na fazenda em análise, observando especialmente mudanças no uso de solo e na forma de produção.
- Compreender a relação do produtor com os capitais naturais, e sua visão sobre riscos e oportunidades relacionados a eles.
- Identificar, quantificar e valorar as práticas vigentes que minimizem a perda de capitais naturais como o solo, água e biodiversidade.

Um questionário estruturado foi desenvolvido para guiar a coleta de dados. A primeira etapa consistiu em entrevistas com os produtores e técnicos nas fazendas em Fevereiro de 2019. Depois ocorreram trocas contínuas através de correio eletrônico para obtenção de dados quantitativos e análises de solo. A última etapa consistiu na valoração dos impactos e dependências pré-identificados, cálculos dos valores monetários e interpretação dos dados.

1 Good Growth Project: https://goodgrowthpartnership.com/about/

LIMITANTES DA AVALIAÇÃO

Deve-se destacar como limite das avaliações o fato de que medições diretas dos capitais naturais não foram realizadas. O uso de valores *default* para a quantificação e valoração é um recurso importante para que se possa ter uma noção da grandeza dos capitais naturais, mas medições mais precisas são necessárias para que se possa efetivamente diferenciar as fazendas avaliadas. Por exemplo, para o cálculo dos serviços de controle de erosão e do estoque de carbono na superfície do solo do Cerrado, os valores utilizados neste estudo vêm da média de uma região muito maior do que as propriedades. Mesmo assim, este tipo de dado existia somente para o Oeste da Bahia e não para o Tocantins. Isto implica em valores que podem se distanciar um pouco da realidade do fluxo de capital natural efetivo.

É importante destacar também, a necessidade de bons registros feitos pelos produtores. Por exemplo, análise de solo para todas as safras, registro do consumo de água e fertilizantes, etc. As séries de análises de solo fornecem os valores mais precisos utilizados para a valoração do carbono sequestrado pelo solo manejado, e que permitirá realizar diferenciação nas formas de produção. Nenhum dos produtores enviou informações sobre uso de defensivos e fertilizantes.

ESTRUTURA DO DOCUMENTO

A seção 1 discute a relação entre os capitais naturais e produção de soja com base na revisão da literatura e aplicações anteriores do Protocolo do Capital Natural. Os estudos de caso das fazendas que aceitaram cooperar são apresentados a partir da Seção 2. É importante ressaltar que, a pedido dos proprietários, os nomes das fazendas e empresas que as controlam foram omitidos a fim de resguardar os produtores e informações sensíveis. Desta forma, os casos são denominados por letras A, B, C, e D.

3.

A RELAÇÃO ENTRE O CAPITAL NATURAL E A PRODUÇÃO DE SOJA

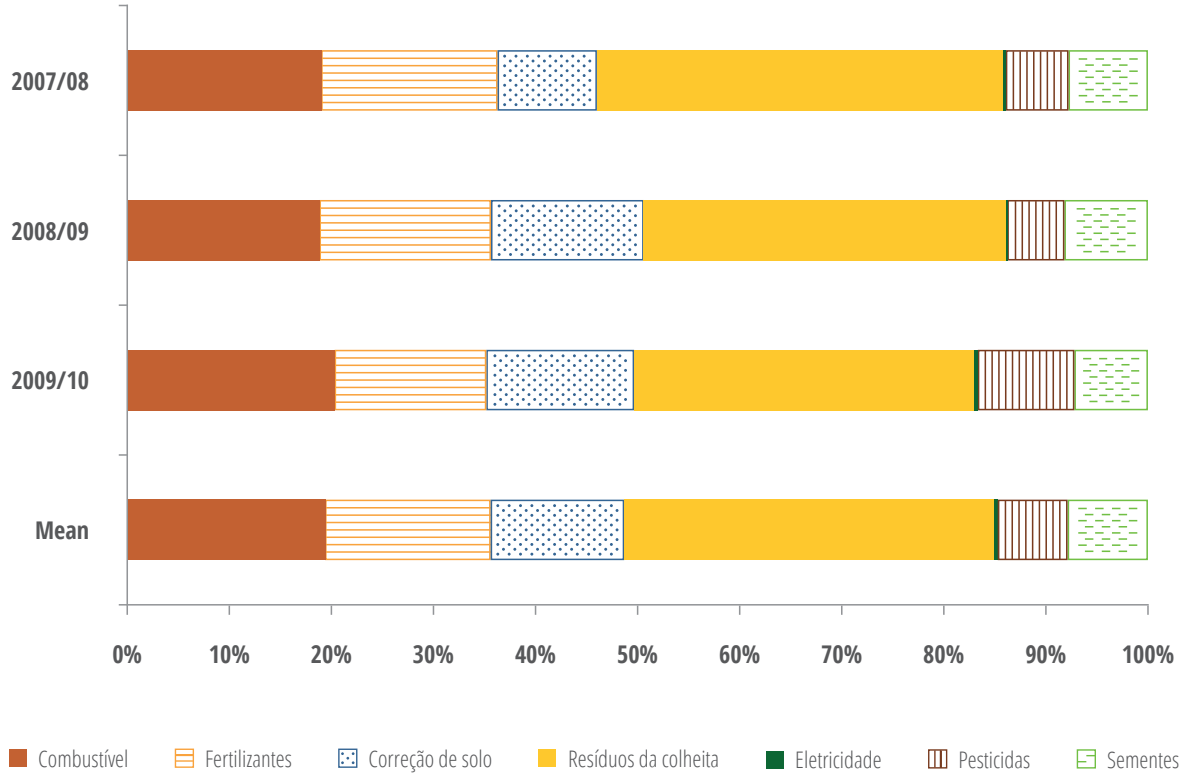
Diversos trabalhos buscam compreender **a relação entre o capital natural e a produção de soja** no Brasil. O que se observa é uma grande variedade de escopos e cenários empregados, bem como de técnicas para a valoração (inclusive monetária). O Método de Custo-Reposição é empregado por Rodriguez (2005), Dantas e Monteiro (2010) e Rodriguez e Barbosa (2011), que avaliam os custos da erosão por meio: (i) dos custos com fertilizantes utilizados para repor a nutrição do solo perdido e (ii) pelos custos "repassados" para as empresas de captação de água por conta do assoreamento dos rios. Castanheira e Freire (2013) e Prudêncio da Silva *et al.* (2010), por sua vez, estudam o processo da soja segundo formas de plantio e cenários distintos, chegando ao processo de transporte para a Europa. Castanheira e Freire (2013) por meio da análise da produção nas regiões Centro-Oeste e Sul brasileiras e Las Pampas na Argentina, avaliando emissões de GEE e de gases tóxicos da produção até sua chegada na Europa. Prudêncio da Silva *et al.* (2010) seguem linha semelhante, mas incluindo aqui a perda de solo por erosão e avaliando apenas o Sul e o Centro-Oeste.

Tratando estritamente da produção de soja, destacam-se os estudos de Tomadon (2015), e Raucci (2015), que realizaram pesquisas para a geração de dados primários. Tomadon (2015) faz uma análise dos impactos ambientais da produção da soja para o Oeste do Paraná, especialmente olhando para diferentes ferramentas de análise de impacto, CML-IA, EDIP 2003, IMPACTA 2002+, ReCiPe, USEtox, por meio do uso do software SimaPro. Raucci (2015) traz importantes informações a respeito do processo de quantificação de emissões de GEE em lavouras de soja. No seu trabalho foram analisadas as produções de 55 fazendas do Mato Grosso em três safras distintas, olhando, inclusive, para as emissões pós-colheita. As fazendas analisadas praticam o plantio direto, e para a análise não foram considerados os efeitos de mudança de uso do solo.

O primeiro ponto ressaltado pelo pesquisador é a decomposição dos resíduos orgânicos como o fator que mais contribui para a emissão de GEE (Figura 1), sendo quase o dobro da contribuição de combustíveis nas fazendas analisadas. O segundo ponto é uma contestação da proposta do IPCC de considerar como valor *default* para emissões de N_2O após a colheita, que coloca este valor como 1%, mas que o pesquisador calcula como sendo inexpressivo. É importante observar que esta informação não será utilizada nesta pesquisa, pois dependeria da avaliação de um especialista, e como não foram encontrados trabalhos que utilizem estes resultados, optou-se por manter a ferramenta padrão do IPCC.

Por fim, de forma mais alinhada à proposta desta pesquisa, dois estudos fundamentais são "*Natural Capital Impacts in Agriculture: Supporting Better Business Decisions*", da FAO (2015) e "*TEEB for Business: Brazil*", da TEEB (2014). Os dois estudos foram conduzidos pela Trucost e tem como base o Protocolo de Capital Natural. Além disso, e talvez o mais importante fator, é o de que estas pesquisas utilizam ferramentas praticamente idênticas para

Figura 1
Contribuição das fontes emissoras de GEE na produção de soja no Mato Grosso



Fonte: Reproduzido e adaptado de Raucci (2015)

quantificação e valoração dos capitais naturais e serviços avaliados, o que fornece uma base segura para este estudo sobre quais técnicas são as mais apropriadas e com maior chance de legitimação frente aos produtores.

A pesquisa da FAO (2015) foca no processo de intensificação da produção, tanto agrícola como pecuária, e de como processos distintos de produção resultam em valores distintos de capital natural mobilizado (ou impactado). Foram avaliados processos de produção de arroz, trigo, milho e soja, além de pecuária e avicultura. Para alguns casos foram conduzidas pesquisas específicas em campo, sendo que a destinada à soja foi realizada nos Estados Unidos, confrontando o plantio convencional e o orgânico, com relação aos seus custos com relação às externalidades.

Alguns pontos notáveis desta pesquisa são os resultados comparativos entre as formas de produção de soja, e como a produção de soja brasileira se coloca na análise. Sobre o comparativo, a pesquisa aponta que práticas como o plantio orgânico implicou na redução em US$ 72,00 por tonelada produzida, com relação ao plantio convencional, especialmente pela redução do uso de defensivos agrícolas.

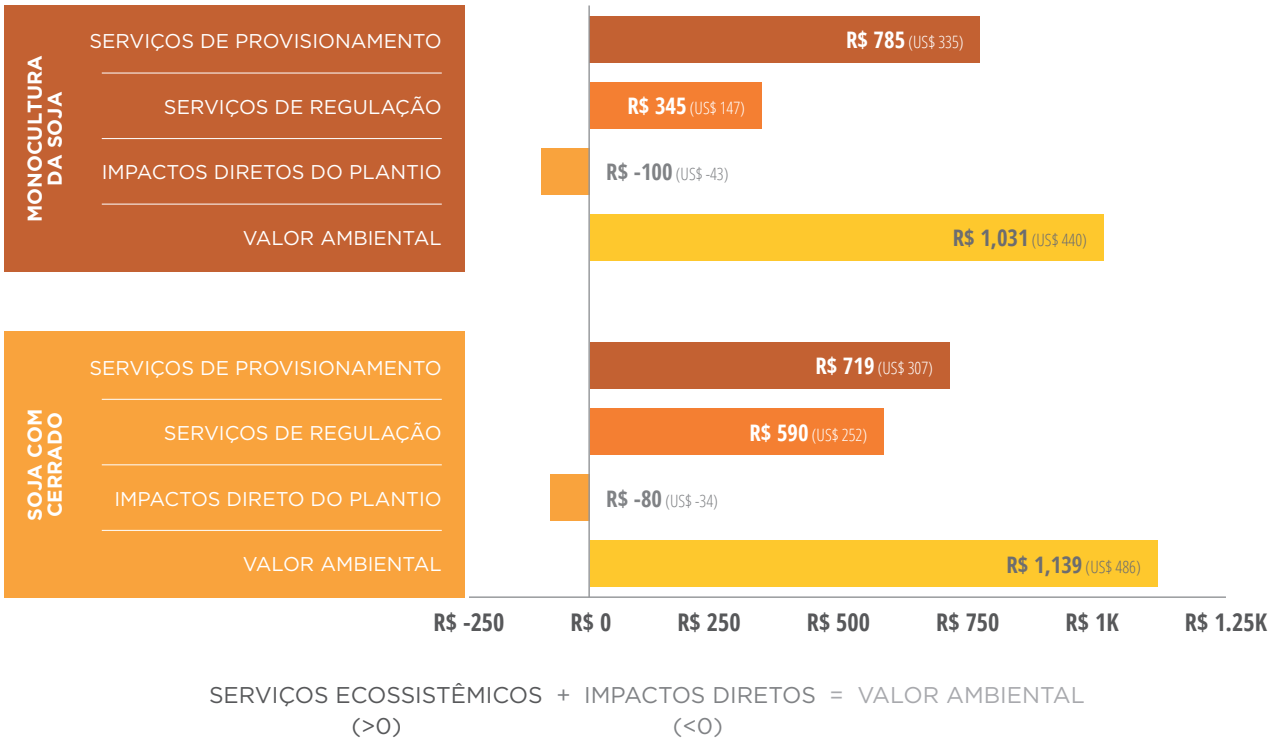
A pesquisa do TEEB (2014), por sua vez, foca especificamente em produções realizadas no Brasil e com dados obtidos para produção específica. O estudo aborda a produção de palma, na modalidade convencional e agrofloresta, em um estudo realizado com dados da Natura, e soja, com e sem reserva legal, com dados realizados para Monsanto.

As análises sobre a soja situaram-se no Oeste da Bahia, e se concentraram "dentro da porteira". Para aquele estudo foram avaliados os serviços de regulação e serviços de provisionamento em contraponto aos impactos decorrentes da produção, com e sem reserva. Por exemplo, como serviços de provisionamento foram considerados a própria produção de soja e a quantidade estimada de pequi existente na área de reserva florestal.

Já no caso dos impactos da produção, foram selecionados a emissão de GEE por combustíveis (como não houve adição de fertilizantes com base em nitrogênio, estes valores não foram considerados), poluição do ar, também por conta do combustível, o consumo de água para diluição de defensivos agrícolas (a produção não era irrigada) e a poluição da água.

Figura 2

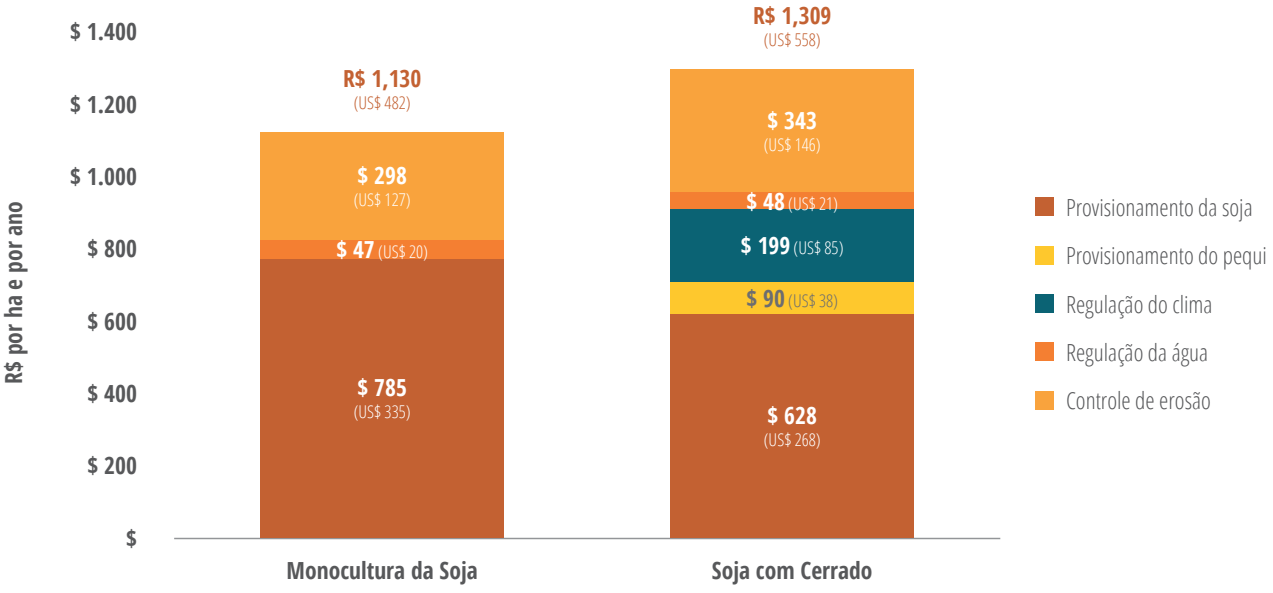
Valor ambiental total gerado por cada sistema de produção



Fonte: Adaptado e reproduzido de TEEB (2014)

Figura 3

Contribuição do serviço ecossistêmico em cada sistema de produção



Fonte: Reproduzido de TEEB (2014)

O resultado da avaliação dos dois cenários propostos é favorável à presença da reserva legal (Figura 2). Grande parte deste resultado vem do provisionamento (pequi e soja) e, especialmente, pelo estoque de carbono promovido pela reserva (Figura 3).

É importante notar a ausência de aspectos específicos da boa prática contínua, como a retenção de carbono do solo, ou mesmo se houve ou não mudança recente de uso de solo, mesmo que esta questão tenha se mostrado determinante para os custos ambientais pelos estudos anteriores. No entanto, é compreensível que este valor não tenha sido considerado, visto que o foco da pesquisa é a presença ou não da área de reserva.

Como destacado anteriormente, o fato destas aplicações do PCN apresentarem padrão nas escolhas de técnicas para quantificação e valoração e, ainda, terem sido aplicadas em parceria com grandes organizações legitima a escolha deste mesmo conjunto de ferramentas para esta pesquisa.

3.1. DEFININDO O QUE AVALIAR: DEPENDÊNCIAS E IMPACTOS

O processo de produção da soja é um modificador das condições naturais do território em que o grão será cultivado, especialmente no Cerrado. Dependendo da forma de plantio, estágios como a preparação de solo que envolva a aragem e a calagem, por exemplo, podem ser necessários. No caso do plantio convencional, durante o processo de preparação do terreno geralmente ocorre a compactação do solo, dificultando o processo de absorção de água pela planta e facilitando o processo de erosão laminar. No caso do plantio direto a preparação do solo começa previamente com a formação de uma palhada, por meio de safrinha ou cobertura, que deve melhorar o perfil do solo e ainda retê-lo.

A **soja tem como dependências principais** o **acesso a macro e micronutrientes**, como nitrogênio, fósforo, potássio**, bem como de água e de boas condições climáticas**. A eventual baixa capacidade do solo de fornecer macro e micronutrientes provoca a demanda do uso de fertilizantes na sua produção.

A soja é, essencialmente, um cultivo de sequeiro, mas em locais com baixa pluviosidade (ou em períodos de irregularidade pluviométrica) é usual que se utilize a irrigação, o que implica na extração de água das bacias próximas, impondo uma diminuição na água disponível para além da porteira da fazenda.

No tocante às condições climáticas, a soja, assim como a maioria das culturas, demanda condições específicas para a boa produção. Nesse sentido, não ter regularidade no ciclo de chuvas e temperaturas pouco apropriadas pode implicar em prejuízos ao produtor pela irregularidade na produção. Além do uso de fertilizantes, por uma questão de produtividade, é comum o uso de agrotóxicos o que pode provocar contaminação do ar e água.

A água é um elemento particularmente importante nesse processo. Evidentemente pelo seu papel na produção da soja, mas também pelo seu destino. Em um recente estudo, Gelain *et.al* (2018) estimam que entre 2002 e 2016 uma quantidade de 73.220,398 m^3 de água foram exportados do MATOPIBA. Mais que isso, esse volume vem aumentando consideravelmente, 1.602,28% no período. Outro problema é o fato de que nem toda água utilizada na produção (irrigada ou precipitada na chuva) é consumida pela soja. Isso não significa, no entanto, que é uma água que possa ser utilizada sem riscos, pois, ela pode ser contaminada por macronutrientes ou por defensivos agrícolas. Esse é um caminho de impacto importante em dois sentidos, pela diminuição do volume de água disponível para consumo, tanto pela exportação, como contaminação da água.

Outro caminho de impacto, este também relacionado à água, diz respeito ao uso de fertilizantes e defensivos na plantação e ao processo de erosão laminar. Neste caso, o carreamento de solo por parte da água no processo de erosão, leva junto partículas de compostos orgânicos, o que pode provocar a eutrofização de rios. Acrescenta-se a esse processo o do assoreamento causado pelo solo que se deposita na calha dos rios. Estes dois momentos, o da contaminação e do assoreamento são impactos negativos de saída na produção da soja.

A produção de soja não é imune à emissão de gases de efeito estufa (GEE), mas deve-se observar que nesse caso os efeitos são pequenos. De fato, como já destacado, Raucci (2015) e Silva *et al* (2010) mostram que os valores equivalentes de CO e CO_2 são baixos, ainda mais se comparados a outros momentos da cadeia produtiva para além da porteira (especialmente no transporte dos grãos). Dessa forma, os efeitos da emissão de GEE da lavoura não serão considerados como materiais aqui, uma vez que eventuais mudanças na forma de produção não devem impactar de forma significativa estes efeitos. Serão considerados, porém, as emissões provindas do consumo de combustíveis, como em TEEB (2014).

Os riscos associados à produção envolvendo questões climáticas são grandes. Fenômenos como o *El Niño*, que provoca chuvas irregulares e de grande intensidade e, no sentido inverso, as secas que tem ocorrido com certa frequência, podem provocar perdas em termos de produtividade na lavoura.

Isto pode ser sintetizado na tabela 1 em termos de dependências, impactos, e drivers de impacto, bem como seus efeitos e qual seu valor, tanto para a sociedade como para o produtor (tabela 1). É importante destacar que nem todos os itens desta tabela serão considerados, especialmente em função da disponibilidade de dados e horizonte de tempo do estudo (uma safra).

Tabela 1

Rol de dependências e impactos avaliáveis (destacadas) e não-avaliáveis neste estudo

Dependências	Driver de dependência	Mudanças no capital natural	Valor para o negócio e/ou sociedade	Avaliável neste Estudo?	Motivo
Solo	Fertilidade	Alterações nas condições de fertilidade do solo	Para negócio: Custo de reposição/manutenção da fertilidade do solo (pode ser alto ou baixo)	Não	A forma de manejo do solo influencia diretamente na fertilidade, sendo assim, as escolhas por parte do produtor tem influência direta neste indicador. Contudo, esta avaliação exige séries longas de análises de solo.
Solo	Densidade do solo (Infiltrabilidade de água)	Manejo do solo pode levar à compactação do solo	Para negócio: Custos da preparação do solo	Não	Produtores não adotam como prática medição/monitoramento da porosidade do solo, embora seja possível. Seria necessário fazer estudos diretos, monitorar e avaliar.
Solo	Controle de Erosão	Processo de desertificação – perda de solo	Para o negócio: Custo da perda de solo agriculturável	Sim	A erosão do solo pode levar, gradativamente, à perda do potencial agrícola. A mudança no uso do solo, por si só, já é um indutor do processo de erosão, mas o produtor pode adotar práticas que diminuam este impacto. Há valores de quantificação default o que permite fazer o exercício neste caso.
Serviço climático	Condições de temperatura e ciclo de chuvas durante o plantio	Aumento ou diminuição drástica na temperatura e no ciclo de chuvas	Para o negócio: Custo da diminuição da produtividade	Não	Não serão consideradas por não poderem ser atribuídas a um único produtor.
Impactos negativos de entrada	**Driver de impacto**	**Mudanças no capital natural**	**Valor para o negócio e/ou sociedade**	**Avaliável neste Estudo?**	**Motivo**
Água (na irrigação)	Necessidade de tomada de água de bacias	Diminuição da disponibilidade de água na bacia	Para o negócio: Custo de gerenciar conflitos/risco reputacional. Para a sociedade: Custo da diminuição de água disponível.	Sim	O consumo imediato de água diminui a disponibilidade de água, tanto para a população (em seus diversos usos), como para outros produtores.
Impactos negativos de saída	**Driver de impacto**	**Mudanças no capital natural**	**Valor para o negócio e/ou sociedade**	**Avaliável neste Estudo?**	**Motivo**
Emissão de GEE	Fertilizantes, cal , combustível e manejo do solo	Impactos na regulação climática	Para o negócio: Custo de perdas de safra/produção Maior atratividade para mercado na redução de emissão	**Sim, mas apenas para as emissões decorrentes do consumo de combustível.**	Ainda que as mudanças nas condições climáticas não possam ser atribuídas a um produtor, sua parcela de contribuição nestas mudanças pode, e este é o caso aqui.
Emissão de não-GEE	Combustível e queima de resíduos agrícolas	Contaminação do ar	Para o negócio: Custo de gerenciar risco reputacional. Para a sociedade: Custo de aumento de problemas de saúde/doenças pressionando orçamento público.	Não	O uso de defensivos agrícolas não fica restrito à porteira da fazenda, constituindo um grave problema de saúde pública.

Contaminação de efluentes	Fertilizantes, pesticidas, herbicidas e fungicidas	Contaminação de lençóis pela perda de macronutrientes na lavoura, provocando eutrofização	Para a sociedade: Custo de limpeza/descontaminação de água; Custo de diminuição da oferta de água limpa	Não	Ainda que este também seja um problema de saúde pública, sua medida com fins de valoração exige medidas diretas, mas este é um valor pouco expressivo para o caso da soja.
Assoreamento de rios	Carreamento de terra na erosão	Diminuição da calha de rios	Para a sociedade: Custo da limpeza de mananciais; Custo de diminuição de água	Não	Necessidade de realização de estudos diretos sobre o impacto e monitoramento
Impactos positivos de saída	**Driver de impacto**	**Mudanças no capital natural**	**Valor para o negócio e/ou sociedade**	**Avaliável neste Estudo?**	**Motivo**
Estoque de carbono	Estoque de carbono pela área de reserva e solo	Diminuição do impacto de emissões na produção	Para o negócio: acesso a mercados de carbono	Sim	A presença de área de reserva ajuda na diminuição dos impactos da emissão de GEE

Elaborado pelos autores

3.2. DEFININDO COMO MEDIR E VALORAR

A definição das formas de medição aqui apresentadas leva em consideração as limitações das pesquisas mencionadas anteriormente. Entre as dificuldades, a maior é a difícil obtenção de dados primários via medição direta de variáveis nas fazendas. No entanto, a principal referência para a medição será o trabalho do TEEB para a produção de soja (TEEB, 2014). Os impactos e dependências que foram medidos em todos os casos estão apresentados na tabela 2.

A escolha destes capitais vem de dois fatores. O primeiro é a possibilidade de execução dos cálculos dentro de limitações técnicas encontradas. Desta forma, evitam-se os impactos não-GEE de origens de defensivos agrícolas, por exemplo, cujo cálculo faz uso de ferramentas computacionais. Também se buscou evitar o uso excessivo de valores *default*, tendo em vista que esta é uma aplicação específica para algumas propriedades. As exceções aqui são o controle de erosão e o estoque de carbono na superfície de Cerrado, sendo que o primeiro é importante, também, para a manutenção do carbono no solo. **Desta forma, a ênfase dada nesta pesquisa está no carbono, tanto no solo da produção agrícola, como na superfície de Cerrado.**

Tabela 2
Capitais naturais selecionados, dependências e impactos a serem medidos

Tema	Driver de impacto / dependência	Indicador	Fonte	Gaps nos dados / incertezas	Método de medida	Método de Valoração Monetária
Dependência						
Solo	Erosão	Toneladas por hectare	Dados secundários para o território em análise	Pela dificuldade de medida de perda de terra por erosão, os dados representam um valor aproximado, segundo as características do território.	Transferência de valor, seguindo proposta de TEEB, 2014.	Transferência de valor, seguindo proposta de TEEB, 2014.
Impactos negativos de entrada						
Água na irrigação	Necessidade de tomada de água de bacias	Metros cúbicos	Questionário	Talvez o produtor não possua registros. Neste caso se pode inferir pelo uso do sistema de irrigação, se possível.	Quantidade em m3 fornecida pelo produtor	Custo de oportunidade (adaptado de TEEB, 2014)

Tema	Driver de impacto / dependência	Indicador	Fonte	Gaps nos dados / incertezas	Método de medida	Método de Valoração Monetária
Impactos negativos de saída						
Emissão de GEE	Consumo de combustível	Toneladas de CO_2 equivalente	Questionário (quantidade combustível)		IPCC(2006)	Social Cost of Carbon (SCC)
Impacto positivo de saída						
Estoque de carbono	Estoque de carbono pela área de reserva florestal, pelo solo do Cerrado Nativo e pelo solo cultivado	Tonelada de CO_2 equivalente	Dados secundários para área de reserva e série histórica de usos e manejo do solo (basicamente plantio direto e convencional).	Na ausência de dados históricos de estudos de solo, este valor não deve ser calculado para solo, somente para a área de reserva.	No caso do solo cultivado, medida direta pela comparação de análises de solo. No caso de reserva, valor direto, seguindo indicação de IPCC (2006). No caso do solo nativo do Cerrado estudo da AIBA (2015).	Social Cost of Carbon (SCC)

Elaborado pelos autores

3.3. VALORES ADOTADOS PARA A QUANTIFICAÇÃO E MONETIZAÇÃO DE IMPACTOS E DEPENDÊNCIAS

A tabela 3 mostra os valores adotados para quantificação das dependências e impactos. Estes valores tomam como referência os utilizados no estudo do TEEB (2014) para o caso da soja no Brasil. Vale ressaltar que o valor do serviço de controle de erosão prestado pela área de Reserva Legal e APP foi deduzido o valor de TEEB (2014) que utilizou um valor normalizado para um hectare de área composto por cultivo de soja e área de Reserva Legal. São duas as exceções. A primeira é o valor do *Social Cost of Carbon* específico para o Brasil, aqui tomado de Ricke et al., (2018). A segunda é o valor de carbono estocado pela vegetação nativa do Cerrado, que é tomado diretamente de IPCC (2006).

Tabela 3
Valores empregados na quantificação e valoração

	Valor para quantificação	Valor monetário (R$)
Dependências		
Serviço de controle de erosão – cobertura no plantio direto	3,0 $t.ha^{-1}ano^{-1}$	298,00/ha
Serviço de controle de erosão – Reserva Legal e área de APP	2,1 $t.ha^{-1}ano^{-1}$	523,00/ha
Impacto negativo de entrada		
Água para irrigação	m^3/safra	0,27/m^3
Impacto negativo de saída		
Emissão de GEE por combustíveis	2.544,2 gCO_2/l/safra	90,48/ton (SCC)
Impacto positivo de saída		
Estoque de Carbono – Reserva + APP acima do solo	8,6245 $tCO_2e.ha^{-1}$ (IPCC)	90,48/ton (SCC)
Estoque de carbono pelo solo Cerrado Nativo	59,39 $tCO_2e.ha^{-1}$ (AIBA)	90,48/ton (SCC)
Estoque pelo solo cultivado	Análise de solo fornecida pelo produtor	90,48/ton (SCC)

Elaborado pelos autores

Como outras produções agrícolas, a produção de soja depende de um solo íntegro que conserva suas propriedades físico-químicas mais próximas do original. Segundo estimativas da Universidade de Brasília (TEEB, 2014), um solo com plantio convencional de soja perde, em média, 25 toneladas de solo por hectare por ano. Este valor pode chegar a 130 toneladas por hectare por ano.

Já em um solo mantido coberto, com a prática do plantio direto, a perda se reduz para três toneladas por hectare em um ano, segundo as estimativas disponíveis. Este valor ainda é inferior ao serviço prestado pela mata nativa, que é de aproximadamente duas toneladas de solo por hectare e por ano, mas ainda assim, muito melhor que o do plantio convencional.

Portanto, o plantio direto serve como um controle de erosão. Ainda segundo os estudos existentes, ao adotar o plantio direto o produtor economiza em torno de R$ 298,00 por hectare (TEEB, 2014). Ao conservar a porção de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente, o produtor economiza cerca de R$ 500,00 por hectare por ano. Este valor foi estimado neste estudo considerando a diferença entre o valor para a área de plantio e o valor para a área florestal. Estes seriam os custos de reposição de solo se ele fosse perdido.

4.

ESTUDOS DE CASO: PRINCIPAIS RESULTADOS

O estudo envolveu três propriedades já atendidas pela equipe de campo do Projeto Parceria para o Bom Desenvolvimento em duas regiões do grande território conhecido como MATOPIBA (formada pelos acrônimos dos nomes dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Um conjunto de três áreas contínuas geridas por uma, empresa gestora de terras agrícolas no oeste baiano, também foram avaliadas.

As ações da Conservação Internacional Brasil no escopo deste projeto se concentram no polo Central do Tocantins (no entorno da capital do estado, Palmas, e da cidade de Porto Nacional) e no Oeste da Bahia. Porque a cultura de soja é mais significativa no Oeste da Bahia, o maior número de casos veio desta região com apenas um caso no Tocantins (caso A).

Em relação ao tamanho das fazendas, em todos os casos são fazendas de médio porte com áreas entre 3.200 ha até 4.500 ha (área total das três fazendas contínuas avaliadas). A integração lavoura-pecuária acontece apenas no caso A e se explica pelo fato de que a produção de gado bovino para corte ainda é mais importante que a produção de soja no Estado do Tocantins. Nos casos do Oeste baiano, o caso C se destaca dos demais pela diversificação produtiva e maior valorização da área de vegetação nativa na propriedade (Tabela 4).

Tabela 4

Características das fazendas participantes dos estudos de caso

Fazendas/casos	Município	Estado	Tamanho (em ha)	Sistemas produtivos	Área produtiva Com soja (em ha)	Área reserva legal + Mata ciliar (riparian areas)
A	Silvanópolis	Tocantins	4.512	Soja e gado	1.000	1.720
B	Luiz Eduardo Magalhães	Bahia	3.245	Soja, milheto e trigo.	2.088	980
C	Luiz Eduardo Magalhães	Bahia	3.420	Abóbora, melancia e hortaliças e trigo,rotacionado com soja.	618	2.406
D	São Desidério	Bahia	4.500 (3 áreas contínuas)	Algodão e milho	2.941	Compensadas fora da propriedade

Elaborado pelos autores

4.1. OS CAPITAIS NATURAIS NA PERSPECTIVA DO PRODUTOR: RISCOS E OPORTUNIDADES

Como parte da metodologia do Protocolo de Capital Natural, os produtores foram perguntados sobre quais capitais naturais são mais importantes do ponto de vista deles. Sem muitas surpresas, solo e água são os mais reconhecidos como verdadeiros capitais (Tabela 5).

Outro aspecto interessante é o início do reconhecimento dos riscos climáticos. O principal relacionado à escassez de água. Os veranicos (períodos sem chuva e quentes no meio da estação chuvosa) têm se tornado mais frequentes. Por isso, duas fazendas da amostra já recorrem à irrigação para garantir a germinação.

A biodiversidade, expressa na vegetação nativa remanescente da propriedade, foi citada pelos casos A e C. Contudo, há de se ressaltar que estes produtores diferem da maioria e já diversificam mais sua produção. Por exemplo, a vegetação nativa aparece tanto como importante para o bem estar animal (sombra para o gado na pastagem, caso A), quanto como abrigo de polinizadores importantes para os cultivos (caso C).

Tabela 5

Percepções dos produtores sobre os capitais naturais

FAZENDAS/ CASOS	Capital Natural mais relevante	Riscos	Oportunidades
A	Solo e biodiversidade (expressa na vegetação nativa do cerrado que provê regulação do clima e bem estar animal para o gado)	Irregularidade da chuva, que se não ocorre nos momentos apropriados para o crescimento da soja, pode prejudicar a produtividade. Também há o risco da compactação do solo pelo gado, a ser tratada pela rotação de culturas com braquiária e talvez milheto e o uso de subsolagem nos casos mais graves.	Quantificar o uso para poder aumentar produtividade e resiliência do sistema
B	Água e o solo	Climático, devido a variação na distribuição das chuvas que já é sentida. Tem de usar irrigação nos veranicos para reduzir perdas	Entender como usar mais tecnologia que permita economia em capitais naturais (menor custo de dependência) e diminuir impactos.
C	Solo, água e a biodiversidade	O fogo e a contaminação da água	Conservação pode gerar ganhos futuros
D	O solo com boa umidade, além da biótica e dos nutrientes.	A escassez de água	Buscar o aumento da biota no solo, especialmente por meio do manejo e com baixo custo.

Elaborado pelos autores

4.2. QUANTIFICAÇÃO E VALORAÇÃO MONETÁRIA DOS CAPITAIS NATURAIS

A tabela 6 apresenta os dados fornecidos pelos produtores participantes. As quatro propriedades forneceram dados de apenas uma safra. A área cultivada com soja varia entre 648 hectares (menor área) e 2.941 hectares (maior área).

O plantio direto é prática adotada por todas as propriedades. Somente um caso, no Estado de Tocantins, pratica a integração lavoura-pecuária. Entre os quatro casos, três informaram não queimar resíduos na propriedade e uma propriedade não informou sobre esta prática.

O uso de irrigação foi reportado por duas fazendas. Contudo, uma delas (Caso C) não forneceu as quantidades de água retiradas na safra analisada. O maior uso de combustível foi informado pelo Caso D (225 mil litros de óleo diesel) o que se explica pela maior área cultivada de soja, e provavelmente maior presença e uso de maquinário na fazenda (Tabela 6).

Tabela 6
Caracterização dos casos

FAZENDAS/ CASOS	CULTURAS	ÁREA CULTIVADA (em ha)	SAFRAS ANALISADAS	PRÁTICAS AGRÍCOLAS	QUEIMA DE RESIDUOS	USO DE COMBUSTÍVEL NA SAFRA
A	Soja e milho	1.000	2018/2019	Integração lavoura pecuária; Faz correção de solo; Plantio direto em toda a área; Não usa irrigação.	Não queimou	36 mil litros de óleo diesel e 150 litros gasolina
B	Soja e Milheto	2.088	2017/2018	Não prepara solo; Plantio direto. Irrigou 1221 ha de soja no início da germinação para complementar a falta de chuva	Não queimou	65.131 litros de diesel
C	Soja	618	2016/2017	Utiliza irrigação, mas não informou quantidades. Para melhor germinação no início do plantio, e para complementar a falta d'água nos períodos de veranico.	Não queimou	Não informado
D	Soja	2.941	2017/2018	Não prepara solo; Plantio direto	Não informou	225 mil litros de diesel

Elaborado pelos autores

A partir do tratamento dos dados e verificação das análises de solo foram calculados os valores para aqueles capitais naturais, ou serviços ecossistêmicos provenientes dos capitais naturais, para os quais havia mais segurança da qualidade do dado.

A tabela 7 resume os resultados obtidos para o conjunto de casos. Os valores de referência utilizados são fornecidos na Tabela 3. É importante ressaltar que para o capital natural solo nos casos A, B e C, foi medido tanto o serviço de controle de erosão pela cobertura no plantio direto quanto o serviço ecossistêmico de controle de erosão fornecido pela existência da vegetação nativa nas fazendas (corresponde à área de Reserva Legal somada à Área de Preservação Permanente. Para o caso D esta medição não aconteceu, pois a falta de vegetação nativa é compensada fora da propriedade avaliada.

Serviço de controle de erosão pela presença de vegetação nativa – área de Reserva Legal + APP

Os casos A e C obtiveram os maiores valores relativos ao serviço de controle de erosão. Nestes casos, os valores de economia potencial para o caso da perda de solo por erosão (como por exemplo, por evitar o processo de desertificação, ou evitar o assoreamento de rios), foram de R$ 823 mil reais/ha/ano e R$ 1,25 milhão/ha/ano respectivamente. A área de vegetação nativa conservadas nestas propriedades eleva esse valor.

Serviço de controle de erosão pela cobertura do solo – perda de solo fértil evitada

Neste caso, os maiores valores vêm dos casos B e D, que por sua vez, também são os casos em que há a maior área de produção. Aqui os valores obtidos para o serviço de controle de erosão pela cobertura do solo decorrente do plantio direto, ou seja, a potencial economia relativa ao evitar o processo de desertificação e, neste caso, a perda de solo fértil, foi de R$ 626 mil/ha/ano e R$ 876 mil/ha/ano respectivamente.

Tabela 7
Valores monetários projetados das economias de capital natural

FAZENDAS/CASOS	A	B	C	D
Valoração dos serviços ecossistêmicos dos capitais naturais (x R$ 1 milhão)				
Dependências				
Serviço ecossistêmico de controle de erosão* pela cobertura no plantio direto	0,29	0.62	0,18	0,87
Serviço de controle de erosão – Reserva Legal*	0,89	0,51	1,2	0
Impacto negativo de entrada				
Captação de água para irrigação**	NC	0,45	NC	NC
Impacto negativo de saída				
Emissão de GEE por combustível***	0,0083	0,014	NC	0,051
Impacto positivo de saída				
Estoque de Carbono – Reserva + APP**** (acima do solo)	1,1	0,76	1,8	NC
Estoque de Carbono – Solo Cerrado Nativo****	NC	5,3	13,0	NC
Estoque de Carbono – Solo Agricultura****	NC	12,8	NC	15,7

Elaborado pelos autores | NC= Não Calculado

* R$/ha/ano ; ** R$/safra; *** R$/safra
**** somente R$, sem período temporal considerando o estado de conservação do estoque de vegetação no momento da avaliação.

Captação de água para irrigação – impacto negativo de entrada

A medição deste fator foi muito prejudicada na pesquisa pela falta de registro do dado por parte dos produtores. Apenas para o caso B o dado foi fornecido e representa um valor significativo para uma safra (R$ 450 mil/safra ou R$ 375,00/safra), considerando que o produtor irrigou pouco mais de 1.200 ha com a finalidade de possibilitar a germinação do grão de soja em função dos veranicos (ausência de chuva mesmo na estação chuvosa) na região.

Impacto negativo de saída: emissão de GEE

O cálculo de emissões de GEE considerou apenas o consumo de combustível. No caso A, para cultivar 1.000 hectares de soja consumiu-se 36 mil litros de óleo diesel. Isto representou uma emissão de 91,59 toneladas de carbono o que projeta um custo social de R$ 8 mil na safra. Já a propriedade B consumiu 65 mil litros para o cultivo de 2.100 ha hectares do grão, emitindo 156,71 toneladas de carbono ao custo de R$ 15 mil na safra, enquanto o caso D com um consumo de 225 mil litros no cultivo de 2.941 ha de soja, emitindo 567,36 toneladas de CO_2 ao custo social de R$ 51 mil na safra analisada.

Impactos positivos de saída: estoque de Carbono – Reserva + APP

O carbono da área de vegetação nativa da propriedade representa uma economia (emissão evitada) da ordem de R$ 1,8 milhão no caso C. Para os casos A e B as economias de emissão de carbono na atmosfera também são significativas (respectivamente R$ 1,1 milhão e R$ 700 mil). Mantidos e monitorados os estoques ao longo do tempo, com monitoramentos periódicos, poderia existir um retorno deste valor para os produtores conservadores.

O incentivo para conservação da vegetação nativa em pé no Cerrado poderia ajudar os produtores a custear, por exemplo, melhores práticas nas áreas já abertas como o custo de controle de erosão revelado acima. Isto pode prolongar a viabilidade produtiva de áreas já aberta e evitar novas conversões, ainda que legais.

Para o caso D, este cálculo não foi feito porque a área de Reserva Legal e Área de Preservação Permanente (mata ciliar) estão compensadas em outra propriedade.

Estoque de Carbono – Solo Cerrado Nativo

Este dado só foi possível para as fazendas B e C porque há valores *default* para solo de Cerrado Nativo no Oeste da Bahia, valores obtidos em estudo da Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia (AIBA, 2015).

Assim, no caso B, o valor total de carbono no solo do Cerrado nativo foi de 68,01 $tCO_2e.ha^{-1}$, somando-se o valor *default* do IPCC (2006) e o valor medido pela AIBA (2015). Isto projeta um potencial de valor monetário de R$ 5,3 milhões.

No caso C, o estoque de carbono no solo também projeta um valor monetário potencial alto da ordem de R$ 13 milhões de reais. São economias que se mantidas e comprovadas com frequência determinada (monitoramentos anuais, idealmente). Representam um valor para a sociedade e poderiam ser convertidas em incentivos econômicos para os produtores poupadores de emissões.

Já no caso D não há vegetação de Cerrado nativo na propriedade e no caso A não há valores *default* para o estado do Tocantins, fatores que impediram os cálculos nestas áreas.

Estoque de Carbono – Solo Agricultura

Da mesma forma, o cálculo do estoque de carbono no solo cultivado também foi possível somente para as fazendas B e D que enviaram as análises de solo a tempo dos cálculos.

No caso B é importante destacar que a quantidade de carbono encontrada no solo com a prática do plantio direto da soja foi de 67,37 $tCO_2e.ha^{-1}$, medidos a partir da análise de solo fornecida pelo produtor. Esta quantidade projeta um valor monetário de quase R$ 13 milhões. Este custo evitado, se torna uma economia e uma referência de valor para remunerar o produtor responsável pela manutenção das boas práticas de manejo de solo que pode vir em várias formas de apoio às boas práticas diluído no tempo pelos mercados compradores e agentes financeiros.

A quantidade de carbono encontrada no caso B acaba por ser muito próxima da quantidade de carbono total estimado para o solo no Cerrado (68,01 $tCO_2e.ha^{-1}$). Isto implica na falsa impressão de que, ao menos nesta região de Cerrado, o plantio direto da soja acaba compensando o desmatamento. Isto não é necessariamente uma verdade. Primeiro, há que se considerar todo o serviço ecossistêmico prestado pelo Cerrado, inclusive no que diz respeito ao controle da erosão e provisionamento de polinização, por exemplo. Em segundo lugar, a manutenção destes níveis de carbono no solo cultivado depende de boas práticas continuadas de manejo do solo cultivável. Por isso, monitoramento a cada safra são importantes para confirmar a manutenção do estoque.

Já para o caso D, os cálculos a partir dos dados da análise de solo apresentada de emissões evitadas pelo produtor, permitem revelar que a quantidade média de CO_2 equivalente para a profundidade de 0-20 cm é de 59,01 $tCO_2e.ha^{-1}$. Isso projeta um valor monetário de R$ 16 milhões.

Ainda assim, o solo do Cerrado é muito importante para retenção do carbono, além dos demais serviços ecossistêmicos. O bom balanço da contabilidade de capitais naturais na paisagem depende da conservação das áreas de vegetação nativa do Cerrado, da recuperação das áreas degradadas e do bom manejo de solo nas áreas já abertas.

5. CONCLUSÕES

A aplicação do Protocolo de Valoração do Capital Natural pode ser um instrumento interessante para a mensuração dos impactos, sejam eles positivos ou negativos, da produção da soja nos territórios analisados. Contudo, é importante se considerar todos os usos de solo presentes na propriedade.

Vencidas as limitações metodológicas (i.e. alta dependência de valores *default*, falta de monitoramentos contínuos e registros do uso de recursos naturais pelos produtores, lacuna de dados para estabelecer custos do impacto da lixiviação e contaminação da água, entre outras lacunas de dados), a aplicação do protocolo tem potencial para ajudar nas decisões de gestão das fazendas e dos territórios onde elas se encontram.

Nos casos estudados, a principal mensagem é que o bom balanço da contabilidade de capitais naturais na paisagem depende da conservação das áreas de vegetação nativa do Cerrado, da recuperação das áreas degradadas e do bom manejo de solo nas áreas já abertas.

Em segundo lugar, as quantidades de carbono retido no solo são importantes e a projeção dos valores monetários, mostram o potencial em economia de emissões evitadas. Contudo, por melhor que seja a prática de plantio direto da soja aplicada, ela não compensa a supressão da vegetação nativa do Cerrado. Há que se considerar todo o serviço ecossistêmico prestado pelo Cerrado, inclusive no que diz respeito ao controle da erosão e provisionamento de polinização, por exemplo. Ainda, a manutenção destes níveis de carbono no solo cultivado depende de boas práticas continuadas de manejo do solo cultivável. Por isso, monitoramento a cada safra é importante para confirmar a manutenção do estoque e as economias continuadas e que podem ser recompensadas em algum momento em um futuro não tão distante.

Por fim, a contabilidade do capital natural na produção de soja pode fornecer conhecimento aos atores sociais envolvidos na cadeia produtiva sobre as vantagens em associar boas práticas agrícolas à conservação da natureza, não apenas para a produção sustentável em si como também para o beneficiários indiretos dos serviços ecossistêmicos. Pode influenciar a elaboração de politicas públicas de incentivo à produção sustentável bem como auxiliar os processos de tomada de decisão participativa sobre o uso do território, contribuindo com distribuição menos desigual dos recursos naturais e justiça ambiental.

6. REFERÊNCIAS

BAYER, C. et al. 2006. Carbon sequestration in two Brazilian Cerrado soils under no-till. Soil Till. Res. 86, 237– 245. DOI: HYPERLINK "https://doi.org/10.1016/j.still.2005.02.023"10.1016/j.still.2005.02.023.

BERNOUX, M. et al. 2006. Cropping systems, carbon sequestration and erosion in Brazil, a review. Agronomy for Sustainable Development, 26, 1-8. DOI: 10.1051/agro:2005055.

CARVALHO, J.L.N. et al. 2010. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. Soil & Tillage Research, 110, 175-186. doi:10.1016/j.still.2010.07.011.

CASTANHEIRA, G. E., Freire, F., Greenhouse gas assessment of soybean production: implications of land use change and different cultivation systems, Journal of Cleaner Production, 54, pg. 49-60, 2013.

CORBEELS, M. et al. 2016. Evidence of limited carbon sequestration in soils under no-tillage systems in the Cerrado of Brazil. Scientific Reports, 6, 21450. DOI: 10.1038/srep21450

COSTA JUNIOR, C. et al. 2013. Assessing soil carbon storage rates under no-tillage: Comparing the synchronic and diachronic approaches. Soil & Tillage Research, 134, 207–212.

DANTAS, K. L., Monteiro, M. S. L., Valoração Econômica dos Efeitos Internos da Erosão: Impactos da Produção de Soja no Cerrado Piauiense, RESR, Piracicaba, SP, vol. 48, nº 4, p. 619-633, out/dez 2010

FAO, Natural capital impacts in agriculture: Support better business decision making, 2015.

IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. National Greenhouse Gas Inventories Programme, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2006.

MARTINEZ ALIER,.J. O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração. 1a. edição. 1a. reimpressão. - São Paulo: Contexto. 2009

Natural Capital Protocol. Natural Capital Coalition, disponível em <naturalcapitalcoalition.org/natural-capital-protocol>, acesso em 04/05/2019.

PEREIRA, C.N., CASTRO, C.N., PORCIONATO, G.L. Expansão da agricultura no Matopiba e impactos na infraestrutura regional. Rev. de Economia Agrícola, São Paulo, v. 65, n. 1, p. 15-33, jan.-jun. 2018.

PRUDÊNCIO DA SILVA, V., et al., Variability in environmental impacto of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios, Journal of Environmental Management, 91, pgs 1831-1839, 2010.

RAUCCI, G. S., Greenhouse gas assessement of brazilian soybean production and post-harvest nitrous oxide emissions from crop residues decomposition, Dissertação (mestrado), Centro para Energia Nuclear na Agricultura, USP, 2015.

RODRIGUEZ, W. Valoração Econômica dos Impactos Ambientais de Tecnologias de Plantio em Região de Cerrados, RER, Rio de Janeiro, vol. 43, no 01, jan/mar 2005.

RODRIGUEZ, W. Barbosa, G. F., Custos ambientais da produção da soja em áreas de expansão recente nos cerrados brasileiros: o caso de Pedro Afonso – TO, Custos e @gronegócio on line, v. 7, n. 3, 2011.

TEEB. TEEB for business Brazil, 2014.

TOMADON Jr., J., Avaliação do impacto ambiental causado pelo sistema de produção de soja na região do Oeste do Paraná, Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Maringá, 2015.

PROJETO PARCERIA PARA O BOM DESENVOLVIMENTO

GOOD GROWTH PARTNERSHIP

O projeto Parceria para o Bom Desenvolvimento visa promover a sustentabilidade em toda a cadeia de global de suprimentos das commodities de soja, a carne e o óleo de palma, três principais impulsionadores do desmatamento nos países onde o programa atua - Brasil, Indonésia, Libéria e Paraguai, por meio da promoção do diálogo e cooperação entre setor privado, associações de produtores, órgãos governamentais e atores da sociedade civil. Com o foco na cadeia da soja no Brasil, a iniciativa é financiada pelo Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environment Facility - GEF), com apoio do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e executado pela Conservação Internacional (CI) juntamente com parceiros estratégicos.

SAIBA MAIS

O PROGRAMA I+

IMPACTO EM CADEIAS DE VALOR E TERRITÓRIOS

A geração de conhecimento, informação de alta qualidade e a medição de impactos para **INVESTIDORES**, **EMPRESAS**, **DESENVOLVEDORES E GESTORES DE PROJETOS**, públicos e privados, nos diversos biomas brasileiros é o objetivo do Programa I+.

VALOR

Entre os benefícios que a geração de informação, conhecimento e mensuração de impactos nas cadeias e territórios podem trazer para negócios responsáveis estão:

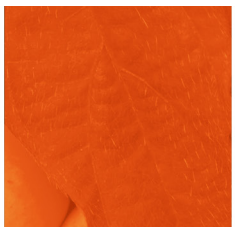
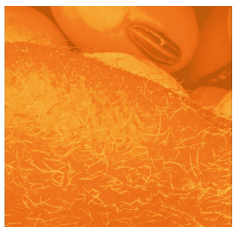
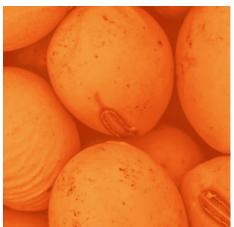
- Maior compreensão das cadeias de valor e dos territórios, dos impactos positivos e negativos dos investimentos e projetos para o clima, comunidades e territórios;
- Gestão de risco e reconhecimento de oportunidades para combater a crise climática, aumentar a resiliência e impulsionar o desenvolvimento inclusivo.
- Aumento da transparência com melhoria de processos de monitoramento, verificação e relatoria comunicação.
- Ganho de competitividade e atratividade comercial para investimentos.

SAIBA MAIS

GOOD GROWTH PARTNERSHIP

CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL Brasil

imaflora 25 anos Articulando diálogos. Cuidando da Terra.

IDESAM imaflora | IMPACTO EM CADEIAS DE VALOR E TERRITÓRIOS

FSC www.fsc.org MISTO Papel produzido a partir de fontes responsáveis FSC® C100700