

# NÃO PERCA ESSE BOND

ATIVOS E PROJETOS ELEGÍVEIS À EMISSÃO DE  
**TÍTULOS VERDES EM SETORES-CHAVE**  
DA ECONOMIA BRASILEIRA

---

2018







## SOBRE A SITAWI

A SITAWI é uma organização brasileira que mobiliza capital para impacto socioambiental positivo. Desenvolvemos soluções financeiras para impacto social e assessoramos o setor financeiro a incorporar questões socioambientais na estratégia, gestão de riscos e avaliação de investimentos. Somos uma das 10 melhores casas de pesquisa socioambiental para investidores de acordo com o Extel Independent Research in Responsible Investment – IRRRI 2017. Somos a primeira organização latino-americana a avaliar títulos verdes e contribuir para o desenvolvimento do mercado.

## CRÉDITOS DA PUBLICAÇÃO:

Carla Schuchmann  
*Autora Líder*

Rachel Besso  
*Co-Autora*

PATROCÍNIO:



Gustavo Pimentel  
*Diretor e Editor*

Gabriela Mugnol  
*Pesquisa e Análise*

## AGRADECIMENTOS:

**Instituições:** Agroícone, Azul Linhas Aéreas, Braskem, Câmara de Comércio e Indústria Brasil-Alemanha, CSN, Ecoagro, EMBRAER, FGV Energia, Fibria, Fral Consultoria, Green Building Council Brasil, Grupo Gaia, Natura, Programa de Engenharia de Transporte - COPPE/UFRJ, Raízen, Sanepar, Scania, Schneider Electric, SLC Agrícola, Unilever, Votorantim Cimentos e WRI

**Especialistas independentes:** Alexandre Prado, Eduardo Gusson, Gustavo Andrade Reginato, Jurandi Arruda, Marcelo Martins Meira e Rodrigo Guarnetti

**Equipe SITAWI:** Débora Masullo, Fernando Malta, Fred Seifert, Guilherme Teixeira e Karen Garcia

Os autores agradecem a colaboração das instituições e indivíduos listados por meio de entrevistas e revisões. Esclarecemos que a responsabilidade integral sobre o conteúdo é da SITAWI Finanças do Bem.



*Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.*



# SUMÁRIO

1

Títulos Verdes e Climáticos .....	06
-----------------------------------	----

2

## Ativos e projetos elegíveis à emissão de Títulos Verdes



Agropecuário .....	13
Biocombustíveis .....	15
Elétrico .....	18
Florestal .....	20
Imobiliário .....	23
Industrial .....	25
Saneamento e Resíduos .....	28
Transportes .....	30
Financeiro .....	33

3

Metodologia .....	36
-------------------	----

4

Referências .....	41
-------------------	----

5

## Anexo: detalhamento dos ativos e projetos por setor-chave



Agropecuário .....	50
Biocombustíveis .....	56
Elétrico .....	60
Florestal .....	67
Imobiliário .....	71
Industrial .....	76
Saneamento e Resíduos .....	87
Transportes .....	91

# 1. | Títulos Verdes e CLIMÁTICOS



Títulos Verdes (*Green Bonds*, em inglês) são títulos de renda fixa cujos recursos captados são alocados no financiamento ou refinanciamento de projetos ou ativos que tenham atributos positivos do ponto de vista ambiental ou climático. No mundo, os títulos rotulados como verdes já somam US\$ 441 bilhões segundo dados da Environmental Finance (2018c). Empresas brasileiras já emitiram R\$15,6 bilhões no mercado nacional e internacional (CBI, 2018a). Os Green Bond Principles (GBP), lançados em 2014 pela ICMA – International Capital Markets Association, proveem diretrizes de processo para a rotulagem de títulos como verdes e categorias amplas de projetos elegíveis.

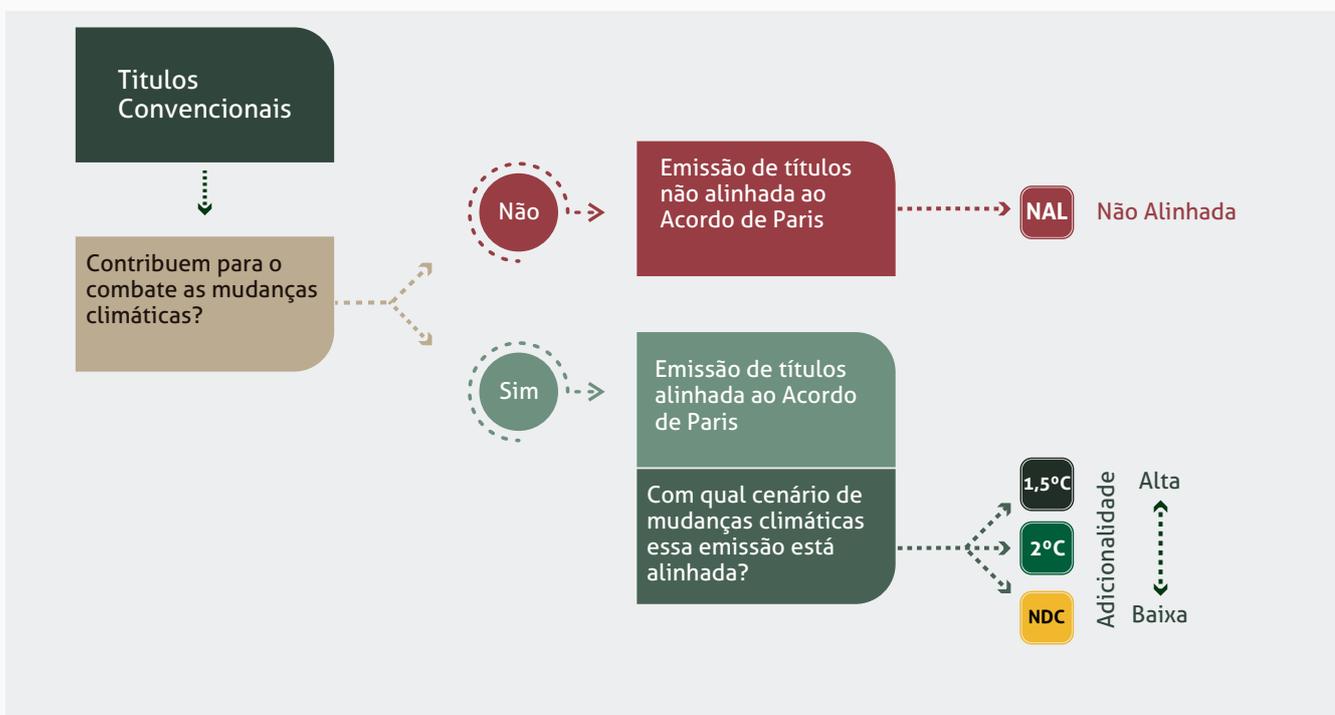
O conceito de atrelar o uso de recursos a projetos verdes específicos também é aplicável a empréstimos corporativos: em março/2018 a Loan Market Association lançou os Green Loan Principles (GLP), alinhados aos GBP. Empréstimos verdes, principalmente sindicalizado

(*syndicated loans*), já somam mais de US\$ 12 bilhões (Environmental Finance, 2018b).

Em 2016, a Febraban e o CEBDS lançaram o Guia para Emissão de Títulos Verdes no Brasil, com apoio técnico da SITAWI. O Guia orienta investidores e emissores sobre o passo a passo para emissão de títulos verdes considerando o contexto do mercado de capitais brasileiro, e sugere setores e ativos potencialmente elegíveis.

Esta publicação complementa o guia da Febraban/CEBDS. A partir do mapeamento e avaliação dos setores-chave da economia brasileira e dos compromissos do país frente ao Acordo de Paris sobre combate às mudanças climáticas, a publicação apresenta ativos e projetos, setor a setor, que podem estimular o mercado de Títulos Verdes brasileiro e direcionar os recursos à emissões com maior adicionalidade<sup>1</sup>. Para tanto, foi desenhada uma escala de classificação de projetos e ativos.

## PROCESSO E ESCALA DE CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS E ATIVOS



Essa classificação considera, principalmente, o potencial de redução de Gases de Efeito Estufa (GEE) ou aumento do estoque de carbono, no caso de atividades florestais.

<sup>1</sup> Veja subseção "O dilema da adicionalidade" para definição de adicionalidade utilizada.

## Características dos Projetos

### Cenários das mudanças Climáticas

1,5°C

Projetos e ativos que apresentam potencial de contribuir sistematicamente e no longo prazo para uma economia de baixo carbono (por exemplo, atividades que neutralizem emissões ou tragam **reduções acima de 90%** ao longo de seu ciclo de vida, ou que estoquem volume relevante de carbono, **acima de 50 toneladas por hectare**).

2°C

Projetos e ativos que são um passo em direção a uma economia de baixo carbono (por exemplo, atividades capazes de trazerem reduções de emissões **superiores a 20%** ao longo de seu ciclo de vida, ou de estocarem volume razoável de carbono, **entre 20-50 toneladas por hectare**).

NDC

Projetos e ativos que atendem a legislação/política específica de redução de emissão ou que sejam capazes somente de trazer reduções/estoque de emissões incrementais (por exemplo, atividades que trazem reduções **abaixo de 20%** ao longo de seu ciclo de vida, ou que **estoquem baixo volume de carbono, abaixo de 20 toneladas por hectare**).

NAL

Projetos e ativos que fomentam a dependência dos combustíveis fósseis; ou atividades relacionadas com desmatamento.

**⌚ Trava temporal:** Sinaliza que apesar desses projetos e ativos gerarem redução das emissões de GEE em relação a práticas atualmente adotadas, as tecnologias utilizadas têm tempo de vida útil longo (acima de 20 anos), se tornando uma trava para investimento em ativos e projetos com potencial ainda maior de redução das emissões.

**⚠ Impacto:** Sinaliza projetos e ativos com risco de impactos sociais e ambientais adversos significativos (diretos ou indiretos).

A construção desta escala baseou-se nas metas estabelecidas em 2015 pelo Acordo de Paris, o qual determina que as nações signatárias devem estabelecer estratégias para limitar o aquecimento médio do planeta abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais e buscar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C. Ademais, o acordo exige que todas as Partes envidem seus melhores esforços por meio de contribuições nacionalmente determinadas (NDCs), isto é, por meio de redução de emissões de GEE e medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Dessa forma, a classificação aqui apresentada define que projetos e ativos próximos a neutralização ou com elevada capacidade de estoque de carbono são compatíveis com uma economia capaz de limitar o aumento da temperatura em 1,5 °C. Atividades que tenham redução de GEE e

capacidade de estoque de carbono significativos, mas que não atinjam os valores mencionados no cenário de 1,5°C, são classificados como 2°C. Projetos que tragam redução de emissões de GEE incrementais ou promovam estoques de carbono em volume reduzido são classificados como NDC, tendo em vista que se todos os países tivessem o mesmo nível de ambição da NDC brasileira o aumento da temperatura global poderia alcançar 3°C (Climate Action Tracker, 2018).

Vale salientar que os projetos e ativos que, apesar de reduzirem emissões, podem trazer outros impactos ambientais negativos, são devidamente sinalizados. Outro cuidado é identificar os ativos que reduzem emissões de maneira incremental, mas em função de seu ciclo de vida longo, podem travar o desenvolvimento de ativos com maior potencial de redução de GEE.

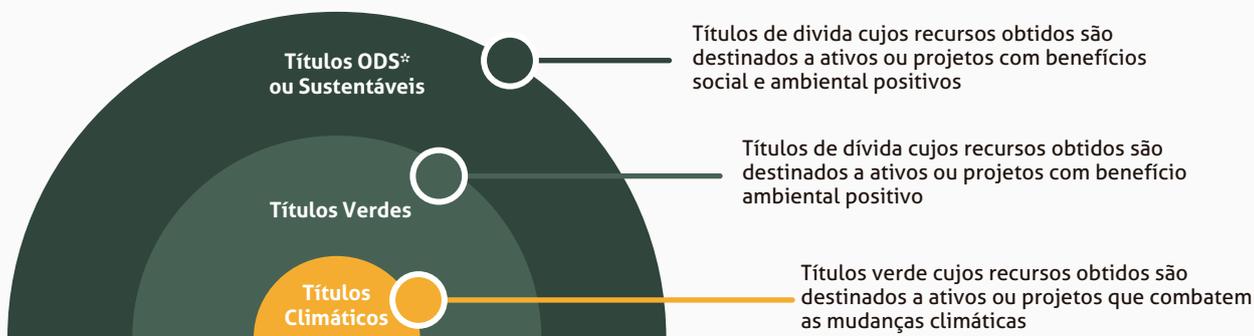
## O DILEMA DA ADICIONALIDADE

Para que um título seja classificado como Verde é recomendável que o emissor siga diretrizes já disponíveis no mercado, como os Green Bond Principles (ICMA, 2018). Essas diretrizes auxiliam o mercado a compreender os pontos-chave de um título de dívida e como ele se caracteriza como Título Verde. O princípio chave é o Uso dos Recursos: categorias e critérios de projetos ou ativos que poderão receber recursos do Título Verde.

No mercado, já existem também os Títulos Sociais

(*Social Bonds*) e os Títulos Sustentáveis (*Sustainable Bonds*) ou ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (*SDG Bonds*). Estes dois últimos utilizam os recursos em uma carteira de projetos ou ativos com benefícios ora sociais, ora ambientais, ou ambos. Os Títulos Verdes estão atrelados a projetos e ativos com benefício ambiental tangível. Quando direcionados para projetos e ativos que ajudam a combater as mudanças climáticas, estes podem ser também intitulados Títulos Climáticos (*Climate Bonds*).

## ABRANGÊNCIA DOS TÍTULOS VERDES

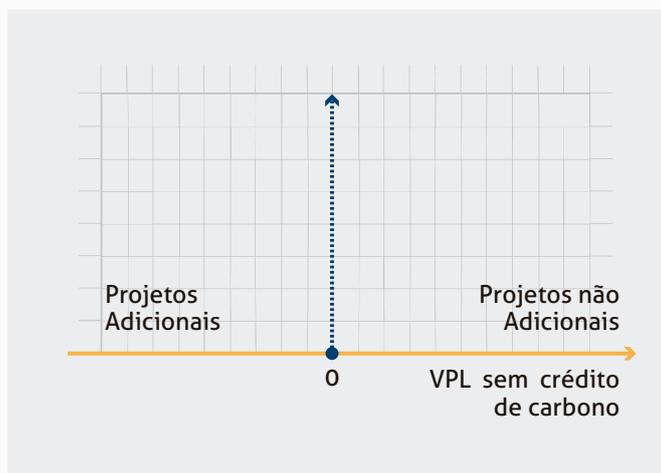


\*Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU.

Uma crítica aos títulos verdes e eventualmente climáticos é que estes não apresentam adicionalidade. No âmbito das mudanças climáticas, o termo adicionalidade começou a ser utilizado para determinar se um projeto é elegível a ser caracterizado dentro do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), instrumento de crédito de carbono gerado por projetos que redu-

zem a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) em países em desenvolvimento e que apoiam países desenvolvidos a cumprirem sua meta frente ao Protocolo de Quioto. Nesse contexto, apenas são considerados "adicionais" aqueles projetos que dependam economicamente da receita oriunda de créditos de carbono para se viabilizarem.

## CONCEITO DE ADICIONALIDADE DO MDL



No contexto de Títulos Climáticos, o termo adicionalidade está menos relacionado com a dependência do recurso e mais associado ao potencial de contribuição do projeto para o combate às mudanças climáticas.

Ao mesmo tempo, a adicionalidade dos Títulos Climáticos vem sendo discutida segundo seu alinhamento às metas do Acordo de Paris, de limitar bem abaixo dos 2°C o aumento de temperatura da terra e realizar esforços para limitar em 1,5°C esse aumento.



O alinhamento foi colocado em cheque quando emissões de títulos rotulados como verdes tiveram seu benefício ambiental questionado. Há dois casos emblemáticos: um título destinado para a construção de uma termelétrica a carvão “limpo” na China (Reuters, 2017) e outro para o aumento da eficiência e redução das emissões de uma indústria petroquímica e de refino de petróleo (Environmental Finance, 2017).

Uma das principais causas dessa questão é a lacuna de critérios reconhecidos internacionalmente para definir projetos e ativos verdes ou climáticos. A Climate Bond Initiative elaborou uma taxonomia para esse fim e vem aperfeiçoando-a com a criação de critérios setoriais (CBI, 2018b). Outra iniciativa global neste sentido é a norma ISO 14030, que está em construção. Nesse cenário, a União Europeia e a China também vêm trabalhando em definições regionais e locais de projetos e ativos verdes. Diferentes definições são necessárias à medida que os perfis de emissões de GEE variam entre regiões e países.

No Brasil, por exemplo, é prioritário que sejam aplicados esforços para apoiar projetos relacionados à conservação florestal e agropecuária de baixo carbono, tendo em vista que, em 2016, a alteração do uso do solo e o setor agropecuário, representaram, respectivamente, 52% e 22% das emissões de GEE nacional. Outra peculiaridade do contexto brasileiro está relacionada à predominância do modal rodoviário no setor de transportes, que representa 9% das emissões nacionais. Por outro lado, ao contrário do cenário mundial, o setor de eletricidade representa, dentro da realidade brasileira, apenas 2% das emissões (SEEG, 2017).

Os desafios mencionados estão evidenciados na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC – *Nationally Determined Contribution*) do Brasil frente ao Acordo de Paris. Esse compromisso direciona as ações governamentais de combate às mudanças climáticas, principalmente, para as mudanças no uso da terra, como a restauração de 12 milhões de hectares de florestas, bem como questões energéticas, como o aumento da parcela de fontes renováveis na matriz elétrica e produção de biocombustíveis. Para atingir a NDC estima-se que são necessários cerca de R\$ 750 bilhões em investimentos até 2030 (Carvalhães, 2017). Parte desses recursos pode ser originada por meio de Títulos Verdes.

No entanto, o panorama do mercado de Títulos Verdes no Brasil ainda terá que evoluir para que sua contribuição para o combate às mudanças climáticas seja relevante, tendo em vista que, atualmente, as emissões estão concentradas em poucos setores, como energia eólica e papel e celulose. Deste cenário são originadas críticas de que as emissões de Títulos Verdes se caracterizam por um baixo nível de inovação e adicionalidade no uso de recursos captados (Environmental Finance, 2018a).

A fim de estimular o mercado de Títulos Verdes, em especial emissões de maior adicionalidade com base nos cenários das mudanças climáticas, são apresentados projetos e ativos elegíveis a receberem recursos desses títulos em 9 setores-chave da economia brasileira, incluindo o setor financeiro, que atua de maneira transversal.



## EMITINDO TÍTULOS VERDES

O processo de emissão dos Títulos Verdes e, conseqüentemente, dos climáticos, envolve os mesmos procedimentos de uma emissão de título de dívida convencional, adicionalmente à definição dos quatro princípios dos Green Bond Principles (GBP).

**01**

### USO DE RECURSOS

- Definição de categorias e critérios de projetos ou ativos que poderão receber recursos do Título Verde.

**02**

### SELEÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROJETOS

- Definição da instância de governança para selecionar com base nos critérios e categorias definidos, e avaliar os ativos e projetos apoiados pelo Título Verde.

**03**

### GESTÃO DOS RECURSOS

- Definição de forma de gestão dos recursos financeiros para garantir que esses sejam destinados para os projetos selecionados e que a alocação temporária não seja direcionada a investimento com impacto ambiental negativo.

**04**

### RELATO

- Definição sobre comunicação da alocação de recursos e dos benefícios ambientais alcançados pelos projetos.

Os GBP também recomendam que a emissão passe por uma avaliação externa para confirmar o alinhamento com seus princípios. Entre os formatos de avaliação possíveis encontram-se: segunda opinião, verificação, certificação e rating verde. Neste sentido, é prática de mercado que o emissor

se estruture para prover essas informações adicionais para os participantes do mercado, como os avaliadores externos, as certificadoras e, principalmente, os investidores. Outros materiais de referência sobre como emitir um título verde são listados adiante.

- Guia para Emissão de Títulos Verdes, publicado pela FEBRABAN (Federação Brasileira de Bancos) e CEBDS (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável):

<http://info.sitawi.net/guiatitulosverdes2016>

- Green Bond Principles, publicado pelo ICMA (International Capital Market Association):

<https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>

- Green Loan Principles, publicado pelo Loan Market Association (Loan Market Association):

[https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/LMA\\_Green\\_Loan\\_Principles\\_Booklet-220318.pdf](https://www.icmagroup.org/assets/documents/Regulatory/Green-Bonds/LMA_Green_Loan_Principles_Booklet-220318.pdf)

- Estatísticas sobre títulos verdes no Brasil:

<https://www.sitawi.net/publicacoes/titulos-verdes-analise-de-mercado-2017/>

- Publicações internacionais: [www.climatebonds.net](http://www.climatebonds.net)

# 2.

## Ativos e projetos elegíveis à **EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES**





# AGROPECUÁRIO

A cadeia produtiva do setor agropecuário engloba desde produtores rurais de grãos, gado e outros cultivos e criações (individuais, familiares e empresas), fornecedores de insumo (sementes e defensivos) até tradings agrícolas. Além desses atores, as securitizadoras agropecuárias atuam no setor para dar suporte a emissão de títulos de dívida.

As emissões de GEE brasileiras relacionadas ao setor agropecuário vêm aumentando consideravelmente desde 1990 como consequência da expansão da área cultivada e do sistema de pecuária extensiva de baixa ocupação e produtividade. Em 2016, o setor representou 22% das emissões totais, com volume de 499 milhões tCO<sub>2</sub>e (SEEG, 2017). A fermentação entérica, etapa de digestão de animais herbívoros ruminantes (bovinos e outros) e a aplicação de fertilizantes nitrogenados em solos agrícolas são os processos que resultam em maiores emissões de gases de efeito estufa do setor agropecuário.

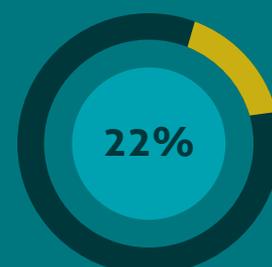
A NDC Brasileira posiciona o setor agropecuário como um dos prioritários na mitigação das mudanças climáticas, principalmente, no que tange o combate ao desmatamento. As metas diretamente relacionadas às tecnologias de produção agropecuária de baixo carbono, principal foco desse capítulo, incluem fortalecer o Plano de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Plano ABC) e restaurar 15 milhões de hectares de pastagens degradadas até 2030 (Brasil, 2015).

As empresas do setor estão razoavelmente expostas ao mercado de capitais, devido ao número de 17 empresas de capital aberto. O número de títulos de dívida convencionais emitidos é considerado baixo e o setor agropecuário ainda não teve nenhuma emissão de Títulos Verdes. Vale ressaltar que esse setor pode emitir Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA), títulos que oferecem isenção de imposto de renda para investidores pessoa física e não-residentes.

## RELEVÂNCIA DO SETOR AGROPECUÁRIO PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Essencial	O setor representa 22% das emissões nacionais, além de ter um potencial de redução de emissão de 2.415 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Essencial	Possui metas bem definidas na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Nenhum Título Verde emitido.
Participação no mercado de capitais	Significativa	O setor possui 17 empresas de capital aberto. De acordo com a ANBIMA, foram emitidos uma média de 48 CRA por ano de 2015 a 2017, somando os setores agrícola, florestal, biocombustíveis e outros que possuem interface com esses setores. Internacionalmente, o setor emitiu, em média, 3 títulos de dívida por ano no mesmo período.

### PARTICIPAÇÃO NAS EMISSÕES GEE BRASILEIRAS



## USO DE RECURSOS

Os recursos obtidos pela emissão de Títulos Verdes no setor agropecuário podem ser utilizados para melhoria de processos e técnicas agrícolas, recuperação de pastagens degradadas, manejo de dejetos

animais, reaproveitamento de resíduos agrícolas, bem como eficiência energética. As tecnologias são classificadas de acordo com seu potencial de redução e não considera seu potencial de estoque de carbono.

## ATIVOS E PROJETOS DO SETOR AGROPECUÁRIO PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor Agropecuário	
Cenários das mudanças Climáticas	<b>1,5°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biofertilizantes</li><li>• Compostagem para Tratamento de Resíduos Agropecuários*</li><li>• Geração de Biogás por Resíduos Agropecuários*</li></ul>
	<b>2°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eficiência Energética na Produção</li><li>• Fertilização Localizada</li><li>• Fixação Biológica de Nitrogênio</li><li>• Irrigação Intermitente no Cultivo de Arroz</li><li>• Recuperação de Pastagem Degradada (RPD)</li><li>• Redução das Emissões Entéricas</li><li>• Sistemas Agroflorestais (SAF) no Bioma Amazônico e Mata Atlântica **</li><li>• Sistemas de Plantio Direto</li></ul>
	<b>NDC</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Adaptação às Mudanças Climáticas</li><li>• Certificações Ambientais Agropecuárias</li><li>• Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) ** ⚠</li><li>• Produção com Desmatamento Zero (conservação acima do demandado por lei) **</li><li>• Pulverização Localizada</li><li>• Sistemas Agroflorestais (SAF) nos Biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal **</li></ul>
	<b>NAL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Produção agropecuária apenas com Reserva Legal e APP conservadas</li><li>• Produção agropecuária com desmatamento, mesmo que legalizado</li></ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

\*descritos no capítulo de Saneamento e Resíduos nas respectivas tecnologias: "Compostagem"; "Aproveitamento de Biogás"

\*\*descritos no capítulo Florestal nas respectivas tecnologias: "Sistemas Agroflorestais (SAF) no Bioma Amazônico e Mata Atlântica"; "Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)"; "Produção Agropecuária com Desmatamento Zero (conservação acima do demandado por lei)"; "Sistemas Agroflorestais (SAF) nos Biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal"

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

Apesar de ser um setor de grande importância para o Brasil, este ainda não emitiu Títulos Verdes para uso dos recursos em atividades agropecuárias. Fora do Brasil foram realizadas algumas emissões pontuais.

**2°C**

Desde 2008, o Banco Mundial emitiu mais de US\$ 10 bilhões (R\$ 36 bilhões) em Títulos Verdes. Os projetos elegíveis visam a transição para um desenvolvimento de baixo carbono e resiliente às mudanças climáticas. Do total emitido, US\$ 8,3 bilhões (R\$ 29,88 bilhões) já foram alocados, sendo US\$ 835,2 milhões (R\$ 3.006,7 milhões) para agricultura, uso do solo, florestas e recursos ecológicos. Entre os projetos que utilizaram os recursos estão: recuperação de pastagens na Armênia e no Uruguai, produção de biogás com dejetos de animais na China e no Uruguai, adaptação a escassez hídrica na China, nas Filipinas, no Marrocos, no Peru e no Uruguai.

Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor Agropecuário



Ativos e projetos elegíveis à emissão de Títulos Verdes

## BIOCOMBUSTÍVEIS

O setor de biocombustíveis é composto pelos subsetores de etanol e de biodiesel. Estes dependem tanto de um componente agrícola, quanto industrial. No Brasil, a componente agrícola do etanol está relacionada a cana-de-açúcar, principalmente, e ao milho. O biodiesel pode ser produzido a partir de soja, óleo de palma e mamona (FGV, 2017; MCTIC - Biocombustíveis, 2017).

As biomassas utilizadas para a produção de biocombustíveis absorvem, por meio do processo de fotossíntese, a quantidade de CO<sub>2</sub> que é emitida na combustão.

Entretanto, outras etapas do processo produtivo, como a utilização de insumos como fertilizantes, máquinas e tratores na etapa agrícola e o transporte até a usina produtora, emitem GEE que devem ser considerados. Nesse contexto, em 2014, foram emitidas durante a produção de combustíveis aproximadamente 64 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, sendo 2% dessas emissões relacionadas à produ-

ção de etanol (EPE, 2007; SEEG, 2016).

Devido ao grande potencial de abatimento no setor de transportes pelo uso de biocombustíveis, o setor é priorizado pela NDC brasileira. A meta estabelecida é ampliar para, aproximadamente, 18% a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira a partir da expansão do consumo de biocombustíveis, do aumento da oferta de etanol, inclusive por meio da ampliação da parcela de biocombustíveis avançados (segunda geração) e do aumento da fração de biodiesel na mistura do diesel (Brasil, 2015).

As empresas do setor ainda estão pouco expostas ao mercado de capitais, tendo 11 empresas de capital aberto e um número de emissão de títulos de dívida convencionais ainda pouco expressivo no cenário nacional e internacional. Vale ressaltar que esse setor pode emitir Certificado de Recebíveis do Agropênjcio (CRA), títulos que oferecem benefício fiscal para investidores pessoa física e não residentes.

### RELEVÂNCIA DO SETOR DE BIOCOMBUSTÍVEIS PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Essencial	Influencia diretamente redução do setor de transportes, que por sua vez representa 9% das emissões brasileiras.
Relevância para a NDC brasileira	Essencial	Possui metas bem definidas na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Nenhum Título Verde emitido.
Participação no mercado de capitais	Importante	O setor tem 11 empresas de capital aberto. De acordo com a ANBIMA, foram emitidos uma média de 48 CRA por ano de 2015 a 2017, somando os setores agrícola, floresta, biocombustíveis. O setor também emitiu uma média de uma debênture e um título internacional por ano no mesmo período.

**PARTICIPAÇÃO NAS  
EMISSÕES GEE  
BRASILEIRAS**



## USO DE RECURSOS

Os usos de recursos mapeados para o setor de biocombustíveis incluem opções para o setor sucroalcooleiro, desde a reforma de canaviais (etapa agrícola) até o processamento do etanol. Tanto para o etanol como para o biodiesel se considerou a produção a partir de diferentes insumos. A classificação das tecnologias mapeadas dentro da escala de alinhamento aos cenários de mudanças climáticas foi realizada a partir da comparação das emissões geradas durante o ciclo de vida dos combustíveis convencionais (gasolina e diesel derivados de petróleo) com as emissões do ciclo de produção e consumo dos biocombustíveis.

Vale ressaltar que biocombustíveis podem ser certificados, por exemplo, pela Bonsucro no caso do etanol e pelo Selo Combustível Social no caso do biodiesel, dando mais conforto ao mercado que esses produtos aderem a boas práticas de manejo agrícola.

Biocombustíveis cujo processo de produção utiliza a queima de palha de cana-de-açúcar ao ar livre não são alinhados ao conceito de Título Verde, devido aos impactos socioambientais causados por essa técnica. A combustão incompleta da palha libera gases como monóxido de carbono (CO) e material particulado (fuligem) que, uma vez inalado pelos trabalhadores e população local, pode causar problemas de saúde, como doenças respiratórias. Outra questão associada às queimadas de cana é a eliminação de espécies da fauna nativa, causando perda de biodiversidade. Em 2002, o estado de São Paulo criou a Lei Estadual No 11.241 para eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar até sua eliminação total em 2021 (Embrapa, 2010; Fernandes et al., 2008).

## ATIVOS E PROJETOS DO SETOR BIOCMBUSTÍVEIS PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor Biocombustíveis	
1,5°C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Geração de Biogás a partir de Resíduos Agropecuários*</li><li>• Produção de Biodiesel de Palma (Dendê) ⚠</li><li>• Produção de Etanol Celulósico (Segunda Geração)</li><li>• Produção de Etanol de Cana (Primeira Geração) ⚠</li><li>• Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Residual ou Biogás em Caldeiras**</li></ul>
2°C	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cogeração por Bagaço de Cana **</li><li>• Produção de Biodiesel de Soja e de Mamona ⚠</li><li>• Usina de Etanol <i>Flex</i> (Cana e Milho) ⚠</li></ul>
NDC	<ul style="list-style-type: none"><li>• Produção de Etanol de Milho ⚠</li><li>• Renovação de Canaviais ⚠</li></ul>
NAL	<ul style="list-style-type: none"><li>• Queima de palha para colheita da cana-de-açúcar</li><li>• Produção de biocombustível com desmatamento ou não alinhada ao Código Florestal</li></ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

\*descrito no capítulo de Saneamento e Resíduos na tecnologia "Aproveitamento de Biogás"

\*\*descritos no capítulo de Indústria nas respectivas tecnologias: "Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Residual ou Biogás em Caldeiras"; "Cogeração de Energia"

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

O Brasil ainda não teve uma emissão de Título Verde relacionado ao setor de biocombustíveis. Contudo, existem casos internacionais.

1,5°C

Em novembro de 2017, o Departamento de Negócios e Indústria do Estado de Nevada, nos Estados Unidos, emitiu um Título Verde no valor de US\$ 150 milhões destinado à Sierra Biofuels, SPE dedicada ao desenvolvimento, construção, instalação, comissionamento e operação de uma planta de biocombustíveis. Essa planta irá produzir, a partir de resíduos sólidos urbanos, óleo cru, que pode ser utilizado para produção de diesel e bioquerosene. O processo utilizado é o Fischer-Tropsch, que produz combustível líquido a partir de gases de síntese. (Sustainalytics, 2017).



Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor de Biocombustíveis



Ativos e projetos elegíveis à emissão de Títulos Verdes

# ELÉTRICO

O setor elétrico é caracterizado por empresas que geram energia elétrica em usinas e através de fontes convencionais, como termelétricas a combustíveis fósseis e grandes hidrelétricas, e alternativas, como solar, eólica, pequenas centrais hidrelétricas (PCH) e termelétricas a biomassa. Esse setor também possui operações que transmitem e distribuem energia elétrica até os consumidores finais. Outros setores econômicos, principalmente industrial e imobiliário, estão relacionados ao setor elétrico e dependem de uma matriz renovável para não aumentarem suas emissões indiretas (CEBDS, 2017). Dentre as diversas formas de uso de energia, como transporte e processos produtivos, a geração de eletricidade é uma das categorias que menos emite GEE no contexto brasileiro, uma vez que a matriz elétrica nacional está baseada, principalmente, em fontes consideradas renováveis. Em 2016, 68% da eletricidade nacional foi produzida por hidrelétricas, 8% por termelétricas a biomassa e 5% por usinas eólicas (EPE, 2017). Nesse mesmo ano, o segmento emitiu, aproximadamente, 54 milhões de tCO<sub>2</sub>e, representando, apenas, 2,39% das emissões brasileiras. Entretanto, nos últimos anos, as crises hídricas observadas na região sudeste e centro-oeste geraram redução da capacidade de geração hidrelé-

trica. Logo, para garantir a segurança energética, foi necessário aumentar o acionamento de termelétricas movidas a combustíveis fósseis.

Como consequência, o fator de emissão da geração de eletricidade aumentou. Além disso, com a redução de emissão por desmatamento que vem ocorrendo desde 2010 (e que tende a continuar), as emissões de outros setores, como o elétrico, tende a ganhar cada vez mais representatividade no contexto nacional (SEEG, 2017).

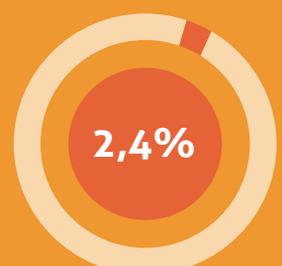
Para reduzir as emissões do setor elétrico, a NDC brasileira apresenta metas claras, que incluem a expansão na geração de energia elétrica renovável não convencional (eólica, biomassa e solar) para, ao menos, 23% da matriz elétrica nacional até 2030. Além disso, há ainda o objetivo de atingir um ganho de 10% na eficiência do setor elétrico até 2030.

Esse setor também é importante para o mercado de capitais, pois apresenta um número elevado de empresas com capital aberto, bem como um volume alto de debêntures emitidas nos últimos anos. As debêntures são estimuladas nesse setor na medida em que os ministérios federais podem classificar as emissões de infraestrutura como incentivada, oferecendo isenção de imposto de renda para investidores pessoa física e não-residentes.

## RELEVÂNCIA DO SETOR ELÉTRICO PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>ESSENCIAL</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Significativa	O setor representa 2,4% das emissões nacionais e tem um potencial de redução de emissão de 1.221,4 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Essencial	Possui metas bem definidas na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Essencial	Oito Títulos Verdes emitidos nacionalmente (CPFL, 2 da Omega Energia, Rio Energy, PEC Energia, 2 da Enel e ISA CTEEP).
Participação no mercado de capitais	Essencial	O setor tem 76 empresas de capital aberto e uma média de 74 debêntures emitidas por ano de 2015 a 2017. Internacionalmente, o setor realizou apenas uma emissão no período citado.

### PARTICIPAÇÃO NAS EMISSÕES GEE BRASILEIRAS



## USO DE RECURSOS

No setor elétrico, os recursos originados pela emissão de Títulos Verdes podem ser utilizados para cobrir as despesas relacionadas com a construção, adaptação e reabilitação de infraestruturas de geração de eletricidade basea-

das em fontes renováveis, bem como para transmissão e distribuição que suportem essa eletricidade.

A possibilidade de financiamento de geração distribuída de energia está listada no setor imobiliário.

## USOS DE RECURSOS PARA O SETOR ELÉTRICO

### Usos e recursos para o Setor Elétrico

Cenários das mudanças Climáticas

1,5°C

- Termelétrica a Biogás
- Termelétrica a Biomassa Cultivada com Fins Energéticos ⚠
- Termelétrica a Biomassa Residual
- Termelétrica a Licor Negro
- Transmissão e Armazenamento de Energia Renovável ⚠
- Usina Eólica
- Usina Solar Flutuante
- Usina Solar Fotovoltaica
- Usina Solar Térmica (CSP)

2°C

- Pequena Central Hidrelétrica ⚠
- Termelétrica a Gás Natural substituindo Óleo e Carvão ⚠

NDC

- Rede Elétrica Inteligente (*Smart Grid*)
- Transmissão, Distribuição e Armazenamento ⚠
- Usina Hidrelétrica Fio D'Água ⚠

NAL

- Expansão de capacidade termelétrica a gás natural
- Grandes hidrelétricas
- Novas plantas termelétricas à combustíveis fósseis tradicionais
- Geração solar ou eólica que favoreça a extração ou produção de combustíveis fósseis

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

O setor elétrico possui uma participação importante no mercado brasileiro de Títulos Verdes em função da emissão de oito debêntures nos últimos anos.

1,5°C

A CPFL Energia é uma holding que gera, distribui e comercializa energia elétrica no Brasil, assim como provê serviços relacionados ao setor. A companhia atua no segmento de geração de eletricidade renovável (eólicas, termelétricas a biomassa, PCHs e solar) por meio da subholding CPFL Renováveis. Em outubro de 2016, a CPFL Renováveis emitiu um Título Verde no valor de R\$ 200 milhões para reembolsar despesas e dívidas relacionadas a nove parques eólicos, com capacidade instalada total de 225 MW. Espera-se que esses parques evitem a emissão de 122,96 mil tCO<sub>2</sub> e por ano.

NDC

A ISA CTEEP é uma concessionária privada responsável pela transmissão de 24% da energia elétrica gerada no Brasil e praticamente 100% daquela gerada no Estado de São Paulo. Em maio de 2018, a empresa emitiu uma debênture verde que captou R\$ 621 milhões. Os recursos arrecadados com a emissão do Título Verde serão alocados para pagamentos futuros e reembolso dos custos da implementação de oito projetos de transmissão de energia elétrica. O benefício ambiental dos ativos será medido pela prestação de serviço de transmissão a usuários verdes que geram energia a partir de fontes renováveis alternativas – usinas eólicas, solar, biomassa e PCH.

Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor de Elétrico





Ativos e projetos elegíveis à emissão de Títulos Verdes

## FLORESTAL

A atividade florestal inclui a produção de produtos madeireiros e não madeireiros, bem como atividades de reflorestamento e manutenção de floresta nativa para fim de conservação. No Brasil, os produtos florestais madeireiros são: madeira industrial (painéis de madeira reconstituída, celulose e papel), madeira processada (serrados e compensados) e madeira para energia (lenha, cavaco, briquete e carvão vegetal). Os produtos florestais não madeireiros são destinados para consumo humano como, por exemplo, para produção de alimentos, bebidas, plantas medicinais e extratos (exemplos: bagas, nozes, mel, fungos, dentre outros), farelos e forragem para pastagem, bem como outros produtos como cortiça, resinas, taninos, plantas ornamentais, musgos, samambaias, óleos essenciais, entre outros (FBDS, 2012).

A produção de produtos florestais madeireiros baseia-se no reflorestamento voltado para a produção de árvores, com ciclos de plantio e colheita renováveis, com remoção de carbono durante o crescimento das espécimes. O Brasil possui, aproximadamente, 7,8 milhões de hectares de florestas plantadas, responsáveis pelo estoque de 1,7 bilhão de tCO<sub>2</sub>e. A produção madeireira também depende de uma componente industrial que está voltada para o beneficiamento da madeira para diferentes finalidades. Essa atividade possui autossuficiência energética para maior parte dos processos, sendo então os níveis de emissão de GEE relativamente baixos (IBÁ, 2015).

A fabricação de produtos florestais não madeireiros é pouco significativa no Brasil. Dessa forma, não há dados disponíveis sobre o segmento, tampouco estimativas das emissões estocadas relacionadas a estes produtos. Em relação a atividade florestal voltada para conservação, o Brasil possui 203 milhões de hectares de flores-

tas nativas desprotegidas. O desmatamento dessas áreas pode levar a emissões significativas de GEE. Por isso, mecanismos que favoreçam a conservação e o uso econômico dessas áreas são fundamentais para o combate às mudanças climáticas.

Em 2016, a mudança de uso de solo representou, aproximadamente, 52% das emissões de GEE do Brasil, o que representa uma queda significativa desde 2003, quando essas emissões representavam 77% das emissões de GEE nacionais.

Para combater essas emissões, a NDC Brasileira apresenta metas bem definidas relacionadas às atividades florestais e combate ao desmatamento. Essas incluem fortalecer o cumprimento do Código Florestal; alcançar o desmatamento ilegal zero na Amazônia até 2030 e compensar as emissões dessa fonte; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030 para usos múltiplos; incrementar em 5 milhões de hectares o uso de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) até 2030; e ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas por meio de sistemas de georreferenciamento e rastreabilidade, com vistas a desestimular práticas ilegais e insustentáveis (Brasil, 2015).

Apesar das empresas do setor ainda estarem pouco expostas ao mercado de capitais, tendo poucas empresas de capital aberto e um número de emissão de títulos de dívida convencionais considerado baixo, empresas brasileiras focadas em produção florestal foram responsáveis pela emissão de quatro Títulos Verdes. Vale ressaltar que esse setor pode emitir Certificado de Recebíveis do Agronegócio, títulos que oferecem isenção de imposto de renda para investidores pessoa física e não residentes.

## RELEVÂNCIA DO SETOR FLORESTAL PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AValiação	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>ESSENCIAL</b>	
<b>Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas</b>		
Relevância para redução de emissões	Essencial	A mudança de uso do solo representa 52% das emissões nacionais e a redução de emissão por desmatamento evitado (REDD) tem uma potencial redução de 5.700 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Essencial	Possui metas bem definidas na NDC.
<b>Relevância para emissão de títulos</b>		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Essencial	Três Títulos Verdes de empresas brasileiras emitidos internacionalmente (Suzano, Fibria e Klabin) e um emitido nacionalmente (Suzano).
Participação no mercado de capitais	Importante	O setor tem 8 empresas de capital aberto. De acordo com a ANBIMA, foram emitidos uma média de 48 CRA por ano de 2015 a 2017, somando os setores agrícola, floresta, biocombustíveis e outros que possuem interface com esses setores. Internacionalmente, o setor emitiu, em média, 3 títulos de dívida no período citado.

Entenda a classificação dos setores na seção "Metodologia", p. 38

### USO DE RECURSOS

Os usos de recursos mapeados para o setor florestal estão relacionados à etapa de plantio e manutenção de florestas. Estes usos estão segmentados de acordo com o bioma influenciado e as características das espécies utilizadas no plantio (nativas ou exóticas), pois estes elementos têm influência direta no volume de carbono estocado.

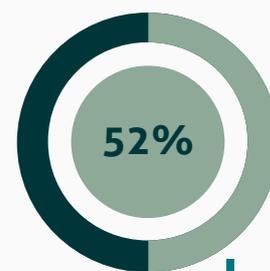
Também foram mapeadas opções de integração de mais de um tipo de cultura: integração Lavoura Pecuária Floresta (iLPF), Sistemas Agroflorestais (SAF) e agricultura sem desmatamento.

Vale ressaltar que todos os usos de recursos associados a produtos florestais podem ser certificados pela FSC (Forest Stewardship Council) e/ou Cerflor (Ahrens, 2005), dando mais conforto ao mercado que esses produtos aderem a boas práticas de manejo florestal.

As opções de usos de recursos para a componente industrial desse setor estão incluídas no capítulo do setor industrial.

A classificação dos potenciais usos de recursos identificados no setor florestal é apresentada na tabela a seguir. Esse é o único setor que a classificação se baseou no estoque de carbono aéreo na maturidade da área e não na redução de GEE. Isso gera alguma incerteza, pois diferentes tipos de florestas dentro de um mesmo bioma ou de combinações de florestas com outras atividades, levam a estoques potenciais diferentes. A classificação de florestas exóticas é feita pelo estoque médio por hectares das culturas avaliadas, já que o estoque flutua significativamente durante o cultivo.

### PARTICIPAÇÃO NAS EMISSÕES GEE BRASILEIRAS



Usos de recursos para o Setor Florestal

Cenários das mudanças Climáticas

1,5°C

- Florestas Nativas nos Biomas Amazônico e Mata Atlântica (Restauração, Regeneração ou Manejo)

2°C

- Florestas Exóticas (Pinus e Eucalipto) ⚠
- Florestas Nativas nos Biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal (Restauração, Regeneração ou Manejo)
- Sistemas Agroflorestais (SAF) no Bioma Amazônico e Mata Atlântica

NDC

- Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) ⚠
- Produção Agropecuária com Desmatamento Zero (conservação acima do demandado por lei)
- Sistemas Agroflorestais (SAF) nos Biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal

NAL

- Florestas para cumprimento legal
- Produção agropecuária apenas com Reserva Legal e APP conservadas
- Produção florestal com desmatamento (mesmo que legalizado)

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

Até junho de 2018, foram emitidos quatro Títulos Verdes pelo setor florestal no Brasil, todos relacionados a empresas de papel e celulose. Os primeiros títulos, emitidos pela Suzano Papel e Celulose, Fibria e Klabin, foram utilizados para financiar uma variedade de projetos

relacionados tanto às suas atividades florestais (manejo sustentável, restauração de floresta nativa e conservação de biodiversidade), como às suas atividades industriais (eficiência energética e transporte).

2°C ⚠

A Ecoagro é uma securitizadora especializada em estruturação de operações financeiras na cadeia produtiva do agronegócio. Em dezembro de 2016, a empresa emitiu o primeiro CRA Verde brasileiro no valor de R\$ 1 bilhão, com lastro em recebíveis de crédito de exportação da Suzano Papel e Celulose para financiar os custos com manejo florestal de áreas certificadas. A certificação da Suzano está associada a áreas de florestas com espécies exóticas, principalmente de eucalipto.

2°C ⚠

A Fibria é uma empresa brasileira líder mundial na produção de celulose de eucalipto e possui cerca de 633 mil hectares de florestas plantadas. Em janeiro de 2017, a companhia emitiu um título verde no valor de US\$ 700 milhões com vencimento em 10 anos para financiar uma variedade de projetos relacionados tanto às suas atividades em florestas plantadas exóticas como às suas atividades industriais (eficiência energética e transporte).

Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor Florestal





# IMOBILIÁRIO

O setor imobiliário é composto por empresas construtoras, intermediadoras, exploradoras, incorporadoras imobiliárias e administradoras de edifícios comerciais e residenciais, bem como securitizadoras, que apoiam essas empresas na emissão de dívidas focadas nesse tipo de investimento.

O Brasil é o quarto país do mundo em relação ao número de edificações certificadas com selos "sustentáveis". Em 2016, eram mais de 600 certificações LEED, 129 AQUA e 45 com o selo Procel Edifica (Exame, 2016).

Esse setor não é mencionado pela NDC e sua emissão direta, associada ao consumo de combustível

de geradores e gases de ar condicionado, pode ser considerada marginal. Por outro lado, os edifícios consomem 48% da energia elétrica do Brasil, sendo metade relacionada a edifícios residenciais e a outra metade relaciona a edifícios corporativos (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2014).

Em relação à participação do setor no mercado de capitais, esse pode ser considerado relevante, por exemplo pelo volume de emissão de Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI). Os CRIs são emissões que oferecem benefício fiscal para investidores pessoa física e não residentes.

## RELEVÂNCIA DO SETOR IMOBILIÁRIO PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AValiação	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Significativa	O setor é indiretamente responsável por 48% das emissões do setor elétrico, o que representa 1,23% das emissões nacionais. Esse apresenta um potencial redução de emissão de 1.229 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Importante	Setor não é mencionado na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Nenhum Título Verde emitido.
Participação no mercado de capitais	Essencial	O setor possui 9 empresas de capital aberto e uma média de 142 CRI emitidos por ano de 2015 a 2017.

**PARTICIPAÇÃO NAS  
EMISSÕES GEE  
BRASILEIRAS**

**1,23%**

## USO DE RECURSOS

Além das certificações verdes já mencionadas, os recursos originados de Títulos Verdes podem ser usados para edifícios não certificados com alto desempenho relacionado a mudanças climáticas, bem como projetos específicos que podem englobar desde a geração de energia distribuída até projetos de eficiência energética incrementais, como iluminação, conforto térmico, entre outros.

Vale destacar que todos os usos de recursos que dependam da matriz brasileira para produção de eletricidade apresentam um risco indireto relacionado a matriz se tornar menos renovável, aumentando assim, indiretamente, a emissão de gases de efeito estufa dos edifícios.

## ATIVOS E PROJETOS DO SETOR IMOBILIÁRIO PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor Imobiliário	
Cenários das mudanças Climáticas	<b>1,5°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Geração de Energia Distribuída Renovável</li><li>• Prédios Carbono Zero (ex. certificação GBC Brasil Zero Energy)</li><li>• Sistema Solar para Aquecimento Hídrico</li></ul>
	<b>2°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Coletor Solar Térmico para Ar Condicionado e Refrigeração</li><li>• Conforto Térmico Eficiente</li><li>• Iluminação Eficiente</li><li>• <i>Lean Construction</i></li><li>• Prédios com Certificação e Desempenho Ótimo em Eficiência Energética ⚠ ⌚</li></ul>
	<b>NDC</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Outros Prédios com Certificação ⚠</li></ul>
	<b>NAL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• N/A</li></ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

O Brasil não teve ainda uma emissão de Títulos Verdes relacionados ao setor imobiliário. Entretanto, fora do Brasil, esse é um setor representativo no mercado.



Skanska é uma empresa com sede na Suécia e atuação na região Nórdica, Europa e Estados Unidos, onde desenvolve projetos residenciais e comerciais. Esta emitiu seu primeiro Título Verde em 2014, com o objetivo de financiar projetos com certificação LEED nível Gold ou BREEAM nível Muito Bom, com uso de 25% menos energia do que o requerido por códigos e regulações.



Stockholms Kooperativa Bostadsförening ("SKB") é uma cooperativa de proprietários de residências em Estocolmo que faz a gestão e aluguel de imóveis para seus cooperados. Em novembro de 2016, emitiu um Título Verde com o objetivo de usar os recursos em propriedades certificadas, que usam, ao menos, 25% menos energia do que o requerido por códigos e regulações, em projetos com eficiência energética que reduzam acima de 25% o consumo e em produção de energia renovável distribuída.

Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor Imobiliário



# INDUSTRIAL

O setor industrial é caracterizado por realizar transformação, ou seja, converter matéria prima em produtos comercializáveis, sendo classificado em subsetores de acordo com a mercadoria ou insumo que comercializa, por exemplo, químico, siderurgia, cimento e bens de consumo.

Em 2016, as emissões de GEE do setor industrial foram de 166 milhões de tCO<sub>2</sub>e, o que representava cerca de 7,3% das emissões brasileiras. Com a diminuição das emissões por mudança do uso do solo, a representatividade das emissões do setor industrial vem aumentando nos últimos anos (SEEG, 2017). Nesse contexto, os principais subsetores responsáveis pela emissão industrial são siderurgia, cimento e químico (CEBDS, 2017).

A NDC brasileira não possui metas claras para esse

setor, apenas define que é preciso promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de baixo carbono.

Em relação ao mercado de capitais, no Brasil, o setor conta com um número grande de empresas abertas que poderiam emitir títulos de dívida. Por outro lado, a recente falta de isonomia fiscal em comparação aos setores agropecuário, infraestrutura e imobiliário tem diminuído o apetite de investidores por emissões de dívida do setor industrial.

Como será visto adiante, existe um número grande de tecnologias elegíveis a receberem recursos de Títulos Verdes no setor. Mesmo assim, temos apenas uma emissão de empresa brasileira que utilizou os recursos, principalmente, em atividades industriais.

## RELEVÂNCIA DO SETOR INDUSTRIAL PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Significativa	O setor representa 7,3% das emissões nacionais e tem um potencial de redução de emissão de 1.090 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Significativa	Setor está listado na NDC, sem metas bem definidas.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Um Título Verde emitido (BRF).
Participação no mercado de capitais	Essencial	O setor possui 99 empresas de capital aberto, com uma média de 8 debêntures emitidas por ano de 2015 a 2017. Internacionalmente, o setor emitiu uma média de 3 títulos por ano no mesmo período.

## PARTICIPAÇÃO NAS EMISSÕES GEE BRASILEIRAS

7,3%

## USO DE RECURSOS

Dentro do setor industrial há uma grande diversidade de subsetores e de processos produtivos que podem adotar tecnologias para reduzir as emissões e, portanto, receber recursos via Título Verde. Nesse contexto, as tecnologias a serem adotadas podem ser tanto transversais – aplicáveis a diversos setores – quanto específicas a apenas um segmento ou processo produtivo. Além disso, essas tecnologias podem ser incrementais, que implicam

em melhorias pontuais de processos, ou estruturais, relacionadas a adoção de novos processos.

De maneira geral, os recursos arrecadados pela emissão de Títulos Verdes no setor industrial podem ser utilizados para melhoria de processos e equipamentos (visando a troca de um combustível por outro menos carbono intensivo), a eficiência energética, a recuperação de calor e vapor, bem como a captura de carbono.

### ATIVOS E PROJETOS DO SETOR INDUSTRIAL PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor Industrial	
Cenários das mudanças climáticas	<p><b>1,5°C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Captura por Microalgas</li> <li>• Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Cultivada em Caldeiras ⚠</li> <li>• Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Residual ou Biogás em Caldeiras</li> <li>• Uso de Matéria-prima Não Carbonizada (Q)</li> </ul>
	<p><b>2°C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Armazenamento de Carbono</li> <li>• Cogeração de Energia</li> <li>• Motores Elétricos Eficientes</li> <li>• Substituição Inter-energéticos (Óleo/Carvão por Gás Natural) ⌚</li> <li>• Implementação de Pré-aquecedores e Pré-calcinadores (C)</li> <li>• Substituição de Clínquer por Adições (C)</li> <li>• Implementação de Catalisadores Mais Eficientes (Q)</li> <li>• Apagamento de Coque a Seco (S)</li> <li>• Lingotamento <i>Near Shape</i> (S)</li> </ul>
	<p><b>NDC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolamento Térmico de Equipamentos Aquecidos</li> <li>• Melhorias no Processo de Combustão</li> <li>• Migração para Indústria 4.0</li> <li>• Recuperação de Calor de Fluidos e Integração de Processos</li> <li>• Recuperação de Calor em Fornos</li> <li>• Recuperação de Calor em Sistemas de Vapor</li> <li>• Separação por Membranas (Q)</li> <li>• Fusão Redutora (S)</li> <li>• Preaquecimento de Sucata (S)</li> </ul>
	<p><b>NAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• N/A</li> </ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

(C) Cimento (S) Siderurgia (Q) Químico

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

Como visto, o setor apresenta diversas possibilidades para uso dos recursos captados por meio de Títulos Verdes e tem o potencial de trazer uma redução de cerca de 1.090 milhões de tCO<sub>2</sub>e no Brasil. Mesmo assim, no Brasil houve apenas uma emissão que utilizou os recursos, principalmente, em atividades industriais.

**NDC**

A BRF S.A é uma empresa de alimentos global sediada no Brasil, com mais de 30 marcas no seu portfólio, ocupando a terceira posição mundial no abate de aves (Watt Global Media). Em 2015, a empresa emitiu € 500 milhões (R\$2,2 bilhões) em Títulos Verdes, no exterior, para financiar projetos com benefícios ambientais. As atividades elegíveis a receberem recursos desses títulos são: gestão florestal sustentável, eficiência energética, geração de energia renovável, gestão de recursos hídricos, redução do uso de matérias primas, gestão de resíduos, embalagens sustentáveis e eficientes. Em 2016, foram utilizados R\$ 452 milhões do volume captado, sendo que 51% dos recursos foram alocados para projetos de eficiência energética (EE) e geração de energia renovável. Os projetos de EE estão voltados a diminuir os desperdícios de energia e para o uso de refrigeradores mais eficientes. Em relação a geração de energia renovável, o principal projeto está voltado a cogeração em caldeira de biomassa.

**2°C**

A Unilever é uma multinacional anglo-holandesa que atua na produção de alimentos, bebidas, produtos de limpeza e de higiene pessoal em mais de 190 países. Em Março de 2014, a empresa emitiu o "Green Sustainability Bond" no valor de £ 250 milhões (R\$ 1.227 milhões). Os recursos foram alocados nas seguintes atividades: redução de emissões de gases de efeito estufa (50% nas novas instalações e 30% nas fábricas reformadas), gestão de água e gestão de resíduos (Unilever, 2014).

**1,5°C**

A Export Development Canada (EDC) é uma agência de crédito de exportação que fornece serviços financeiros e seguros a exportadores e investidores focados no mercado internacional. Para reforçar seu comprometimento com o meio ambiente e em resposta a demanda de seus investidores, a empresa entrou no mercado de Títulos Verdes, emitindo em 2015 US\$ 300 milhões em títulos. As atividades elegíveis a receberem esses recursos estão relacionadas com: mitigação de mudanças climáticas, bem como preservação e proteção do ar, água e solo. Dos recursos captados, 19% foram alocados para o setor industrial, sendo principal projeto da BioSuccinic Plant Project no Canada, que consiste na construção e operação da maior planta para produção de ácido succínico a partir do açúcar em substituição a recursos fósseis, o qual pode ser usado para fabricação de poliuretano, plásticos biodegradáveis, lubrificantes industriais e outros.



Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor Industrial



# SANEAMENTO E RESÍDUOS

O setor de saneamento e resíduos é constituído, principalmente, por empresas responsáveis pela construção ou gestão de infraestruturas para abastecimento de água, drenagem urbana, coleta e tratamento de efluente, bem como manejo dos resíduos sólidos (CREA-PR, 2010).

Atualmente, 57% da população brasileira é atendida por serviços de coleta de efluente. Da população não atendida por coleta, 54% trata o efluente por fossa séptica, 37% por fossa rudimentar e 9% despejam em valas ou corpos hídricos. Do percentual coletado, a maior parte do efluente é tratado por lagoa facultativa (22%), seguido por reator anaeróbio (18,9%) e lagoa anaeróbia (14,4%) (LA ROVERE, 2016).

Já os resíduos sólidos brasileiros são destinados, principalmente, para aterro sanitário (64,6%), seguido por lixão a céu aberto (17,6%) e aterro controlado (15,7%) (LA ROVERE, 2016).

As emissões de GEE relacionadas a saneamento e resíduos representam cerca de 3% das emissões nacionais. Dessas, 52% estão relacionados a resíduos sólidos urbanos, 24% a efluentes industriais e 23% a efluentes urbanos (SEEG, 2017).

O setor possui participação relativamente baixa no mercado de capitais, com poucas empresas de capital aberto e poucas emissões de títulos de dívidas por ano. Por outro lado, apresenta um grande potencial de emissão de debêntures incentivadas - títulos dependentes de aprovação pelo Ministério das Cidades que oferecem isenção de imposto de renda para investidores pessoa física e não residentes.

## RELEVÂNCIA DO SETOR SANEAMENTO E RESÍDUOS PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AValiação	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Essencial	O setor representa 3% das emissões nacionais, além de ter um potencial de redução de emissão de 1.940 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Importante	Setor não é mencionado na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Nenhum Título Verde emitido.
Participação no mercado de capitais	Significativa	O setor possui 17 empresas de capital aberto, com uma média de 12 debêntures emitidas por ano de 2015 a 2017.

### PARTICIPAÇÃO NAS EMISSÕES GEE BRASILEIRAS

3%

Entenda a classificação dos setores na seção "Metodologia", p. 38

## USO DE RECURSOS

Os recursos de Títulos Verdes no setor de saneamento e resíduos podem ser alocados, principalmente, para o manejo de resíduos sólidos e tratamento de efluente e água. As principais tecnologias para redução de emissão de GEE nesse setor estão relacionadas a queima, com ou sem aproveitamento de energia, do metano emitido na decomposição da matéria orgânica em

condições anaeróbicas (sem oxigênio). Esse processo transforma o metano em CO<sub>2</sub>, que é neutralizado ao longo do ciclo de vida da matéria orgânica.

Outras tecnologias relevantes para resíduos envolvem o aumento de reciclagem e compostagem. Em tratamento de água são relevantes as tecnologias que reduzam o consumo de energia do processo.

## ATIVOS E PROJETOS DO SETOR DE SANEAMENTO E RESÍDUOS PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor de Saneamento e Resíduos	
Cenários das mudanças Climáticas	<b>1,5°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aproveitamento do Biogás (R) (E)</li><li>• Compostagem (R)</li><li>• Coprocessamento de Resíduos Sólidos Orgânicos (R)* ⚠</li><li>• Tratamento Mecânico Biológico (TMB) (R)</li></ul>
	<b>2°C</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ampliação da Reciclagem (R) ⚠</li><li>• Biorreator de Membranas (MBR) (A) ⌚</li><li>• Flare Enclausurado (R) (E)</li></ul>
	<b>NDC</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Flare Aberto (R) (E) ⌚</li></ul>
	<b>NAL</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aterro sanitário sem flare</li></ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

(R) Resíduos (E) Efluente (A) Água

\*descrito no capítulo de Indústria na tecnologia "Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa de Resíduos ou Biogás em Caldeiras"

## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

No Brasil ainda não foram emitidos Títulos Verdes focados no setor de saneamento e resíduos, mas algumas das tecnologias elegíveis foram usadas em emissão de empresa do setor Florestal.

**NDC**

A Fibria é uma empresa brasileira do setor florestal que é líder mundial na produção de celulose de eucalipto. Em janeiro de 2017, a empresa emitiu seu primeiro Título Verde no valor de US\$ 700 milhões. Entre os possíveis usos de recursos desses títulos está a construção, instalação, operação e revitalização de instalações de manejo de resíduos a fim de reduzir a geração de resíduos e reutilizá-los no processo produtivo. Na prática, parte dos recursos foi utilizado em um projeto de secagem de lodo para que esse seja coprocessado junto com outras biomassas na caldeira.

**2°C**

Nederlandse Waterschapsbank N.V. é uma instituição financeira dedicada a prover financiamento para comitês de recursos hídricos na Holanda. Em 2014, ela emitiu um Título Verde no valor de EUR 500 milhões para projetos de mitigação e adaptação frente as mudanças climáticas, bem como conservação de biodiversidade. Os projetos de mitigação que receberam esses recursos estão relacionados a recuperação de energia de efluentes, o que reduz, portanto, a emissão de metano desses sistemas.

Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor Saneamento e Resíduos





# TRANSPORTE

O setor de transportes é responsável pela movimentação de cargas e passageiros. Esse é composto de diversos modais, como ferroviário, aquaviário (em mares ou rios), aeroviário e rodoviário, sendo esse último o de maior participação no âmbito nacional, representando 60% dos km rodados por carga e 90% dos km rodados por passageiros.

Segundo o SEEG, o setor emitiu aproximadamente 204 milhões tCO<sub>2</sub>e em 2016, cerca de 9% das emissões brasileiras. Metade deste montante está relacionada ao transporte de carga e a outra metade ao transporte de pessoas (SEEG, 2016).

A NDC define meta específica para ampliar, aproximadamente, em 18% o uso de biocombustíveis, como etanol e biodiesel, o que impacta diretamente o setor de transportes. Além disso, a NDC direciona as ações

para promoção de eficiência, melhoria de infraestrutura e do transporte público urbano, mas sem especificar metas quantitativas para estes itens.

Estima-se que serão investidos R\$ 133 bilhões em transportes nos próximos 25 anos, sendo, aproximadamente, 32% no setor rodoviário e 68% no setor ferroviário (CEBDS, 2017). A emissão de títulos de dívida pode ter uma importante participação nesse montante, devido ao número elevado de empresas do setor com capital aberto e pelo volume alto de títulos emitidos nos últimos anos. A emissão de título de dívida relacionado a infraestrutura de transporte, quando aprovada pelo Ministério dos Transportes, é classificada como debênture incentivada, dando isenção de imposto de renda para o investidor pessoa física e não-residente.

## RELEVÂNCIA DO SETOR DE TRANSPORTE PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>SIGNIFICATIVA</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Significativa	O setor representa 9% das emissões nacionais e tem um potencial de redução de emissão de 1.860 milhões de tCO <sub>2</sub> até 2050.
Relevância para a NDC brasileira	Significativa	Setor está listado na NDC, sem metas bem definidas.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Nenhum Título Verde emitido.
Participação no mercado de capitais	Essencial	O setor possui 76 empresas de capital aberto, com uma média de 30 debêntures emitidas por ano de 2015 a 2017. Internacionalmente, o setor emitiu, em média, um título por ano no mesmo período.

**PARTICIPAÇÃO NAS  
EMISSÕES GEE  
BRASILEIRAS**

**9%**

Entenda a classificação dos setores na seção "Metodologia", p. 38

## USO DE RECURSOS

O uso de recursos de Títulos Verdes no setor de transporte pode estar relacionado com infraestrutura, serviços de suporte (ex. empresas de softwares de inteligência), fabricação de veículos e peças, bem como compra e melhorias de veículos.

Em relação à infraestrutura, os recursos podem ser utilizados para construção de modais alternativos ao rodoviário tradicional (estradas e rodovias para uso de carro particular e caminhões), como transporte

aquático, ferroviário e de transporte rodoviário de massa ou não motorizados. Nesse contexto também estão inseridas infraestruturas para prestação de serviços de inteligência de transporte e para abastecimento por combustíveis alternativos.

Adicionalmente, podem ser realizados projetos que reduzam a emissão por meio do uso de implementos que aumentem a eficiência na queima de combustível ou pelo uso de combustíveis alternativos.

## ATIVOS E PROJETOS DO SETOR DE TRANSPORTES PARA USO DOS RECURSOS DE TÍTULOS VERDES

Usos de recursos para o Setor de Transporte	
Cenários das mudanças Climáticas	<p><b>1,5°C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estação para Abastecimento de Veículos a Hidrogênio (C) (P) ⚠</li> <li>• Estação para Carregamento de Veículos Elétricos (C) (P)</li> <li>• Estrutura para Uso Público de Bicicleta (C) (P)</li> <li>• Infraestrutura de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) (P)</li> <li>• Infraestrutura Ferroviária Eletrificada (C) (P) ⚠</li> <li>• Infraestrutura para Metrô (P)</li> <li>• Veículos a Etanol de Cana-de-açúcar e/ou Biogás (C) (P) ⚠</li> <li>• Veículos com Células de Hidrogênio (C) (P)</li> <li>• Veículos Elétricos (C) (P) ⚠</li> <li>• Veículos Híbridos Elétrico e Etanol (C) (P) ⚠</li> </ul>
	<p><b>2°C</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura Aquaviária (C) (P) ⚠</li> <li>• Infraestrutura de BRT (P) ⚡</li> <li>• Infraestrutura de Integração Intermodal (C)</li> <li>• Infraestrutura Ferroviária a Óleo Diesel (C) (P) ⚠ ⚡</li> <li>• Motor a Diesel com Aditivo a Hidrogênio</li> <li>• Veículos de Carga 100% a Biocombustível (C) ⚠</li> <li>• Veículos Híbridos Elétrico e Combustível Fóssil (C) (P) ⚠</li> </ul>
	<p><b>NDC</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faixa Exclusiva de Ônibus Urbanos (P)</li> <li>• Frota Aérea Eficiente (C) (P)</li> <li>• Infraestrutura e Gestão Aeroviária (C) (P)</li> <li>• Navios Eficientes (C) (P)</li> <li>• Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) (C) (P)</li> <li>• Trens Eficientes (C) (P)</li> <li>• Veículos a Combustíveis Mistos - Gasolina e Etanol ou GNV e Querosene e Bioquerosene (C) (P) ⚠</li> <li>• Veículos a Etanol de Milho ⚠</li> <li>• Veículos a Gás Natural Veicular (GNV) (C) (P)</li> <li>• Veículos Rodoviários Eficientes (C) (P)</li> </ul>
	<p><b>NAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Infraestrutura para transporte de combustíveis fósseis ou minério de ferro</li> <li>• Infraestrutura rodoviária rápida</li> </ul>

Veja a explicação sobre cada cenário na seção "Títulos Verdes e Climáticos".

(C) Carga (P) Passageiro





ADIF-ALTA VELOCIDAD é uma empresa estatal espanhola de capital aberto responsável pela construção e gestão da rede de ferrovias de alta velocidade no país. Em julho de 2017, a empresa emitiu um Título Verde no valor de EUR 600 milhões (R\$ 2,4 bilhões) com o objetivo de desenvolver novas infraestruturas e melhorar a eficiência de infraestruturas já existentes (Cicero, 2017a). As infraestruturas ferroviárias da companhia são eletrificadas (ADIF-ALTA VELOCIDAD).



O banco Volvofinans Bank AB oferece empréstimos e leasing para pessoas físicas e jurídicas na compra de carros na Suécia. Em maio de 2017, este emitiu um Título Verde no valor de SEK 700 milhões (R\$ 273 milhões). Os recursos foram utilizados para fomentar empréstimos ou leasing relacionados a veículos de passageiros com uso de combustíveis alternativos, como: elétricos, a hidrogênio (célula combustível), híbridos (combustível fóssil e elétrico), Flex (etanol ou GNV e combustível fóssil) e GNV (Cicero, 2017b).



Veja detalhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de títulos verdes no Anexo do setor de Transportes



## FINANCEIRO

O setor financeiro reúne instituições que otimizam a alocação de capitais e produtos financeiros próprios e de terceiros. Estas instituições negociam ou intermediam empréstimos, financiamentos e investimentos, além de organizar transações e participar de emissões de instrumentos financeiros. Estão incluídos nesta categoria bancos comerciais, bancos de desenvolvimento, bancos múltiplos e cooperativas de crédito.

Esse setor não é diretamente responsável por um volume elevado de emissão de GEE, no entanto, por meio de financiamentos e empréstimos tem papel essencial para influenciar as emissões de GEE de todos os setores da economia nacional. Nesse sentido, regulamentações, como a Resolução CMN 4.327/2014, definem que esse setor tem a responsabilidade de avaliar e gerir os riscos socioambientais, como os das mudanças climáticas, de suas carteiras, pois podem ser considerados corresponsáveis pelos impactos dos demais setores. Apesar desse papel de influenciar todos os setores, a NDC Brasileira não contempla metas relacionadas ao setor financeiro.

No mercado de Títulos Verdes, os potenciais emissores do setor financeiro são bancos, por meio da estruturação de produtos realizada pela tesouraria, e securitizadoras, que emitem, principalmente, Certificados de Recebíveis do Agronegócio (CRA) e Certificados de Recebíveis Imobiliários (CRI).

A maioria dos instrumentos de dívida dos bancos teria potencial de receber o rótulo verde, desde que a instituição consiga comprovar o direcionamento dos recursos para ativos e projetos elegíveis. Isso inclui CDB/RDB, Letras Financeiras, Letra de Crédito Imobiliário (LCI) e Letra de Crédito do Agronegócio (LCA), Letra Imobiliária Garantida (LIG), assim como bônus e outros instrumentos emitidos no exterior.

O setor é especialmente relevante para o desenvolvimento do mercado de Títulos Verdes ao permitir que o financiamento verde seja acessado por pequenas e médias empresas, que normalmente não possuem escala suficiente para emissões de dívida no mercado de capitais, suprimindo suas necessidades de capital através de empréstimos bancários ou estruturas de securitização.

### RELEVÂNCIA DO SETOR FINANCEIRO PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	AVALIAÇÃO	JUSTIFICATIVA
Relevância do Setor	<b>ESSENCIAL</b>	
Relevância do setor para o combate às mudanças climáticas		
Relevância para redução de emissões	Essencial	O setor pode ter grande influência na redução de todos os setores da economia real.
Relevância para a NDC brasileira	Importante	Setor não mencionado na NDC.
Relevância para emissão de títulos		
Relevância para o mercado de Títulos Verdes	Importante	Um Título Verde emitido (BNDES).
Participação no mercado de capitais	Essencial	O setor possui 113 empresas de capital aberto. O setor tem cultura de emissão de títulos de dívida, a CETIP registra uma média de 53 mil, 6 mil e 16 mil ativos de CDBs, LCAs e LCIs, respectivamente, negociados por ano entre 2015 e 2017.

## USO DE RECURSOS

O portfólio que poderá utilizar os recursos dos Títulos Verdes emitidos pelo setor financeiro pode ser composto por atividades próprias, como aumento da eficiência energética de suas instalações imobiliárias e compra de carros movidos a combustíveis alternativos para sua frota; e por projetos relacionados a sua carteira de crédito e investimentos. Esse último componente é mais relevante, pois possui um volume de recursos e potencial de impacto positivo muito superior às atividades próprias.

Tipicamente, o primeiro passo da instituição financeira é analisar sua carteira de crédito vigente para identificar operações com lastro em ativos ou projetos verdes. Esta mineração, idealmente, deve ser feita no nível da destinação de recursos. Entretanto, como muitas IFs fazem empréstimos corporativos e não sabem o uso exato dos recursos por seus clientes, uma primeira abordagem pode ser filtrar os clientes de setores tipicamente verdes. Caso a IF pretenda alocar os recursos em uma carteira futura, é importante desenvolver um mecanismo interno de etiquetagem verde (*green tagging*) dos seus créditos.

É esperado que o presente Guia apoie as instituições financeiras na identificação da carteira atual e em como fazer a etiquetagem, tendo em vista que define e avalia possíveis uso de recursos de Títulos Verdes para setores-chave da economia e da NDC brasileira. Logo, é recomendável que a instituição financeira leia também os capítulos dos setores onde sua carteira de crédito se concentra.

Com a realização das atividades listadas, a instituição financeira deverá ser capaz de definir o primeiro princípio dos Green Bond Principles (GBP), "uso dos recursos (*use of proceeds*)", ou seja, definir categorias e critérios de projetos ou ativos que poderão receber recursos do Título Verde. Também é esperado que a instituição defina elementos dos outros três princípios:

- Processo de seleção e avaliação de projetos (*process for project evaluation and selection*): definição de instância de governança para selecionar, com base nos critérios e categorias definidos, e avaliar os ativos e projetos apoiados pelo Título Verde;
- Gestão dos recursos (*management of proceeds*): definição de forma de gestão dos recursos financeiros para garantir que esses sejam destinados para os projetos selecionados e que a alocação temporária não seja direcionada a investimento com impacto ambiental negativo;
- Relato (*reporting*): escolha de como será realizada a comunicação sobre a alocação de recursos e benefícios ambientais alcançados pelos projetos.

Melhores práticas sobre como trabalhar estes quatro princípios adicionais estão disponíveis em publicações do próprio GBP e no Guia da Febraban / CEBDS.



## CASOS DE EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

No Brasil, houve apenas uma emissão do setor financeiro bancário. A emissão de securitizadora (EcoAgro) foi descrita no capítulo Florestal. Internacionalmente, o setor financeiro é um dos mais ativos emissores.

1,5°C

O BNDES (Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social) é a principal agência de fomento ao desenvolvimento brasileira, responsável pela maior parte do crédito de longo prazo e apoio ao setor de infraestrutura. Em 2017, o BNDES emitiu um Título Verde de US\$ 1 bilhão (R\$ 3,1 bilhões) para financiar projetos relacionados com o desenvolvimento, construção e expansão de instalações de energia solar e eólica. Em maio de 2018, o banco publicou o Relatório de Impacto sobre sua emissão, onde afirma que a totalidade dos recursos foi alocada em oito projetos de geração de energia eólica financiados. Esses são capazes de evitar a emissão de 421.608 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente ao ano (BNDES, 2018).

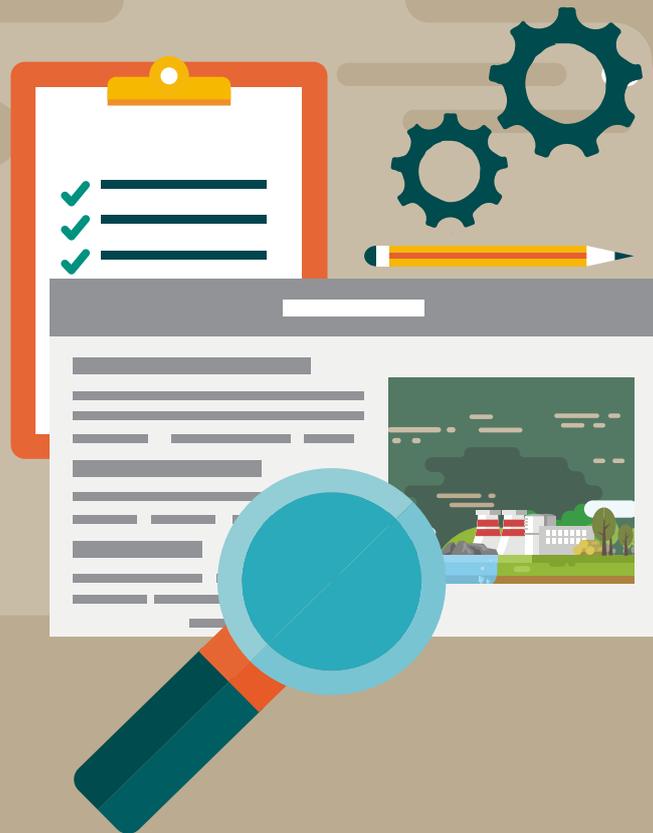
2°C

HSBC é um banco multinacional presente em 80 países na África, Ásia, América do Norte e América do Sul. Em novembro de 2015, emitiu seu primeiro Título Verde no valor de EUR 500 milhões para o financiamento das seguintes atividades: geração de energia renovável (ex. eólica, solar, biomassa e maré), projetos de eficiência energética (ex. melhoria em iluminação, resfriamento e manufatura), prédios verdes (ex. LEED Gold e projetos que reduzam acima de 20% o consumo de energia em prédios), gestão de resíduos (ex. coleta, triagem e reciclagem), uso sustentável da terra (ex. produtos certificados FSC e RSPO), transporte limpo (ex. trem, metrô, BRT e Veículos Elétricos), gestão sustentável de água (ex. sistema de captação e tratamento de efluentes) e adaptação às mudanças climáticas (ex. sistema e infraestrutura contra alagamento). Em seu reporte de impacto de 2017 sobre essa emissão, o banco afirma que apoiou 17 projetos, sendo a maior parte dos recursos direcionada para *project finance* (89%), e focado no financiamento/empréstimo para energia renovável (82% para energia solar eólica e projetos relacionados a biogás), gestão de resíduos (10% para estações de tratamento de resíduos) e eficiência energética (8% para instalação de medidas de *smart grid*) (HSBC, 2017).



# 3.

## METODOLOGIA



Os procedimentos metodológicos adotados para a execução deste estudo podem ser resumidos pelas etapas descritas a seguir.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



### 1. Avaliação setores chaves

### 2. Identificação e classificação de ativos e projetos

### 3. Validação das práticas de mercado

- Agropecuário
- Biocombustíveis
- Florestal
- Geração de Energia Elétrica Renovável
- Imobiliário
- Industrial
- Saneamento e Resíduos
- Transportes
- Financeiro

## AVALIAÇÃO DE SETORES-CHAVE

Primeiramente foi realizado um levantamento e avaliação dos setores mais relevantes da economia brasileira em relação ao potencial de contribuição para o combate às mudanças climáticas e também potencial para a emissão de títulos de dívida.

Essa relevância foi determinada com base em quatro critérios: dois relacionados às mudanças

climáticas (relevância para redução de emissões e relevância para a NDC brasileira) e dois relacionados com a emissão de títulos de dívida (relevância para o mercado de Títulos Verdes e relevância da participação no mercado de capitais). Para cada critério, foram determinadas três escalas de relevância: essencial, significativa e importante.



# CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DA RELEVÂNCIA DOS SETORES PARA EMISSÃO DE TÍTULOS VERDES

CRITÉRIO	RELEVÂNCIA		
	ESSENCIAL	SIGNIFICATIVA	IMPORTANTE
<b>RELEVÂNCIA DO SETOR PARA O COMBATE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b>			
 <p><b>RELEVÂNCIA PARA REDUÇÃO DE EMISSÕES<sup>1</sup></b></p>	Setor apresenta volume de emissões de GEE elevado (por exemplo, representando acima de 10% das emissões nacionais) e/ou tem grande potencial de trazer reduções nas emissões nacionais (por exemplo, acima de 2.000 milhões de toneladas de CO <sub>2</sub> no acumulado até 2050).	Setor apresenta volume de emissões de GEE significativo (por exemplo, representando de 5% a 10% das emissões nacionais) e/ou tem potencial significativo de trazer reduções nas emissões nacionais (por exemplo, entre 1.000 e 2.000 milhões de toneladas de CO <sub>2</sub> no acumulado até 2050).	Setor apresenta atualmente volume de emissões de GEE relativamente baixo (abaixo de 5% das emissões nacionais), porém com potencial de aumento nos próximos anos e/ou tem potencial de trazer reduções importantes nas emissões nacionais (por exemplo, entre 500 e 1.000 milhões de toneladas de CO <sub>2</sub> no acumulado até 2050).
 <p><b>RELEVÂNCIA PARA A NDC BRASILEIRA<sup>2</sup></b></p>	Setor com metas bem definidas na NDC Brasileira.	Setor presente na NDC Brasileira, porém sem metas bem definidas.	Setor não mencionado na NDC.
<b>RELEVÂNCIA PARA EMISSÃO DE TÍTULOS</b>			
 <p><b>RELEVÂNCIA PARA O MERCADO DE TÍTULOS VERDES<sup>3</sup></b></p>	Setor com forte atuação no mercado de Títulos Verdes (por exemplo, mais de 3 Títulos Verdes emitidos no Brasil).	Setor com significativa atuação no mercado de Títulos Verdes (por exemplo, de 2 a 3 Títulos Verde emitidos no Brasil).	Atualmente o setor tem atuação relativamente baixa no mercado de Títulos Verdes (por exemplo, nenhum ou apenas um Título Verde emitido), porém com potencial de aumento nos próximos anos.
 <p><b>RELEVÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO NO MERCADO DE CAPITAIS<sup>4</sup></b></p>	Setor com elevado número de empresas de capital aberto (por exemplo, acima de 50) e/ou com elevada emissão de títulos convencionais nos últimos anos.	Setor com significativo número de empresas de capital aberto (por exemplo, entre 15 e 50) e/ou com significativa emissão de títulos convencionais nos últimos anos.	Atualmente o setor apresenta número relativamente baixo de empresas de capital aberto (por exemplo, abaixo de 15), e/ou com emissão de títulos convencionais relativamente baixa nos últimos anos, porém com potencial de aumento nos próximos anos.
<b>CLASSIFICAÇÃO FINAL</b>			
 <p><b>RELEVÂNCIA DO SETOR</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 ou mais critérios com relevância essencial</li> <li>• 2 critérios com relevância essencial e 2 significativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 ou mais critérios com relevância significativa</li> <li>• 2 critérios com relevância essencial, 1 significativa e 1 importante</li> <li>• 1 critério com relevância essencial, 1 significativa e 2 importante</li> <li>• 2 critérios com relevância essencial e 2 importante</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 ou mais critérios com relevância importante</li> <li>• 2 critérios com relevância significativa e 2 importante</li> </ul>

Fontes utilizadas: 1 SEEG, 2017; MCTI, 2017 e IPM 2015 2 Brasil, 2015; 3 Controles internos da SITAWI; 4 CVM, CTIP e ANBIMA

## IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE ATIVOS E PROJETOS

Por meio de pesquisa de mesa foram identificados ativos e projetos com potencial para combater as mudanças climáticas e, portanto, elegíveis à emissão de Títulos Verdes, em cada um dos setores priorizados. Esses ativos e projetos foram classificados em relação aos seus alinhamentos com cenários de combate às mudanças climáticas. O intuito dessa classificação é indicar como os Títulos Verdes usam os recursos financeiros de maneira a contribuir com uma economia de baixo

carbono, de acordo com as metas de redução de emissões discutidas internacionalmente e com a realidade de setores no Brasil.

O Acordo de Paris tem como meta limitar bem abaixo dos 2°C o aumento de temperatura e manter esforços para limitar esse aumento em até 1,5°C. Nesse sentido, para atender a meta mais restrita de aumento em até 1,5°C, o seguinte cenário deve ocorrer:

- As emissões globais de GEE devem ser neutralizadas uma ou duas décadas antes do que seria necessário para limitar o aumento da temperatura em 2° C;
- As emissões devem ser negativas a partir da segunda metade do século (por meio de captura e sequestro de carbono, por exemplo); e
- Deve haver uma rápida descarbonização da matriz energética global.

Os custos de mitigação para alcançar a meta de 1,5° C são, portanto, maiores quando comparados com o cenário de 2°C, pois requerem trajetória de investimento mais rápida e assertiva (WRI, 2017). O cenário de 2°C também implica em uma redução de emissão significativa, tendendo a zero até o final do século (UBA, 2017).

Por outro lado, a *Climate Action Tracker* (CAT), iniciativa que analisou NDCs de diferentes países, alega que a NDC brasileira é considerada insuficiente em relação aos cenários de aumento de 1,5°C e 2°C da

temperatura. De acordo com a CAT, se todos os países tivessem uma ambição climática equivalente à NDC brasileira, a temperatura global convergiria para um aumento de até 3°C.

Tendo em vista esse debate, elaborou-se uma escala de alinhamento de ativos e projetos elegíveis à emissão de Títulos Verdes considerando os três cenários de aumento de temperatura global descritos anteriormente – 1,5° C, 2° C e NDC (acima de 2° C). A tabela abaixo indica, para cada um dos cenários, sua definição e os valores de referência para classificar as atividades mapeadas nos setores.

Vale ressaltar que essa escala busca classificar projetos e ativos de acordo com os benefícios ambientais trazidos por eles. Assim projetos e ativos classificados nos cenários 1,5°C, 2°C e NDC são elegíveis à emitir Títulos Verdes. Por outro lado, essa publicação considera inelegíveis a serem classificadas como verdes as emissões destinadas a ativos e projetos classificados como “Não Alinhadas” (NAL).

Essa classificação se baseou no potencial de redução e estoque de carbono dos ativos e projetos identificados. Para a mensuração do potencial de redução das atividades mapeadas, considera-se o ciclo de vida comparado com projetos e ativos convencionais substituídos. Já para estoque de carbono foi considerado o potencial de estoque na maturidade da floresta. Essa métrica de estoque foi utilizada, apenas, para classificação de ativos e projetos relacionados a atividades florestais (exploração e conservação).

Tais métricas são estimativas considerando-se projetos ‘médios’ no contexto brasileiro. Cabe aos emissores de Títulos Verdes realizar cálculos precisos de potencial de redução dos projetos que receberão recursos desses títulos. Além disso, projetos e ativos que não estejam identificados nessa publicação também poderão ser classificados com base na escala sugerida.

Além do combate às mudanças climáticas, foram



analisados outros impactos ambientais negativos e travas temporais atreladas aos projetos e ativos. Esses dois parâmetros estão descritos na tabela a seguir.

É importante também observar que o atingimento das metas relacionadas ao Acordo de Paris não

depende somente da emissão de Títulos Verdes e projetos pontuais, mas sim de acordos setoriais e nacionais que direcionem investimentos e esforços para alcançar cenários climáticos mais favoráveis.



## ESCALA DE ALINHAMENTO AOS CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

	Características dos projetos	Símbolo
Cenários das mudanças Climáticas	<b>CENÁRIO 1,5°C</b> Projetos e ativos que apresentam potencial de contribuir sistematicamente e no longo prazo para uma economia de baixo carbono (por exemplo, atividades que neutralizem emissões ou tragam <b>reduções acima de 90%</b> ao longo de seu ciclo de vida, ou que estoquem volume relevante de carbono, <b>acima de 50 toneladas por hectare</b> ).	
	<b>CENÁRIO 2°C</b> Projetos e ativos que são um passo em direção a uma economia de baixo carbono (por exemplo, atividades capazes de trazerem reduções de emissões <b>superiores a 20%</b> ao longo de seu ciclo de vida, ou de estocarem volume razoável de carbono, <b>entre 20-50 toneladas por hectare</b> ).	
	<b>CENÁRIO NDC</b> Projetos e ativos que atendem a legislação/política específica de redução de emissão ou que sejam capazes somente de trazer reduções/estoque de emissões incrementais (por exemplo, atividades que trazem reduções <b>abaixo de 20%</b> ao longo de seu ciclo de vida, ou que <b>estoquem baixo volume de carbono, abaixo de 20 toneladas por hectare</b> ).	
	<b>NÃO ALINHADO</b> Projetos e ativos que fomentam a dependência dos combustíveis fósseis; ou atividades relacionadas com desmatamento.	

**Trava temporal:** Sinaliza que apesar desses projetos e ativos gerarem redução das emissões de GEE em relação a práticas atualmente adotadas, as tecnologias utilizadas têm tempo de vida útil longo (acima de 20 anos), se tornando uma trava para investimento em ativos e projetos com potencial ainda maior de redução das emissões.

**Impacto:** Sinaliza projetos e ativos com risco de impactos sociais e ambientais adversos significativos (diretos ou indiretos).

## VALIDAÇÃO DAS PRÁTICAS DE MERCADO

Foi realizada uma etapa de consulta a stakeholders, que envolveram entrevistas com 22 empresas e 5 especialistas independentes dos setores selecionados. O principal objetivo desta etapa foi

entender se os ativos e projetos foram classificados corretamente e se havia tecnologias não mapeadas a partir da pesquisa de mesa inicial.



# 4. | REFERÊNCIAS



• ABB, 2017. ABB apresenta sistemas e soluções para portos e terminais na Intermodal 2017-

<http://www.abb.com.br/cawp/seitp202/a4d1c58590411de7852580f40070c993.aspx>

• ABDi. Agenda brasileira para a Indústria 4.0 - <http://www.industria40.gov.br/>

• ADIF-ALTA VELOCIDAD. *Infraestructuras y Estaciones.*

[http://www.adifaltavelocidad.es/es\\_ES/infraestructuras/lineas\\_de\\_alta\\_velocidad/lineas\\_de\\_alta\\_velocidad.shtml](http://www.adifaltavelocidad.es/es_ES/infraestructuras/lineas_de_alta_velocidad/lineas_de_alta_velocidad.shtml)

• Ahrens, 2005. Sobre o manejo florestal sustentável de uso múltiplo: proteger a fauna para conservar as florestas.

<https://goo.gl/rw2Xpu>

• Air Products. *SmartFuel® hydrogen fueling stations for the material handling Market-*

<http://www.carbuos.com/~media/downloads/h/hydrogen-fueling-stations/data-sheets/en-hydrogen-fueling-stations-datasheet.pdf?industryItem=industries&subIndustryItem=Energy&segment=Hydrogen-Energy&applicationChildItem=Transportation&productLevel3=Hydrogen-Fueling-Stations>

• ANBIMA, 2017. Boletim de Mercado de Capitais.

[http://www.anbima.com.br/pt\\_br/informar/relatorios/mercado-de-capitais/boletim-de-mercado-de-capitais/empresas-brasileiras-captam-volume-recorde-no-mercado-de-capitais-em-2017.htm](http://www.anbima.com.br/pt_br/informar/relatorios/mercado-de-capitais/boletim-de-mercado-de-capitais/empresas-brasileiras-captam-volume-recorde-no-mercado-de-capitais-em-2017.htm)

• ANPTrilhos, 2016. Veículo Leve sobre Trilhos

<http://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/veiculo-leve-sobre-trilhos---cartilha-anptrilhos.pdf>

• ANPTrilhos, 2015. Estudo de Impacto ambiental define traçado do metrô de Curitiba

<http://anptrilhos.org.br/estudo-de-impacto-ambiental-define-tracado-do-metro-de-curitiba/>

• AQUA, 2016. Guia Prático do Referencial de Avaliação da Qualidade Ambiental do Edifício -

<https://vanzolini.org.br/aqua/wp-content/uploads/sites/9/2015/11/GP-AQUA-HQE-NR-QAE-emConst2016.pdf>

• Araújo, 2014. Obtenção de Bioquerosene de Aviação "Drop in" por Pirólise Rápida e Desoxigenação Catalítica a partir do Licuri (*Syagrus coronata*) -

<http://www.quimica.ufpb.br/ppgq/contents/>

[documentos/teses-edissertacoes/dissertacoes/](http://documentos/teses-edissertacoes/dissertacoes/2014/Dissertacao_Pedro_H_M_Araujo.pdf)

[2014/Dissertacao\\_Pedro\\_H\\_M\\_Araujo.pdf/](http://2014/Dissertacao_Pedro_H_M_Araujo.pdf)

[@@download/file/Dissertacao\\_Pedro\\_H\\_M\\_Araujo.pdf](http://@@download/file/Dissertacao_Pedro_H_M_Araujo.pdf)

• Balbinot et. al., 2008. Estoque de Carbono em Plantações de *Pinus spp.* em Diferentes Idades no Sul do Estado do Paraná - <https://revistas.ufpr.br/floresta/article/viewFile/11626/8160>

• Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2018. Green Bond – Relatório Anual 2018.

• BHTrans. SITBus Sistema Inteligente de Transporte do Município de Belo Horizonte -

[http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Onibus/gestao-transporte-onibus-2013/080320\\_SITBus\\_Anexo\\_VIII.pdf](http://www.bhtrans.pbh.gov.br/portal/page/portal/portalpublicodl/Temas/Onibus/gestao-transporte-onibus-2013/080320_SITBus_Anexo_VIII.pdf)

• BiodieselBR, 2007. Selo Combustível Social - <https://goo.gl/ECajTB>

• Bonsucro, 2013. Um Guia para a Bonsucro® - <https://goo.gl/ZNdhkE>

• Brancher, 2010. Estoque e ciclagem de carbono de sistemas agroflorestais em Tomé- Açu, Amazônia Oriental. 2010 - <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61103/1/Dissertacao-Tobias-Brancher.pdf>

• Brasil, 2010. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos.

• Brasil, 2015. iNDC. – Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança - <https://goo.gl/GWFet9>

• Braskem. *I'm Green Plástico: ACV - Avaliação de Ciclo de Vida* - <http://www.braskem.com/site.aspx/acv-avaliacao-de-ciclo-de-vida>

• BRT Brasil. Vantagens Ambientais - <http://www.brtbrasil.org.br/index.php/brt/vantagens-ambientais#.Wr1Ex4jwbIV>

• Canal Rural, 2015. Gotejamento pode reduzir o consumo de água em até 40%. - <http://www.canalrural.com.br/noticias/alerta-do-campo/gotejamento-pode-reduzir-consumo-agua-ate-55076>



- Carro Elétrico, 2017. Carros movidos a hidrogênio - <https://carroeletrico.com.br/blog/carros-hidrogenio/>
- Carvalhares, 2017. O Desafio Brasileiro para Tirar do Papel Seus Compromissos Climáticos - <http://www.sinpacel.org.br/informativos/2017/701/o-desafio-brasileiro-para-tirar-do-papel-seus-compromissos-climaticos.pdf>
- Carvalho, 2012. Balanço de Emissões de Gases de Efeito Estufa de Biodiesel Produzido a partir de Soja e Dendê no Brasil - <https://goo.gl/8GdF4R>
- CEPI, 2016. *Investing in Europe for Industry Transformation* - [http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/innovation/2017/roadmap\\_p\\_2050\\_v07\\_printable\\_version.pdf](http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/innovation/2017/roadmap_p_2050_v07_printable_version.pdf)
- César et al, 2010. Análise dos direcionadores de competitividade sobre a cadeia produtiva de biodiesel: o caso da mamona - [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132011000300011&script=sci\\_abstract&es](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65132011000300011&script=sci_abstract&es)
- CETIP. DADOS POR ATIVO. [HTTP://ESTATISTICAS.CETIP.COM.BR/ASTEC/SERIES\\_V05/PAGINAS/WEB\\_V05\\_SERIES\\_INTRODUCAO.ASP?STR\\_MODULO=ATIVO&INT\\_IDIOMA=1&INT\\_TITULO=6&INT\\_NIVELBD=2](HTTP://ESTATISTICAS.CETIP.COM.BR/ASTEC/SERIES_V05/PAGINAS/WEB_V05_SERIES_INTRODUCAO.ASP?STR_MODULO=ATIVO&INT_IDIOMA=1&INT_TITULO=6&INT_NIVELBD=2)
- Cicero, 2017a. *Second Opinion on ADIF-ALTA VELOCIDADE's Green Bond Framework* - [https://www.icmagroup.org/Emails/icma-vcards/ADIF-AV\\_External%20Review%20Report-140717.pdf](https://www.icmagroup.org/Emails/icma-vcards/ADIF-AV_External%20Review%20Report-140717.pdf).
- Cícero, 2017b. *Second Opinion on Volvofinans Bank AB (publ)'s Green Bond Framework* - [https://www.volvofinans.se/Global/Dokument/finans/grona-oblgationer/volvofinans-bank\\_second-opinion-cicero\\_170428.pdf](https://www.volvofinans.se/Global/Dokument/finans/grona-oblgationer/volvofinans-bank_second-opinion-cicero_170428.pdf)
- Ciclo Vivo, 2012. Hong Kong tem seu primeiro edifício neutro em carbono - [http://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/hong\\_kong\\_tem\\_seu\\_primeiro\\_edificio\\_neutro\\_em\\_carbono/](http://ciclovivo.com.br/arq-urb/arquitetura/hong_kong_tem_seu_primeiro_edificio_neutro_em_carbono/)
- Climate Action Tracker, 2018. *The highway to Paris* – <https://climateactiontracker.org/>
- Climate Bond Initiative (CBI), 2017. *An oil & gas bond we knew would come eventually.* <https://www.climatebonds.net/2017/05/oil-gas-bond-we-knew-would-come-eventually-repsol-good-gbps-not-so-sure-green-credentials>
- CBI, 2018a. *Labelled green bonds data.* <https://www.climatebonds.net/cbi/pub/data/bonds>
- CBI, 2018b. *Taxonomy* - <https://www.climatebonds.net/standards/taxonomy>
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), 2017. Estudo de baixo carbono para a indústria siderúrgica brasileira no estado de São Paulo de 2014 a 2030 - [http://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2017/10/Estudo-de-Baixo-Carbono-para-a-Ind%C3%BAstria-SIDERURGICA-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-de-2014-a-2030\\_17-11-2017.pdf](http://cetesb.sp.gov.br/inventario-gee-sp/wp-content/uploads/sites/34/2017/10/Estudo-de-Baixo-Carbono-para-a-Ind%C3%BAstria-SIDERURGICA-no-Estado-de-S%C3%A3o-Paulo-de-2014-a-2030_17-11-2017.pdf)
- Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, 2014. Desenvolvimento de benchmarks nacionais de consumo energético de edificações em operação - [http://www.cbcs.org.br/\\_5dotSystem/userFiles/Comunicacao%20Tecnica/CBCS\\_CT%20Energia\\_Desenvolvimento%20de%20benchmarks%20nacionais%20de%20consumo%20energetico%20de%20edificacoes%20em%20operacao.pdf](http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/Comunicacao%20Tecnica/CBCS_CT%20Energia_Desenvolvimento%20de%20benchmarks%20nacionais%20de%20consumo%20energetico%20de%20edificacoes%20em%20operacao.pdf)
- Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável CEBDS, 2017. Oportunidades e Desafios da NDC brasileira para o Setor Empresarial - <http://cebds.org/noticias/cebds-apresenta-estudo-sobre-oportunidades-economicas-da-ndc-brasileira/#.Ww1mXEgvzIV>
- Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR), 2010. Saneamento Ambiental - <http://venus.maringa.pr.gov.br/residuos/arquivo.php?id=95>
- CVM. Cias. Abertas: Informação Cadastral. [http://dados.cvm.gov.br/dataset/cia\\_aberta-cad](http://dados.cvm.gov.br/dataset/cia_aberta-cad)



• Da Silva & Colombo, 2016. Combustíveis alternativos para termelétricas no Brasil: comparativo quanto à emissão de gases de efeito estufa e geração de energia elétrica - <http://engemausp.submissao.com.br/18/anais/arquivos/380.pdf>

• Ecopark. Eficiência Energética - <http://www.ecoparkcuritiba.com.br/eficien.php>

• El País, 2015. Bicicleta ganha espaço nas ruas da América Latina - [https://brasil.elpais.com/brasil/2015/06/22/internacional/1435006259\\_779158.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2015/06/22/internacional/1435006259_779158.html)

• Embrapa, 2006. Práticas Agroecologias – Caldas e Biofertilizantes - <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/903764/1/caldas.pdf>

• Embrapa, 2010. Queimada na colheita da cana-de-açúcar: impactos ambientais, sociais e econômicos - <https://goo.gl/r3SsrN>

• Embrapa, 2014. Práticas de cultivo do arroz irrigado podem integrar Plano ABC - <http://observatorioabc.com.br/2014/11/941praticas-de-cultivo-do-arroz-irrigado-podem-integrar-plano-abc-2/>

• Embrapa, 2017. Estratégia de Recuperação - <https://goo.gl/4wBm8w>

• *Environmental Finance*, 2017. *Green bond comment, June - Of Repsol and reputation*, <https://www.environmental-finance.com/content/analysis/green-bond-comment-june-of-repsol-and-reputation.html>

• *Environmental Finance*, 2018a. *NGO attacks “non-additional”; green bond Market*. 12 de março de 2018. <https://www.environmental-finance.com/content/news/ngo-attacks-nonadditional-green-bond-market.html>

• *Environmental Finance*, 2018b. *The green and sustainability loan market: ready for take-off*. 20 de julho

de 2018. <https://www.environmental-finance.com/content/analysis/the-green-and-sustainability-loan-market-ready-for-take-off.html#Table-of-green-loans>

• EPE, 2007. Potencial de Redução de Emissões de CO<sub>2</sub> em Projetos de Produção e Uso de Biocombustíveis. <https://goo.gl/Z8XmKf>

• EPE, 2016. Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica. <https://bit.ly/2r5jfMQ>

• EPE, 2017. Plano Decenal de Expansão de Energia 2026. <https://goo.gl/6qR9oe>

• Estadão, 2002. Hidrelétricas emitem gases do efeito estufa - <https://goo.gl/5zzx5v>

• Estadão, 2016. Velocidade cresce 11% e emissões caem 5% com faixas de ônibus em SP - <http://sustentabilidade.estadao.com.br/blogs/ambiente-se/velocidade-cresce-11-e-emissoes-caem-5-com-faixas-de-onibus/>

• Exame, 2014. Compostagem, o antídoto verde - <https://exame.abril.com.br/tecnologia/compostagem-o-antidoto-verde/>

• Exame, 2016. Conheça os 10 edifícios mais sustentáveis do Brasil - <https://exame.abril.com.br/brasil/conheca-10-edificios-sustentaveis-do-brasil/>

• Farhate, 2015. Emissões de CO<sub>2</sub> : Efeito da Rotação de Culturas e Preparo do Solo na Renovação do Canavial - <https://goo.gl/k7RHAu>

• Farming, 2016. O sonho da pulverização de precisão - <https://sfagro.uol.com.br/o-sonho-da-pulverizacao-de-precisao-se-tornou-realidade/>

• Fernandes et al, 2008. Avaliação do custo energético de diferentes operações agrícolas mecanizadas - [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000500034&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542008000500034&script=sci_abstract&lng=pt)



- Ferreira et al., 2016. Levantamento de Impactos Ambientais na construção e operação de usinas Heliotérmicas - <https://goo.gl/WSfnyR>
- Forest Stewardship Council (FSC)®. Floresta para todos para sempre - <https://goo.gl/imyPTK>
- Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), 2012. Silvicultura Brasileira – Oportunidades e Desafios da Economia Verde.
- Fundação Getúlio Vargas (FGV), 2017. Caderno de Biocombustíveis - <https://goo.gl/bdVs6q>
- Garcia, 2010. Emissão de gases de efeito estufa no ciclo de vida do etanol: estimativa nas fases de agricultura e industrialização em Minas Gerais - [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522010000300003&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-41522010000300003&script=sci_abstract&lng=pt)
- Gatto et. al., 2011. Estoque de Carbono na Biomassa de Plantações de Eucalipto a Região Centro-Leste do Estado de Minas Gerais. <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n4/a15v35n4.pdf>
- Grando, 2013. Estudo sobre eficiência energética numa propriedade de produção agrícola - <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/78507>
- Green Building Council Brasil, 2015. O consumo de energia nas edificações no Brasil - <http://www.gbcbrazil.org.br/detalhe-noticia.php?cod=119>
- Green Building Council Brasil, 2016. Energia Zero: O Futuro da Construção Civil - <http://blog.gbcbrazil.org.br/?p=3163>
- Henriques Junior, 2010. Potencial de redução de emissão de gases de efeito estufa pelo uso de energia no setor industrial brasileiro - [http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/mauricio\\_junior.pdf](http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/mauricio_junior.pdf)
- HSBC, 2017. HSBC *Green Bond Report* - <http://www.hsbc.com/-/media/hsbc-com/investorrelationsassets/fixedincomesecurities/green-bond-reports/pdfs/171115-hsbc-green-bond-report-final.pdf>
- IEA Bioenergy, 2017. *State of Technology Review – Algae Bioenergy* - <http://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2017/01/IEA-Bioenergy-Algae-report-update-20170114.pdf>
- ILOS, 2000. Intermodalidade: importância para a logística e estágio atual no Brasil - <http://www.ilos.com.br/web/intermodalidade-importancia-para-a-logistica-e-estagio-atual-no-brasil/>
- Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), 2015. Mudanças climáticas. <https://goo.gl/9PQYMy>
- International Capital Market Association, 2018. Green Bond Principles (GBP). <https://www.icmagroup.org/green-social-and-sustainability-bonds/green-bond-principles-gbp/>
- Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA), 2018. *Power-Industry Transition, Here and Now* - <https://bit.ly/2Ch6hDb>
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2011. Emissões Relativas de Poluentes do Transporte Urbano - [http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU\\_n05\\_emiss%C3%B5es.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5574/1/BRU_n05_emiss%C3%B5es.pdf)
- JRC, 2017. *Energy efficiency and GHG emissions: Prospective scenarios for the Chemical and Petrochemical Industry* - <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC105767/kj-na-28471-enn.pdf>
- Junior, 2016. Estimativa da Emissão de Gases do Efeito Estufa nos Tratos Mecanizados na Cultura do Cafeeiro - [http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/142.ESTIMATIVA%20DA%20EMISS%C3%83O%20DE%20GASES%20DE%20EFEITO%20ESTUFA%20NOS%20TRATOS%20CULTURAIS%20MECANIZADOS%20DA%20CULTURA%20DO%20CAFEIRO%20\\_4\\_.do.pdf](http://www.meioambientepocos.com.br/anais-2016/142.ESTIMATIVA%20DA%20EMISS%C3%83O%20DE%20GASES%20DE%20EFEITO%20ESTUFA%20NOS%20TRATOS%20CULTURAIS%20MECANIZADOS%20DA%20CULTURA%20DO%20CAFEIRO%20_4_.do.pdf)
- King, Gutberlet & Silva, 2016. Contribuição de Cooperativas de Reciclagem para a Redução de Emissão de Gases De Efeito Estufa -



[http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331\\_livro\\_catadores\\_cap\\_22.pdf](http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/160331_livro_catadores_cap_22.pdf)

• Lambert, 2014. Iluminação com eficiência energética - <https://www.osestoreletrico.com.br/iluminacao-com-eficiencia-energetica/>

• LA ROVERE, 2016. Emissão de Gases de Efeito Estufa – 2050: Implicações Econômicas e Sociais do Cenário de Plano Governamental.

[http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/ies-brasil-2050/10\\_-\\_Cenario\\_de\\_Emiss%C3%B5es\\_de\\_GEE\\_-\\_Setor\\_de\\_Res%C3%ADduos\\_-\\_IES\\_Brasil\\_2050.pdf](http://www.centroclima.coppe.ufrj.br/images/documentos/ies-brasil-2050/10_-_Cenario_de_Emiss%C3%B5es_de_GEE_-_Setor_de_Res%C3%ADduos_-_IES_Brasil_2050.pdf)

• London, 2013. *Implementing Lean in construction* - <https://leanconstruction.org.uk/wp-content/uploads/2018/02/C726-Lean-sustainability-hi.pdf>

• McKinsey, 2013. *Pathways to a low-carbon economy* - <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/pathways-to-a-low-carbon-economy>

• Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), 2012. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura - <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/arquivo-publicacoes-plano-abc/download.pdf>

• Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), 2015. Emissões em dióxido de carbono equivalente por setor - <https://bit.ly/2vR6Pgt>

• MCTIC – AFOLU, 2017. Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor AFOLU - [http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto\\_opcoes\\_mitigacao/publicacoes/AFOLU.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/AFOLU.pdf)

• MCTIC – Biocombustíveis, 2017. Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Biocombustíveis - <http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/>

[projeto\\_opcoes\\_mitigacao/publicacoes/Setor-Energetico\\_Biocombustiveis.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Setor-Energetico_Biocombustiveis.pdf)

• MCTIC – Energético, 2017. Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Fontes Renováveis de Energia Elétrica -

[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto\\_opcoes\\_mitigacao/publicacoes/Setor-Energetico\\_Fontes-renovaveis.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Setor-Energetico_Fontes-renovaveis.pdf)

• MCTIC – Resíduos, 2017. Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Gestão de Resíduos -

[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto\\_opcoes\\_mitigacao/publicacoes/Gestao-de-Residuos.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Gestao-de-Residuos.pdf)

• MCTIC – Siderurgia, 2017. Modelagem Setorial de Opções de Baixo Carbono para o Setor de Siderurgia-

[http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto\\_opcoes\\_mitigacao/publicacoes/Ferro-Gusa-e-Aco.pdf](http://www.mctic.gov.br/mctic/export/sites/institucional/ciencia/SEPED/clima/arquivos/projeto_opcoes_mitigacao/publicacoes/Ferro-Gusa-e-Aco.pdf)

• Ministério dos Transportes, 2017. Transportes, Portos e Aviação Civil -

<http://www.transportes.gov.br/component/content/article.html?id=5351> ;

[http://www.transportes.gov.br/images/2017/Sum%C3%A1rio\\_Executivo\\_AET\\_-\\_2010\\_-\\_2016.pdf](http://www.transportes.gov.br/images/2017/Sum%C3%A1rio_Executivo_AET_-_2010_-_2016.pdf) . ;

<http://www.transportes.gov.br/component/content/article.html?id=5380>

• Oliveira et al, 2014. Redução de Emissões de Dióxido de Carbono com a Implementação do BRT Transoeste na Cidade do Rio de Janeiro -

<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/es/production/articulos-cientificos/2014-1/876-reducao-de-emissoes-de-dioxido-de-carbono-com-a-implementacao-do-brt-transoeste-na-cidade-do-rio-de-janeiro/file>

• Oliveira & D’Agosto, 2017. Emissão de Dióxido de Carbono pelos Metrô sob as Abordagens Operacio-



nais e do Ciclo de Vida - <http://www.anpet.org.br/xviiiianpet/anais/documents/AC162.pdf>

• Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), 2014. Mitigação das mudanças climáticas - [http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN\\_1\\_completo\\_vol3.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN_1_completo_vol3.pdf)

• Pretel, 2015 - *Economic and environmental sustainability of submerged anaerobic MBR-based (AnMBR-based) technology as compared to aerobic-based technologies for moderate-/high-loaded urban wastewater treatment*

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715303042>

• Portal Solar. Usina Solar - <https://goo.gl/WgNv6L>

• Procel Edifica. Eficiência Energética nas Edificações - <http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMIDC46E0FFDBD124A0197D2587926254722LUMISADMIN1PTBRIE.htm>

• Pugliese et al., 2017. Impactos Ambientais na Produção do Etanol Brasileiro: do Campo a Indústria - <https://goo.gl/qwf6Wa>

• Qin et al., 2017. *Modeling, thermodynamic and techno-economic analysis of coke production process with waste heat recovery* - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544217316250>

• Rede iLPF (Embrapa). Integração Lavoura-Pecuária-Floresta - <https://goo.gl/SMYHDL>

• Renovabio, 2017. Propostas das Instituições Presentes na Reunião de Construção do Renovabio Biocombustíveis Biogás e Biometano -

[http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p\\_auth=JPMQJ4bs&p\\_p\\_id=consulta\\_publicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet&p\\_p\\_lifecycle=1&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-1&p\\_p\\_col\\_count=1&\\_consultapublicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet\\_arquivold=97&\\_consultapublicaexterna\\_WAR\\_consultapublicaportlet\\_javax.portlet.action=downloadArquivoAnexo](http://www.mme.gov.br/web/guest/consultas-publicas?p_auth=JPMQJ4bs&p_p_id=consulta_publicaexterna_WAR_consultapublicaportlet&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_arquivold=97&_consultapublicaexterna_WAR_consultapublicaportlet_javax.portlet.action=downloadArquivoAnexo)

• Reuters, 2017. *China coal-fired power plant issues*

*green bonds*. <https://www.reuters.com/article/china-power-financing-idUSL4N1KP3RQ>

• Ribeiro, 2016. Eficiência Energética no Sector Agrícola - <https://www.fd.uc.pt/daede/apresentacoes/20160329/eficiencia-energetica-na-agricultura-espanha.pdf>

• Rocha, et. al., 2014. Caracterização e estoques de carbono de sistemas agroflorestais no Cerrado de Minas Gerais. <http://www.scielo.br/pdf/cr/v44n7/0103-8478-cr-44-07-01197.pdf>

• Rosa, 2008. Estudo do Balanço e do Passivo Ambiental Resultante da Fabricação do Módulo Fotovoltaico. Universidade Federal de Itajubá. <https://bit.ly/2HyTWxa>

• Salomão, 2013. Análise do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel no Brasil entre os anos 2005 e 2010: O Papel Dominante do Biodiesel de Soja - <https://goo.gl/DxdF8F>

• Santos et al., 2012. Aspectos da Sustentabilidade no Cultivo do Milho no Estado de Sergipe - <https://goo.gl/ZCW43j>

• São Paulo, 2002. Lei Estadual No 11.241. Dispõe sobre a eliminação gradativa da queima da palha da cana-de-açúcar. <https://goo.gl/SWZdUK>

• *Scientific American*. *Abastecendo com Hidrogênio* - [http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/abastecendo\\_com\\_hidrogenio.html](http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/abastecendo_com_hidrogenio.html)

• SEEG, 2016. Emissões de GEE do Setor de Energia, Processos Industriais e Uso de Produtos - <https://goo.gl/3HCSne>

• SEEG, 2017. Emissões de GEE do Brasil - [http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2017/10/RelatoriosSeeg2017-Sintese\\_final.pdf](http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2017/10/RelatoriosSeeg2017-Sintese_final.pdf)

• Serviço Florestal Brasileiro, 2016. Os Biomas e Suas Florestas. Estoque das Florestas. <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/estoque-das-florestas>

• Siemens, 2016. Make the most of fuel -



<https://www.siemens.com/content/dam/web/assetpool/mam/tag-siemens-com/smdb/power-and-gas/brochures/chp/siemens-chp-brochure-sep17.pdf>

• SociCana, 2016. Envelhecimento de Canaviais - <https://goo.gl/XfKh9X>

• Spinelli, 2018. Isolamento térmico de fachadas: redução do consumo energético de edificações para Zona Bioclimática 2 - <http://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/download/25652/20771>

• Summerbell et al, 2016. *Potential reduction of carbon emissions by performance improvement: A cement industry case study* - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616308423>

• Sustainalytics, 2017. Fulcrum Sierra Biofuels, LLC Green Bond - <https://goo.gl/6S6C44>

• Sutco - Tratamento Mecânico-Biológico de resíduos (TMB) - <https://www.sutco.de/pt-de/tecnologia-de-sistemas/tratamento-mecanico-biologico-de-residuos/>

• Szczerbacki, 2007. Formação de Preços de Energia Elétrica para o Mercado Brasileiro. <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp064575.pdf>

• The Nature Conservancy (TNC) - Agrícola, 2012. Boas Práticas Agrícolas e Certificação Socioambiental - <https://goo.gl/zFSjCn>

• UBA, 2017. *Developing criteria to align investments with 2°C-compatible pathways*. [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-04-05\\_climate-change\\_12-2017\\_investments-with-2c-compatible-pathways\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-04-05_climate-change_12-2017_investments-with-2c-compatible-pathways_0.pdf)

• Única, 2011. Bioeletricidade - a energia elétrica da cana - <https://www.unica.com.br/download.php?idSecao=17&id=28608058>

• Unilever, 2014. *Unilever issues first ever green sustainability bond*.

<https://www.unilever.com/news/press-releases/2014/14-03-19-nilever-issues-first-ever-green-sustainability-bond.html>

• Union of Concerned Scientist, 2014. *How Clean Are Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles?* <https://www.ucsusa.org/sites/default/files/attach/2014/10/How-Clean-Are-Hydrogen-Fuel-Cells-Fact-Sheet.pdf>

• Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), 2016. Hidrelétricas na Amazônia podem emitir mais gases de efeito estufa que usinas a carvão, óleo e gás - <http://www.ufjf.br/noticias/2016/01/28/hidreletricas-na-amazonia-podem-emitir-mais-gases-de-efeito-estufa-que-usinas-a-carvao-oleo-e-gas/>

• USGBC. 2018. LEED v4 for Building Design and Construction - [https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_04.6.18\\_current.pdf](https://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_04.6.18_current.pdf)

• WRI, 2017. *Financing the Energy Transition* - <http://www.wri.org/publication/financing-the-energy-transition>

• WRI - Verena, 2017. Projeto Verena – Viabilidade técnica e econômica da restauração e do reflorestamento com espécies nativas em larga escala no Brasil. <http://wribrasil.org.br/pt/projetoverena>

• WSU, 2012. *Near Shape Casting* - <http://e3tnw.org/ItemDetail.aspx?id=183>



# 5.

## ANEXO:

Detalhamento dos ativos e projetos por setor-chave





## Biofertilizante

1,5°C

**Descrição:** Biofertilizante é o produto líquido gerado na metabolização de matérias orgânicas, que pode ser produzido de forma aeróbica (ex: compostagem) ou anaeróbica (ex: biodigestores). Qualquer tipo de matéria orgânica fresca pode ser utilizada para produção de biofertilizantes, sendo mais comum o uso de restos vegetais e, principalmente, de esterco, por apresentarem fácil fermentação e já virem inoculados com bactérias decompositoras eficientes (Embrapa, 2006).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Emissão evitada por volume gerado (tCO<sub>2</sub>e/ton)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** O biofertilizante, por ser um subproduto da biodigestão de matéria orgânica, tem suas emissões de carbono consideradas neutras.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Eficiência Energética na Produção

2°C

**Descrição:** A mecanização do setor agropecuário aumentou as emissões desse setor, devido ao consumo de combustíveis fósseis e energia elétrica. O diesel é o combustível mais utilizado na lavoura para o abastecimento de tratores e na pecuária leiteira para silagem de grãos e manejo sanitário. A demanda por energia elétrica no setor está relacionada aos sistemas de irrigação na agricultura e refrigeração (principalmente leite) na pecuária. A eficiência energética do setor pode ser alcançada de diferentes maneiras, como por meio de tratores mais eficientes, utilização de biocombustíveis em máquinas agrícolas (biodiesel e etanol), melhorias nos sistemas de irrigação por pivô central, isolamento de estufas, iluminação de baixo carbono em aviários e geração de energia elétrica renovável distribuída (MCTIC – AFOLU, 2017; Ribeiro, 2016).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução de consumo de energia (kWh)
- Emissões por hectare evitadas (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A eficiência energética na produção leva a uma redução de emissões de 40% a 50%, quando comparado ao sistema convencional (Grando, 2013).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Fertilização Localizada

2°C

**Descrição:** A aplicação localizada de fertilizantes é feita por meio de sensores ou mapeamento por drones, que identificam a fertilidade do solo. A partir da identificação é feita a aplicação nas áreas necessárias com a quantidade adequada de fertilizante. Essa medida garante uma redução de tempo, de custos, de consumo de fertilizantes, e quando realizada por drones, de emissões pelos tratores.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A aplicação localizada de fertilizantes leva a uma redução do consumo desses insumos, que implica em uma redução das emissões de 20% a 45%, quando comparada ao sistema convencional (Garcia, 2010; Junior, 2016).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

2°C

**Descrição:** A fixação biológica de nitrogênio (FBN) transforma o nitrogênio atmosférico em formas assimiláveis para plantas, pela ação de microrganismos que apresentam a enzima que realiza nitrogenase. Nesse processo, o nitrogênio é retirado do ar e transformado em amônia solúvel em água, que é utilizado posteriormente pelas plantas. O uso de bactérias específicas para a espécie cultivada aumenta a eficiência do processo. Além de reduzir as emissões de GEE, a FBN proporciona o aumento de matéria orgânica e fertilidade do solo, assim como reduz a necessidade de utilização de fertilizantes nitrogenados que podem contaminar o solo e a água subterrânea (CEBDS, 2017; MAPA, 2012; MCTIC - AFOLU, 2017).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução no consumo de fertilizantes (toneladas)
- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A fixação biológica de nitrogênio reduz o consumo de fertilizantes, o que implica em uma redução de emissão de 30% a 50% (PBMC, 2014).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Irrigação Intermitente no Cultivo de Arroz

2°C

**Descrição:** A irrigação intermitente no cultivo de arroz é feita por meio da suspensão da irrigação, após estabilização da lâmina d'água, até que a primeira coroa de solo (parte mais alta da lavoura) fique aparente, momento em que se reinicia a irrigação. O ciclo de irrigações depende das condições ambientais do local de cultivo. Como a irrigação por inundação no cultivo de arroz implica em uma emissão elevada de CH<sub>4</sub>, a substituição desse processo pela irrigação intermitente leva a uma redução dessa emissão.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A irrigação intermitente no cultivo de arroz leva a uma redução de emissões de 50%, quando comparado com a irrigação por inundação (Embrapa, 2014).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Recuperação de Pastagem Degradada (RPD)

2°C

**Descrição:** A recuperação de pastagens degradadas pode ser feita por reposição de nutrientes, calagem e descompactação do solo. A recuperação com o uso de leguminosas pode aumentar produtividade da pastagem e, ao mesmo tempo, incrementar a fertilidade do solo (PBMC, 2014).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A recuperação de pastagem degradada leva a uma redução de emissão entre 25% e 35% (McKinsey, 2013; PBMC, 2014).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Redução das Emissões Entéricas

2°C

**Descrição:** A fermentação entérica é um processo digestivo de animais ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) que produz metano (CH<sub>4</sub>). A redução de emissões entéricas é feita pelo balanceamento da dieta, a partir de suplementos e aditivos que agem diretamente no rúmen. Essa ação aumenta a digestibilidade, elimina protozoários ruminais, aumenta o crescimento microbiano e inibe a ação de microrganismos metanogênicos. Além de reduzir as emissões diretamente, essa tecnologia pode provocar aumento do peso do animal, podendo diminuir a idade do abate, o que também contribui para a redução da emissão de GEE (PBMC, 2014).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução de emissões por cabeça (tCO<sub>2</sub>/cabeça)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** Essa ação leva a uma redução de emissão superior à 35%, quando comparadas com a produção convencional (PBMC,2014).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Sistemas de Plantio Direto (SPD)

2°C

**Descrição:** O sistema de plantio direto é o manejo agrícola no qual a semente ou muda é colocada diretamente no solo, sem revolvimento. O sistema dispensa o preparo do solo no pré-plantio, permitindo, assim, antecipar a semeadura da cultura subsequente. Essa técnica contribui para a mitigação de mudanças climáticas por evitar emissão do estoque de carbono retido no solo. Essa tecnologia também inibe a erosão, protegendo o solo contra a ação desagregadora da chuva. (CEBDS, 2017; MAPA, 2012).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Área manejada com SPD (ha)
- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** O sistema de plantio direto leva a uma redução de emissão superior a 50%, quando comparado ao sistema convencional. (PBMC,2014; Fernandes et al, 2008).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Adaptação às mudanças climáticas

NDC

**Descrição:** A adaptação às mudanças climáticas compreende ações para aumentar a proteção frente a eventos climáticos extremos e à eficiência no uso dos recursos hídricos. Por exemplo, a Adaptação baseada nos Ecossistemas (AbE) engloba medidas para conservar, restaurar ou gerir florestas para que essas representem uma proteção natural contra eventos extremos (MAPA, 2012). Agricultores também podem investir em sementes mais resistentes à alterações climáticas. Em relação a eficiência hídrica, a técnica de gotejamento para irrigação reduz o consumo de água em até 40% (Canal Rural, 2015).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Adaptação às mudanças climáticas  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores** Área com ações de adaptação (ha)

**Potencial de redução** As adaptações às mudanças climáticas geram uma redução de emissão de GEE indireta.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Certificações Ambientais Agropecuárias

NDC

**Descrição:** A certificação ambiental agropecuária busca garantir que o produtor agrícola implemente um sistema de gestão socioambiental e de qualidade dos produtos. As principais certificações são Rainforest Alliance, Fair Trade, Orgânicos e Global G.A.P. No Brasil, o café e o algodão costumam ser certificados, enquanto em culturas como a da soja e do milho essa prática é menos comum (TNC - Agrícola, 2012).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Área certificada (ha)
- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** As certificações ambientais agropecuárias geram uma redução de emissão de GEE indireta.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



**Descrição:** A pulverização localizada consiste na aplicação de defensivos apenas no alvo, garantindo economia de água, insumos, tempo de execução do trabalho e, conseqüentemente, redução de custos. O processo pode ser feito por mapeamento por drones (FarminG) ou por um trator, que passa pela plantação com um sistema de sensores que identifica áreas infestadas por pragas ou ervas daninhas e aplica o defensivo apenas onde necessário. Quando feito por drones, o processo tem maior potencial de redução de emissões, pela redução do tráfego de tratores.

**Categoria GBP/CBI**

**GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Agricultura que reduz a emissão de GEE ou aumenta o sequestro de carbono no solo

**Indicadores**

- Redução no consumo de defensivos agrícolas (kg)
- Redução de emissões por hectares (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

A pulverização localizada leva a uma redução de emissão de GEE de 10% devido à redução do uso de defensivos agrícolas (Farming, 2016; Garcia, 2010; Junior, 2016).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.





# BIOCOMBUSTÍVEIS



## Produção de Biodiesel de Palma (Dendê)

1,5°C

**Descrição:** O biodiesel é uma mistura de ésteres de ácidos graxos produzido a partir do óleo cru extraído de materiais de origem vegetal (espécies oleaginosas) ou animal (gordura). O óleo cru deve passar por processos termoquímicos, como a transesterificação, a diluição com hidrocarbonetos ou a microemulsão para ser transformado no óleo combustível.

A palma é uma palmeira africana que origina o fruto dendê, do qual pode ser extraído óleo da polpa (óleo de dendê ou de palma) e da semente (óleo de palmiste). O óleo de palma é muito utilizado na indústria alimentícia na produção de biscoitos, margarinas, óleo de cozinha e outros. A produção de biodiesel de palma ainda é pouca representativa no Brasil, apesar de apresentar rendimento (tonelada de óleo por hectare) dez vezes superior à soja (Carvalho, 2012).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de biodiesel de palma produzido (litros)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação ao diesel relativa (kgCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão da produção e queima do diesel de petróleo, a emissão não absorvida durante o ciclo de vida do biodiesel de palma pode trazer uma redução de 91% (processo de transesterificação metílica) a 94% (processo de transesterificação etílica) por litro (EPE, 2007).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A produção de biodiesel gera impactos principalmente durante o cultivo e colheita da oleaginosa a ser utilizada, como uso de água e pesticidas, erosão do solo e concorrência com o cultivo de alimentos (Salomão, 2013).

## Produção de Etanol Celulósico (Segunda Geração)

1,5°C

**Descrição:** Os resíduos secos gerados pelo setor sucroalcooleiro – palha, bagaço e torta de filtro – podem ser utilizados para a geração de etanol celulósico. Como a biomassa celulósica possui estrutura rígida e ordenada, a etapa de pré-tratamento é mais complexa para possibilitar a liberação dos açúcares para a fermentação. As principais desvantagens dessa tecnologia incluem a redução de disponibilidade de insumo (bagaço) para a cogeração de energia elétrica nas usinas e os altos custos associados à sua implementação. No Brasil existe somente uma usina integrada que produz etanol de primeira e segunda geração em São Paulo (FVG, 2017; MCTIC – Biocombustíveis, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de etanol produzido anualmente (litros/ano)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação à gasolina relativa (kgCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

O etanol celulósico (segunda geração) tem potencial de reduzir, aproximadamente, 90% das emissões de GEE durante seu ciclo de vida quando comparado com a gasolina (FGV, 2017; Única 2011). Quando considerada a emissão evitada da destinação desses resíduos para aterros, essa redução pode ser ainda mais significativa.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Produção de Etanol de Cana (Primeira Geração)

1,5°C 

**Descrição:** O etanol é um álcool fabricado por meio do processo de fermentação de açúcares. A elaboração desse biocombustível engloba as etapas de pré-tratamento para a extração de açúcares, fermentação, destilação e purificação. Quando a matéria-prima é açucarada, como a cana-de-açúcar e a beterraba, a etapa de pré-tratamento é mais simples, uma vez que o açúcar a ser fermentado já está disponível. As usinas de produção de etanol podem ser unidades anexas às usinas de açúcar, nas quais o caldo é enviado para a rota de açúcar e o restante para a fermentação alcoólica, ou unidades autônomas, dedicadas exclusivamente à geração de etanol (FVG, 2017; MCTIC – Biocombustíveis, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Biocombustíveis – Matéria prima renovável

**Indicadores**

- Volume de biodiesel de palma produzido (litros)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação à gasolina relativa (kgCO<sub>2e</sub>/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**

O etanol de cana (primeira geração) tem potencial de reduzir, aproximadamente, 90% das emissões de GEE durante seu ciclo de vida quando comparado com a gasolina (Única 2011).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Os principais impactos associados ao cultivo da cana-de-açúcar estão relacionados a mudança do uso do solo e desmatamento para a produção agrícola, contaminação da água e do solo pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, compactação do solo pelo uso de tratores e utilização não controlada de vinhaça e outros efluentes. Já na produção industrial, há potencial de emissões de gases poluentes durante a queima de bagaço e o descarte inadequados de água de lavagem (Pugliese et al., 2017).



## Produção de Biodiesel de Soja e de Mamona

2°C 

**Descrição:** O biodiesel é uma mistura de ésteres de ácidos graxos produzido a partir do óleo cru extraído de materiais de origem vegetal (espécies oleaginosas) ou animal (gordura). O óleo cru deve passar por processos termoquímicos, como a transesterificação, a diluição com hidrocarbonetos ou a microemulsão para ser transformado no óleo combustível. Aproximadamente 71% do biodiesel produzido no Brasil é elaborado a partir do óleo da soja, uma vez que o país é um dos principais produtores mundiais do grão.

A mamona (*Ricinus communis*) é outra oleaginosa a partir da qual se pode produzir biodiesel. A mamoneira é mais resistente ao estresse hídrico e consegue se desenvolver em condições adversas de solo e clima, como no Nordeste brasileiro. Como a mamona é inapropriada para o consumo humano, a produção de biodiesel a partir de seu óleo não compete com a produção de alimentos. (César et al, 2010; FVG, 2017; MCTIC - Biocombustíveis, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de biodiesel de soja ou mamona produzido (litros)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação ao diesel relativa (kgCO<sub>2e</sub>/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão da produção e queima diesel de petróleo, a emissão não neutralizada durante o ciclo de vida do biodiesel de soja pode trazer uma redução de emissão de 83% (processo de transesterificação metílica) a 86% (processo de transesterificação etílica) por litro, enquanto o biodiesel de mamona pode trazer uma redução de emissão de 42% (processo de transesterificação metílica) a 60% (processo de transesterificação etílica) por litro (EPE, 2007).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A produção de biodiesel gera impactos principalmente durante o cultivo e colheita da oleaginosa a ser utilizada, como uso de água e pesticidas, erosão do solo, conversão de áreas nativas e a concorrência com o cultivo de alimentos (Salomão, 2013).

## Usinas de Etanol *Flex* (Cana e Milho)

2°C 

**Descrição:** As usinas *flex* podem produzir etanol a partir da cana-de-açúcar e milho. A produção de etanol de milho acontece na entressafra da cana-de-açúcar, impedindo dessa maneira que a usina permaneça ociosa entre dezembro e março, uma vez que a cana não pode ser estocada (FVG, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de etanol de cana produzido anualmente (litros)
- Volume de etanol de milho produzido anualmente (litros)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação à gasolina relativa (kgCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      O potencial de redução das usinas *flex* varia conforme o insumo utilizado – 19% para etanol de milho e 90% para o etanol de cana (FVG, 2017).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Os principais impactos associados ao cultivo da cana-de-açúcar e milho estão relacionados a contaminação da água e do solo pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, compactação do solo pelo uso de tratores e utilização não controlada de vinhaça e outros efluentes. Já na produção industrial, há potencial de emissões de gases poluentes durante a queima de bagaço e o descarte inadequado de água de lavagem (Pugliese et al., 2017).

## Produção de Etanol de Milho

NDC 

**Descrição:** A produção de etanol a partir do milho é mais complexa, quando comparada ao etanol da cana-de-açúcar, por apresentar maior teor de amido, que é necessário sintetizar. A inclusão dessa etapa adicional faz com que o etanol de milho demande uma quantidade de energia superior ao etanol de cana. Nos Estados Unidos, o milho é o principal insumo para produção do etanol (FVG, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de etanol de milho produzido anualmente (litros/ano)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada no ciclo de vida em comparação à gasolina relativa (kgCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta do total produzido (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      O etanol de milho tem potencial de reduzir em 19% as emissões de GEE quando comparado com a gasolina (FGV, 2017).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Os principais impactos associados ao cultivo do milho são a contaminação da água e solo pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, e substituição da cultura de subsistência para a monocultura voltada ao agronegócio (Santos et al., 2012).

**Descrição:** O envelhecimento dos canaviais é uma realidade do setor sucroalcooleiro brasileiro em função da redução das margens de comercialização do etanol. Muitos produtores estão deixando de renovar seus canaviais ao fim do período de seis anos, fato que tem levado a uma redução da produtividade da cana. O número de plantas por hectare indica a necessidade de reforma do canavial. Quando a área de cultivo apresenta menos de 80.000 colmos/ha e número elevado de falhas maiores que 50 cm, é recomendável reformá-lo. Existem diversas práticas para aumentar a produtividade dos canaviais, que englobam a redução da compactação do solo, aumento da fertilidade, rotação de cultura com leguminosa, entre outras. É importante salientar que o preparo do solo com exposição da matéria orgânica pode aumentar as emissões de CO<sub>2</sub>, portanto é necessário realizar a reforma com práticas sustentáveis (SociCana, 2016).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Quantidade de plantas de cana por hectare (colmos/ha)
- Aumento da produtividade toneladas de cana-de-açúcar por hectares (ton/ha)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada por práticas sustentáveis (CO<sub>2</sub>e/ha)

**Potencial de redução**

A reforma de canaviais e o aumento de sua produtividade reduz desgaste dos tratores e proporciona economia de combustíveis, reduzindo assim as emissões de gases de efeito estufa. Além disso, essa prática apoia a produção de etanol de cana de primeira e de segunda geração que são capazes de reduzir significativamente as emissões de GEE quando comparado com combustíveis fósseis.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Quando a reforma de canaviais é respaldada no preparo do solo convencional, por meio do revolvimento das camadas superficiais do solo, promove a decomposição de matéria orgânica e emissões de CO<sub>2</sub> (Farhate, 2015).





# ELÉTRICO



## Termelétrica a Biogás

1,5°C

**Descrição:** O biogás é um subproduto do processo natural da decomposição da matéria orgânica em condições anaeróbias. Esse é composto principalmente de metano que pode ser direcionado para queima e consequente geração de eletricidade (MCTIC – Energético, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de biogás utilizado para geração termelétrica (m<sup>3</sup>)
- Quantidade de energia elétrica produzida (kWh)
- Energia produzida por volume de biogás (kWh/m<sup>3</sup>)
- Redução de emissões (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão de gases de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, a geração de eletricidade a partir de biogás se aproxima da neutralização porque a biomassa absorve o carbono emitido na queima durante seu crescimento. A redução é ainda mais significativa quando se compara essa emissão neutralizada à emissão de CH<sub>4</sub> que esses resíduos teriam se fossem destinados para aterro.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Termelétrica a Biomassa Cultivada com Fins Energéticos

1,5°C

**Descrição:** Biomassa não residual é aquela que teve seu cultivo ou plantação com propósito específico de fornecimento de insumo para a geração de eletricidade. Esta atividade está relacionada principalmente com a plantação de florestas energéticas para o fornecimento de lenha. A desvantagem em relação à biomassa residual se deve à utilização do solo voltada para a geração de energia.

As principais rotas tecnológicas para obtenção de eletricidade a partir da biomassa são o ciclo a vapor com turbinas de contrapressão (configuração tradicional na indústria sucroalcooleira), ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração, bem como ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Quantidade de biomassa utilizada para geração termelétrica (toneladas)
- Quantidade de energia elétrica produzida (kWh)
- Energia produzida por tonelada de biomassa (kWh/ton)
- Redução de emissões (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão de gases de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, a geração de eletricidade a partir de biomassa cultivada com fins energéticos se aproxima da neutralização porque o insumo estoca carbono durante seu crescimento.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A geração de eletricidade a partir de biomassa cultivada com fins energéticos gera impactos principalmente durante a fase de cultivo e plantação, como a contaminação da água e solo pelo uso de fertilizantes e defensivos agrícolas, compactação do solo pelo uso de tratores, substituição da cultura de subsistência para a monocultura voltada ao agonegocio (Pugliese et al., 2017; Santos et al., 2012).



**Descrição:** O aproveitamento de biomassa residual para a geração de eletricidade é uma atividade que vem ganhando destaque no contexto brasileiro. Existem diferentes possibilidades desta modalidade que engloba, desde a utilização de resíduos florestais (cavaco de madeira, serraria), agrícolas (bagaço de cana-de-açúcar, casca de arroz e capim elefante) até resíduos orgânicos urbanos. Por outro lado, não está incluída nessa categoria a utilização de biomassa oriunda de florestas energéticas. As principais rotas tecnológicas para obtenção de eletricidade a partir da biomassa são o ciclo a vapor com turbinas de contrapressão (configuração tradicional na indústria sucroalcooleira), ciclo a vapor com turbinas de condensação e extração, bem como ciclo combinado integrado à gaseificação da biomassa.

**Categoria GBP/CBI**

**GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Quantidade de biomassa residual utilizada para geração termelétrica (toneladas)
- Quantidade de energia elétrica produzida (kWh)
- Energia produzida por tonelada de biomassa (kWh/ton)
- Redução de emissões (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão de gases de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, a geração de eletricidade a partir de biomassa residual se aproxima da neutralização porque o carbono é absorvido durante seu crescimento.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Termelétrica a Licor Negro

**Descrição:** O licor negro, ou líxivia, é um efluente líquido gerado durante a fase de digestão da madeira na indústria de papel e celulose. O efluente é formado por compostos químicos inorgânicos, resíduos de madeira dissolvidos e outras matérias orgânicas. Por possuir alcalinidade ativa, o licor negro é considerado um efluente que pode causar impactos durante o controle biológico nas estações de tratamento de efluente. O aproveitamento do licor negro para geração de energia elétrica é, portanto, uma alternativa positiva para o meio ambiente.

**Categoria GBP/CBI**

**GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Volume de licor negro utilizado para geração termelétrica (m<sup>3</sup>)
- Quantidade de energia elétrica produzida (kWh)
- Energia produzida por volume de licor (kWh/m<sup>3</sup>)
- Redução de emissões (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**

Em comparação com a emissão de gases de termelétricas movidas a combustíveis fósseis, a geração de eletricidade a partir de licor negro se aproxima da neutralização, porque a biomassa absorve o carbono emitido na queima durante seu crescimento. A redução é ainda mais significativa quando se compara essa emissão neutralizada à emissão de CH<sub>4</sub> que esse efluente teria se fosse destinado para tratamentos aeróbios.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



**Descrição:** As linhas de transmissão e sistemas de armazenamento dedicados a energia renovável são fundamentais para que essa energia se integre ao Sistema Interligado Nacional (SIN) ou para que essa energia chegue diretamente para grandes consumidores, sem que haja perdas.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Distribuição e gestão de energia

**Indicadores**

- Energia renovável transmitida/armazenada (GWh)
- Número de usuários verdes que geram energia renovável, como eólica, solar, biomassa ou PCH, atendidos

**Potencial de redução** Os sistemas de transmissão e armazenamento geram uma redução indireta, pois são necessários para apoiar o escoamento de eletricidade renovável.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As linhas de transmissão podem apresentar impactos significativos relacionados ao reassentamento de comunidades para liberar faixas de servidão, necessidade de supressão de vegetação e impactos sobre a paisagem. Já o armazenamento pode apresentar riscos relacionados a bateria de lítio, principal mineral utilizado por esses componentes e que pode apresentar impacto significativo tanto na etapa de mineração, quanto na etapa de pós-consumo.



### Usina Eólica

**Descrição:** Usinas eólicas aproveitam a energia do vento por meio de aerogeradores com hélices, que captam sua energia cinética. As usinas eólicas devem ser instaladas, preferencialmente, em locais com adequadas disponibilidade e sazonalidade de ventos (EPE, 2016).  
Não são elegíveis à receberem recursos de Títulos Verdes usinas eólicas offshore para geração de energia voltada ao abastecimento de plataformas de petróleo.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Energia eólica

**Indicadores**

- Geração de energia eólica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2</sub>e)
- Quantidade de aerogeradores instalados
- Capacidade do parque eólico (MW)

**Potencial de redução** O ciclo de vida da energia solar eólica apresenta reduções de emissões superiores a 90% quando comparada com fontes tradicionais como termelétricas a combustíveis fósseis.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A instalação de parques eólicos pode causar impactos na fauna (morte de pássaros e morcegos), na paisagem e poluição sonora (pouco significativo).



## Usina Solar Flutuante

1,5°C

**Descrição:** As usinas solares flutuantes consistem na instalação de painéis fotovoltaicos em lagoas, lagos, reservatórios, canais, barragens e oceanos, evitando, dessa maneira, a implementação de usinas em superfície terrestre aproveitável. Apesar de ser uma tecnologia disseminada em diversos países, no Brasil ela ainda está em fase de teste. Estudos mostram que o resfriamento da água aumenta a eficiência das placas solares. Não são elegíveis à receberem recursos de Títulos Verdes usinas solares flutuantes para geração de energia voltadas ao abastecimento de plataformas de petróleo offshore.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Energia solar

**Indicadores**

- Geração de energia fotovoltaica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2</sub>e)
- Quantidade módulos fotovoltaicos flutuantes instalados
- Capacidade da usina solar (MWp)

**Potencial de redução**

Ainda que a produção dos módulos de silício e o transporte das placas fotovoltaicas emitam GEE, a energia solar fotovoltaica apresenta reduções superiores a 90%, quando comparada com fontes tradicionais como termelétricas a combustíveis fósseis.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A produção de placas fotovoltaicas gera emissões de GEE durante a etapa de purificação do silício (material semiconductor). Além disso, o descarte incorreto de resíduos gerados pela troca de placas ou descomissionamento das usinas pode poluir o meio ambiente (Rosa, 2008) (pouco significativo).



## Usina Solar Fotovoltaica

1,5°C

**Descrição:** A usina solar, também chamada de parque solar, consiste em um sistema de geração de energia solar fotovoltaica de grande porte que fornece eletricidade em alta tensão para fins de transmissão e distribuição. A conversão da radiação solar pelo efeito fotovoltaico acontece pela manifestação de diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semiconductor, que compõe as placas solares, pela absorção de luz (EPE, 2016; Portal Solar).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Energia solar

**Indicadores**

- Geração de energia fotovoltaica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2</sub>e)
- Quantidade módulos fotovoltaicos instalados
- Capacidade da usina solar (MWp)

**Potencial de redução**

Ainda que a produção dos módulos de silício e o transporte das placas fotovoltaicas emitam GEE, a energia solar fotovoltaica apresenta reduções superiores a 90%, quando comparada com fontes tradicionais como termelétricas a combustíveis fósseis.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A produção de placas fotovoltaicas gera emissões de GEE durante a etapa de purificação do silício (material semiconductor). Além disso, o descarte incorreto de resíduos gerados pela troca de placas ou descomissionamento das usinas pode poluir o meio ambiente (Rosa, 2008) (pouco significativo).

## Usina Solar Térmica (CSP)

1,5°C

**Descrição:** A energia solar térmica (também chamada de heliotérmica ou *concentrated solar plant* – CSP – em inglês) está baseada na utilização de espelhos que concentram a irradiação solar direta em um ponto focal, no qual está localizado um receptor com fluido absorvedor (vapor d'água, sal fundido ou óleos sintéticos) que expande e gera eletricidade. A geração de energia heliotérmica não está associada ao efeito fotovoltaico.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Energia solar

**Indicadores**

- Geração de energia solar térmica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2e</sub>)
- Quantidade de espelhos planos ou parabólicos instalados
- Capacidade da usina solar térmica (MWp)

**Potencial de redução**      O ciclo de vida da energia solar heliotérmica apresenta reduções de emissões superiores a 90%, quando comparada com fontes tradicionais como termelétricas a combustíveis fósseis.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** O óleo térmico utilizado no receptor é inflamável e pode contaminar o solo em caso de vazamentos, inspeções e manutenções (Ferreira et al., 2016) (pouco significativo).

## Pequena Central Hidrelétrica

2°C



**Descrição:** A energia hidrelétrica é gerada pelo aproveitamento do potencial energético de fluxos de água. Uma usina hidrelétrica é composta por sistemas de captação e adução de água, casa de força com gerador, vertedouros e barragem. Apesar dos recursos hídricos serem renováveis em função do ciclo hidrológico, os reservatórios de hidrelétricas podem ser responsáveis pela emissão de GEE, devida a decomposição de vegetação pré-existente e nutrientes orgânicos carregados pelos rios e pela chuva. As pequenas centrais hidrelétricas (PCH) são aquelas destinadas à geração elétrica, que possuem capacidade de geração inferior 30 MW e com reservatórios de área inferior a 3 km<sup>2</sup>. Por apresentarem menores reservatórios, as emissões de gases associadas as PCH são menos relevantes quando comparadas com usinas hidrelétricas de grande porte (EPE, 2016; Estadão, 2002).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Hidrelétrica (PCH < 15 MW)

**Indicadores**

- Geração de energia hidrelétrica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2e</sub>)
- Capacidade da PCH (MW)
- Área inundada (km<sup>2</sup> ou ha)

**Potencial de redução**      A geração de energia hidrelétrica em PCH leva a uma redução de emissões superior a 20%, quando comparada a termelétricas baseadas em combustíveis fósseis, entretanto não é neutra em função das emissões relacionadas ao reservatório.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** O barramento e a formação de reservatório para o aproveitamento hidrelétrico alteram o regime de escoamento do corpo hídrico, aumentando a retenção de sedimentos. A biota aquática é prejudicada pela degradação da matéria orgânica submersa. Também há o risco de morte de peixes pelo movimento dos geradores. Outro impacto está relacionado a supressão da vegetação durante a construção. Ainda que os reservatórios de PCHs sejam menores que em grandes hidrelétricas, os impactos citados podem ser significativos a nível local e considerando o efeito cumulativo de várias PCHs.



**Descrição:** A geração de energia elétrica a partir de gás natural é feita pela queima do gás combustível em turbinas a gás. Essas termelétricas podem ser de ciclo simples, onde há perda de energia na exaustão ao longo do processo, ou combinado, onde esses vapores gerados são utilizados para produção adicional de energia. O uso de recurso aqui especificado refere-se a substituição de termelétrica a óleo e carvão para gás natural, não englobando a expansão da capacidade de geração de energia a partir da construção de novas termelétricas a gás natural.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** N/A  
**CBI:** Energia – Excluído: combustíveis fósseis

**Indicadores**

- Geração de energia elétrica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** Estima-se que essa tecnologia reduza 40% das emissões, quando comparado ao carvão mineral (Da Silva & Colombo, 2016).

**Entraves** **Travas temporais:** Uma termelétrica tem tempo de vida útil superior de cerca de 30 anos (Szczerbacki, 2007).  
**Impactos:** Possíveis emissões fugitivas de gás metano (CH<sub>4</sub>) (CBI, 2017).



### Rede Elétrica Inteligente (*Smart Grid*)

NDC

**Descrição:** As redes elétricas inteligentes são sistemas de energia elétrica que apresentam elevado grau de automação a partir de tecnologia de informação e telecomunicações. As principais vantagens das redes inteligentes são: otimização das operações e melhoria da confiabilidade a partir da possibilidade de disponibilizar dados em tempo real aos consumidores, a redução da probabilidade de blecaute e da ampliação da capacidade de auto recuperação do sistema. Além disso, as redes inteligentes auxiliam na expansão da capacidade para atender cenários com fontes intermitentes e distribuídas de energia, como é o caso das fontes renováveis.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Eficiência energética – Redes inteligentes  
**CBI:** Energia – Distribuição e gestão de energia

**Indicadores**

- Extensão da rede elétrica inteligente (km)
- Número de usuários verdes que geram energia renovável, como eólica, solar, biomassa ou PCH, atendidos

**Potencial de redução** As redes elétricas inteligentes geram uma redução indireta, no entanto são capazes de apoiar a neutralização de emissões de sistemas de geração de energia renováveis.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

**Descrição:** As linhas de transmissão são elementos fundamentais para dar estabilidade ao sistema elétrico brasileiro, com grande participação de energia renováveis que são, por natureza, intermitentes e interdependes. O aumento da participação de energia renovável no Sistema Interligado Nacional deve ser acompanhado pela ampliação de sistemas de transmissão para redução de perdas e congestionamentos, bem como para garantia de escoamento e segurança energética. Os sistemas de distribuição são responsáveis por conectar à rede de transmissão aos consumidores finais, sendo também elementos importantes para garantir que as energias renováveis alcancem de maneira segura os usuários (EPE, 2017; IEEFA, 2018). O aumento da capacidade de armazenamento do sistema elétrico é fundamental para evitar perdas em sistemas com elevada contribuição de fontes intermitentes.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Distribuição e gestão de energia

**Indicadores**

- Energia renovável transmitida/distribuída/armazenada anualmente (GWh)
- Número de usuários verdes que geram energia renovável, como eólica, solar, biomassa ou PCH, atendidos
- % da receita relacionada à usuários verdes

**Potencial de redução**

Os sistemas de transmissão, distribuição e armazenamento geram uma redução indireta, no entanto são capazes de apoiar a neutralização de emissões de sistemas de geração. Por outro lado, no sistema interligado nacional essas infraestruturas apoiam energias renováveis e não renováveis.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As linhas de transmissão podem apresentar impactos significativos relacionados ao reassentamento de comunidades para liberar faixas de servidão, necessidade de supressão de vegetação e impactos sobre a paisagem. Já o armazenamento pode apresentar riscos relacionados a bateria de lítio, principal mineral utilizado por esses componentes e que pode apresentar impacto significativo tanto na etapa de mineração, quanto na etapa de pós-consumo.

### Usina Hidrelétrica Fio D'água

**Descrição:** As usinas hidrelétricas fio d'água são aquelas com reservatórios de regularização menores, capazes apenas de armazenar água por poucas horas ou dias. A ausência de reservatório de grandes dimensões restringe a capacidade de geração de energia elétrica, uma vez que a produção de energia neste tipo de usina é função, quase exclusivamente, das vazões que fluem aos reservatórios. Portanto, essa tecnologia está mais suscetível às variações hidrológicas do que hidrelétricas tradicionais (EPE, 2016).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Hidrelétrica (PCH<15 MW)

**Indicadores**

- Geração de energia hidrelétrica (GWh)
- Redução de emissão de GEE (tCO<sub>2</sub>e);
- Capacidade da hidrelétrica (MW).

**Potencial de redução**

Dependendo do tamanho do reservatório, hidrelétricas podem trazer redução de GEE em relação a termelétricas. Porém, como as usinas fio d'água podem chegar a ter reservatórios de dimensões significativas, as emissões nos primeiros anos podem ser significativas e, muitas vezes, superior à de termelétricas (UFJF, 2016).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** O barramento e a formação de reservatório para o aproveitamento hidrelétrico alteram o regime de escoamento do corpo hídrico, aumentando a retenção de sedimentos. A biota aquática é prejudicada pela degradação da matéria orgânica submersa. Também há o risco de morte de peixes pelo movimento das turbinas. Outro impacto está relacionado a supressão da vegetação durante a construção. Ainda que os reservatórios de usinas hidrelétricas fio d'água sejam menores, os impactos citados podem ser significativos a nível local ou cumulativo. Esses impactos podem não ser toleráveis, tendo em vista uma limitação na capacidade de geração de energia elétrica que essa tecnologia possui.



# FLORESTAL

## Florestas Nativas nos Biomas Amazônico e Mata Atlântica (Restauração, Regeneração ou Manejo)

1,5°C

**Descrição:** Em geral, florestas nativas são utilizadas para produção florestal de produtos não madeireiros ou para fins de conservação. A promoção de florestas nativas pode se dar de três formas: restauração, regeneração ou manejo.

A restauração de florestas nativas consiste no plantio, a partir de sementes ou mudas, de espécies naturais do ecossistema ou região em questão. Em geral, as espécies são plantadas em linhas intercaladas por grupo funcional. A restauração florestal proporciona o reestabelecimento de processos ecológicos, preservação da biodiversidade local e da água. O uso de espécies nativas, adaptadas ao tipo de solo, condições climáticas, dispersores de sementes e polinizadores, aumenta a probabilidade de sucesso reprodutivo e também a tolerância aos predadores. Outra vantagem da restauração com espécies nativas é que o manejo por meio de contínuo florestal, que não prevê corte raso e é capaz de manter os estoques de carbono no longo prazo (WRI - Verena, 2017).

A regeneração natural pode ser realizada com ou sem manejo. Quando é feita com manejo, adota medidas que induzem a restauração natural, como: controle de plantas competidoras, adensamento (introdução de espécies de cobertura, referentes ao estágio inicial da sucessão), enriquecimento (introdução de espécies dos estágios finais da sucessão ecológica) e nucleação (formação de núcleos de vegetação com espécies com capacidade ecológica de melhorar o ambiente). A vantagem da regeneração vegetal é seu baixo custo (Embrapa, 2017; WRI - Verena, 2017).

O manejo sustentável consiste na gestão da vegetação respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema, tais como a conservação de recursos naturais, conservação da estrutura da floresta e de suas funções, bem como manutenção da diversidade ecológica.

Apesar de serem técnicas diferentes, o estoque de carbono na maturidade da floresta será similar, variando em função do bioma e fitofisionomia.

<b>Categoria GBP/CBI</b>	<b>GBP:</b> Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra <b>CBI:</b> Agricultura e floresta – Atividade florestal que reduz a perda de carbono ou aumenta o estoque florestal
<b>Indicadores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área florestal conservada (ha)</li> <li>• Número de espécies plantadas</li> <li>• Estoque de carbono por hectare (tC/ha)</li> <li>• Estoque de carbono total (tC)</li> </ul>
<b>Potencial de redução</b>	Em sua maturidade, o bioma Amazônico estoca em suas biomassas aéreas, em média, 130 tC/ha e a Mata Atlântica, 50 tC/ha (Serviço Florestal Brasileiro, 2016).
<b>Entraves</b>	<b>Travas temporais:</b> N/A. <b>Impactos:</b> N/A.



## Florestas Exóticas (Pinus e Eucalipto)

2°C 

**Descrição:** No Brasil, as florestas exóticas são compostas, principalmente, por pinus e eucalipto, espécies com rápido ritmo de crescimento, entre 7 e 14 anos. Em geral, essas florestas são monoculturas e visam atender às necessidades, por exemplo, de lenha, papel e celulose, postes e dormentes das estradas de ferro. O estoque de carbono das espécies exóticas em sua maturidade é alto, entretanto o manejo por corte raso para uso comercial traz uma variação grande nesse estoque. Para fins dessa publicação se considerou o estoque médio como perpétuo.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Atividade florestal que reduz a perda de carbono ou aumenta o estoque florestal

**Indicadores**

- Área de floresta plantada (ha)
- Estoque de carbono por hectare (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Estoque de carbono total (tC)

**Potencial de redução** Eucalipto tem um estoque médio de 47 tC/ha (Gatto et.al., 2011) e o Pinus de 45 tC/ha (Balbinot et. al., 2008).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Empobrecimento dos solos, elevado consumo de água e redução de biodiversidade local (significativo).

## Florestas Nativas no Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal (Restauração, Regeneração ou Manejo)

2°C

**Descrição:** Em geral, florestas nativas são utilizadas para produção florestal de produtos não madeireiros ou para fins de conservação. A promoção de florestas nativas pode se dar de três formas: restauração, regeneração ou manejo.

A restauração de florestas nativas consiste no plantio, a partir de sementes ou mudas, de espécies naturais do ecossistema ou região em questão. Em geral, as espécies são plantadas em linhas intercaladas por grupo funcional. A restauração florestal proporciona o reestabelecimento de processos ecológicos, preservação da biodiversidade local e da água. O uso de espécies nativas, adaptadas ao tipo de solo, condições climáticas, dispersores de sementes e polinizadores, aumenta a probabilidade de sucesso reprodutivo e também a tolerância aos predadores. Outra vantagem da restauração com espécies nativas é que o manejo por meio de contínuo florestal, que não prevê corte raso e é capaz de manter os estoques de carbono no longo prazo (WRI - Verena, 2017).

A regeneração natural pode ser realizada com ou sem manejo. Quando é feita com manejo, adota medidas que induzem a restauração natural, como: controle de plantas competidoras, adensamento (introdução de espécies de cobertura, referentes ao estágio inicial da sucessão), enriquecimento (introdução de espécies dos estágios finais da sucessão ecológica) e nucleação (formação de núcleos de vegetação com espécies com capacidade ecológica de melhorar o ambiente). A vantagem da regeneração vegetal é seu baixo custo (Embrapa, 2017; WRI - Verena, 2017).

O manejo sustentável consiste na gestão da vegetação respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema, tais como a conservação de recursos naturais, conservação da estrutura da floresta e de suas funções, bem como manutenção da diversidade ecológica.

Apesar de serem técnicas diferentes, o estoque de carbono na maturidade da floresta será similar, variando em função do bioma e fitofisionomia.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Atividade florestal que reduz a perda de carbono ou aumenta o estoque florestal

**Indicadores**

- Área florestal conservada (ha)
- Número de espécies plantadas
- Estoque de carbono por hectare (tC/ha)
- Estoque de carbono total (tC)

**Potencial de redução** Em sua maturidade, o Pantanal e o Cerrado estocam em suas biomassas aéreas, em média, 25 tC/ha, a Caatinga, 23 tC/ha e o Pampa, 22 tC/ha (Serviço Florestal Brasileiro, 2016).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Sistemas Agroflorestais nos Biomas Amazônico e Mata Atlântica (SAF)

2°C

**Descrição:** Os sistemas agroflorestais (SAFs) são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas de portes diferentes, podendo incluir também animais no sistema de produção. Os SAF permitem a maior utilização de diferentes extratos da floresta, imitando uma floresta natural. As agroflorestas podem ser baseadas em consórcios mais simples ou mais biodiversos (maior grau de complexidade). Os benefícios ambientais incluem a rápida recuperação da fertilidade dos solos e a manutenção de matéria orgânica no solo (WRI - Verena, 2017). O bioma em que o SAF está localizado tem grande influência no estoque de carbono. Estudos feitos na Amazônia e no Cerrado, mostram que o SAF possui metade do estoque por hectare, quando comparado com uma floresta nativa nesses biomas.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** Agricultura e floresta – Atividade florestal que reduz a perda de carbono ou aumenta o estoque florestal

**Indicadores**

- Área com Sistema Agroflorestal (ha)
- Número de espécies plantadas
- Estoque médio de carbono por hectare (tCO/ha)
- Estoque de carbono total (tC)

**Potencial de redução** Estudos em SAFs no bioma Amazônico mostram que estes estocam entre 30 e 50 tCO/há em suas biomassas aéreas, ou seja, aproximadamente 50% do estoque de uma floresta nativa (Brancher, 2010).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF)

NDC

**Descrição:** O sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) é uma estratégia de produção que une, em uma mesma área, estes três elementos produtivos. O iLPF pode ser feito em cultivo consorciado, rotacionado ou em sucessão. A técnica pode ser classificada em quatro modalidades: agropastoril (lavoura e pecuária), silviagrícola (floresta e lavoura), silvipastoril (floresta e pecuária) e agrossilvipastoril (floresta, lavoura e pecuária). Os benefícios do iLPF incluem a otimização e intensificação da ciclagem de nutrientes no solo, recuperação de áreas alteradas ou degradadas, melhoria do bem-estar animal em função de conforto térmico e melhor qualidade do ambiente e maior eficiência de utilização de recursos naturais (MAPA, 2012; Rede iLPF - Embrapa).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra  
**CBI:** N/A

**Indicadores**

- Área destinada à iLPF (ha)
- Número de espécies plantadas
- Emissão de Carbono por hectare (tCO<sub>2</sub>/ha)
- Estoque de carbono por hectare (tC/ha)
- Estoque de carbono total (tC)

**Potencial de redução** Apesar do estoque florestal, esse manejo pode possuir emissões significativas da pecuária, diminuindo assim seu benefício. Além disso, sua aplicação é um dos compromissos da NDC Brasileira.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Impactos ambientais relacionadas à pecuária como aumento de emissões em função da fermentação entérica de animais e manejo de dejetos.



## Produção Agropecuária com Desmatamento Zero (conservação acima do demandado por lei)

NDC

**Descrição:** A produção agropecuária em propriedades livre de desmatamento representa um importante passo para conservação do estoque florestal e mitigação de mudanças climáticas no Brasil, uma vez que a mudança do uso de solo representa a principal emissão do país. Para se enquadrar nessa categoria, a produção deve ter área conservada superior do que o demandado por lei em relação a Reserva Legal e APP.

<b>Categoria GBP/CBI</b>	<b>GBP:</b> N/A <b>CBI:</b> N/A
<b>Indicadores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área conservada (ha)</li><li>• Área acima do legal com vegetação nativa em relação a área total (%)</li><li>• Estoque de carbono por hectare (tC/ha)</li><li>• Estoque de carbono total (tC)</li></ul>
<b>Potencial de redução</b>	Essa ação aumenta o estoque de carbono por hectares, apesar de não atingir o estoque de SAF ou conservação de áreas nativas.
<b>Entraves</b>	<b>Travas temporais:</b> N/A. <b>Impactos:</b> N/A.

## Sistemas Agroflorestais (SAF) nos Biomas Cerrado, Caatinga, Pampa e Pantanal

NDC

**Descrição:** Os sistemas agroflorestais (SAFs) são consórcios de culturas agrícolas com espécies arbóreas de portes diferentes, podendo incluir também animais no sistema de produção. Os SAF permitem a maior utilização de diferentes extratos da floresta, imitando uma floresta natural. As agroflorestas podem ser baseadas em consórcios mais simples ou mais biodiversos (maior grau de complexidade). Os benefícios ambientais incluem a rápida recuperação da fertilidade dos solos e a manutenção de matéria orgânica no solo (WRI - Verena, 2017). O bioma em que o SAF está localizado tem grande influência no estoque de carbono. Estudos feitos na Amazônia e no Cerrado, mostraram que o SAF possui metade do estoque por hectare, quando comparado com uma floresta nativa nesses biomas.

<b>Categoria GBP/CBI</b>	<b>GBP:</b> Gestão ambientalmente sustentável de recursos naturais vivos e uso da terra <b>CBI:</b> Agricultura e floresta – Atividade florestal que reduz a perda de carbono ou aumenta o estoque florestal
<b>Indicadores</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Área com Sistema Agroflorestal (ha)</li><li>• Número de espécies plantadas</li><li>• Estoque médio de carbono por hectare (tCO/ha)</li><li>• Estoque de carbono total (tC)</li></ul>
<b>Potencial de redução</b>	Estudos em SAFs no Cerrado mostram que estes estocam entre 4 e 13 tCO/ha, ou seja, aproximadamente 50% do estoque de uma floresta nativa (Rocha, et. al., 2014).
<b>Entraves</b>	<b>Travas temporais:</b> N/A. <b>Impactos:</b> N/A.



## Geração de Energia Distribuída Renovável

1,5°C

**Descrição:** Energia distribuída (ED) é aquela gerada junto ou próxima ao usuário. No setor imobiliário brasileiro, a geração elétrica fotovoltaica é principal forma de ED. Fora do Brasil alguns prédios usam também geradores movidos a bio-óleo. A ED só pode ser classificada nesse cenário se suprir, ao menos, 90% da necessidade do edifício. Caso contrário esses projetos podem ser considerados dentro de "Iluminação Eficiente". Não estão incluídas instalações de energia distribuída que utilizem combustíveis fósseis.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Sistema de captura de energia

**Indicadores**

- Energia gerada (kWh)
- Emissão evitada em comparação com a matriz energética brasileira (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Potencial de neutralização das emissões diretas e do consumo de eletricidade.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A manufatura de painéis solares pode consumir um volume razoável de energia, aumentando assim a pegada de carbono do sistema de geração de energia distribuída (pouco significativo).



## Prédio Carbono Zero

1,5°C

**Descrição:** Apesar de ser um conceito novo e ainda pouco aplicado no Brasil, os prédios Carbono Zero contam com sistema de eficiência no consumo de energia e geração de energia renovável distribuída. Para aumentar a eficiência, esses prédios são projetados de forma a otimizar iluminação e ventilação natural, além de incluírem sistemas de monitoramento e automação baseado em sensores (Ciclo Vivo, 2012) e uso de lâmpadas led, para quando a luz natural não é suficiente. A certificação GBC Brasil Zero Energy (ZEB) é uma ferramenta que atesta edifícios com autossuficiência energética anual comprovada. No Brasil, esse tipo de tecnologia pode ser visto no estádio do Mineirão, Eco Commercial Building daBayer e Catuçaba Ecovila (Green Building Council Brasil, 2016).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Prédios verdes

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>)
- Energia gerada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Potencial de neutralização das emissões diretas e do consumo de eletricidade.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Existem impactos tradicionais inerentes à construção de prédios, que incluem uso de água, resíduos e risco de contaminação de solo. No entanto, projetos com viés sustentável tendem a ter uma gestão adequada desses temas.



## Sistema Solar para Aquecimento Hídrico

1,5°C

**Descrição:** Esse é um sistema que utiliza a energia solar para aquecimento de água. Em geral, ele é composto de painel solar, acumulador solar, circuito hidráulico, grupo de circuladores para líquido solar (que transporta o calor solar para água), central de controle e sistema suplementar de aquecimento.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Sistema de captura de energia

**Indicadores**

- Volume de água aquecido (m<sup>3</sup>)
- Redução no consumo de energia elétrica (kWh)
- Emissão de CO<sub>2</sub> evitada (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Potencial de neutralização das emissões diretas de GLP ou do consumo de eletricidade para aquecimento hídrico em áreas com alto índice de irradiação solar.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Coletor Solar Térmico para Ar Condicionado e Refrigeração

2°C

**Descrição:** O coletor solar térmico é instalado junto ao compressor do ar condicionado, reduzindo assim seu consumo de eletricidade. Esse coletor absorve a energia solar e transfere para o gás refrigerante, aumentando sua velocidade, volatilidade e variação de temperatura, e, conseqüentemente, aumentando seu resfriamento.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Sistema de captura de energia

**Indicadores**

- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Reduz o consumo de energia do sistema de refrigeração de 30% a 50%.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Conforto Térmico Eficiente

2°C

**Descrição:** O conforto térmico tem influência indireta na redução de emissões, devido ao uso reduzido de aparelhos de ar condicionado. Algumas ações podem ser realizadas em conjunto para aumentar o conforto térmico, como: bom aproveitamento de ventilação natural, sombreamento de fachadas, isolamento térmico das paredes e uso de películas para os vidros.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Tecnologia de eficiência energética

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      A adoção de medidas para aumentar o conforto térmico traz uma redução de até 70% no consumo de energia (Spinelli, 2018).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A emissão irá depender do nível de geração renovável da rede (pouco significativo).

## Iluminação Eficiente

2°C

**Descrição:** Diversas ações podem ser realizadas para diminuir o consumo de eletricidade pelo sistema de iluminação em edificações, como: aproveitamento da iluminação natural pela arquitetura; troca de lâmpadas e luminárias de alto desempenho, com destaque para a lâmpada LED; sensores de presença e dimerização fotossensível. Essas ações costumam ser utilizadas em conjunto.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Tecnologia de eficiência energética

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Em acúmulo, projetos de eficiência energética em sistemas de iluminação de edificações levam a uma redução de consumo de energia entre 50% e 70% (Ecopark; Lambert, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A emissão irá depender do nível de geração renovável da rede (pouco significativo).



**Descrição:** A metodologia *Lean Construction* é a aplicação dos princípios do pensamento enxuto nas atividades da construção civil. Consiste na adoção de medidas para a redução de consumo e transporte de materiais, eliminação de defeitos e retrabalho e redução do consumo de energia, associadas à redução do tempo de construção, para que as obras sejam entregues dentro do prazo com um menor custo.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Prédios verdes

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

A adoção da metodologia *Lean Construction* leva a uma redução de 25% do consumo direto de energia durante a fase de construção. Somando as reduções indiretas, essa técnica pode reduzir até 52% o CO<sub>2</sub> embutido, que é a emissão do ciclo de vida da obra, considerando a fabricação dos materiais utilizados na construção, o transporte de materiais e a redução de desperdícios (London, 2013).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

### Prédios com Certificação e Desempenho Ótimo em Eficiência Energética

**Descrição:** No Brasil, a certificação LEED e AQUA são as mais utilizadas para atestar o desempenho socioambiental de edifícios. No entanto, mesmo um nível de certificação alto (ex. Platinum e Gold para LEED), não garante um desempenho ótimo em eficiência energética. Por isso, para se enquadrar nessa categoria, o empreendimento deve ter nível superior de desempenho nesse tema durante a certificação, ou seja, mais de 10 pontos nos critérios de Energia e Atmosfera na certificação LEED ou mais 5 pontos no critério de redução de consumo de energia primária e 2 pontos no critério redução de emissão de poluentes na atmosfera, considerados dentro do tema Energia na certificação AQUA. No Brasil, o selo Procel Edifica também pode mostrar um desempenho ótimo relacionado a gestão de energia (AQUA, 2016; Green Building Council Brasil, 2015; USGBC, 2018).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Prédios verdes

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

As certificações costumam trazer uma redução no consumo de energia de 30% para edifícios já existentes e de 50% para novos edifícios (Procel Edifica).

**Entraves**

**Travas temporais:** Esses prédios podem ser uma barreira para prédios Carbono Neutro.  
**Impactos:** Existem impactos tradicionais inerentes à construção de prédios, que incluem uso de água, resíduos e risco de contaminação de solo. No entanto, projetos com viés sustentável tendem a ter uma gestão adequada desses temas. Ainda assim, quando esses edifícios consomem energia da rede, a emissão irá depender do nível de geração renovável da rede.

**Descrição:** Prédios certificados LEED, AQUA ou outras certificações, que não atinjam o melhor desempenho em eficiência energética, trazem redução de GEE, por essas certificações demandarem desempenho mínimo em relação ao consumo de eletricidade.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Prédios – Prédios verdes

**Indicadores**

- Emissão evitada por metro quadrado (kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)
- Consumo de energia evitada (kWh)
- Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução** A certificação LEED requer uma redução no consumo de eletricidade mínima de 5% para novas construções, 3% para grandes reformas e 2% para envoltória e estrutura principal.

**Entraves** **Travas temporais:** Esses prédios podem ser uma barreira para prédios Carbono Neutro. **Impactos:** Existem impactos tradicionais inerentes à construção de prédios, que incluem uso de água, resíduos e risco de contaminação de solo. No entanto, projetos com viés sustentável tendem a ter uma gestão adequada desses temas. Ainda assim, quando esses edifícios consomem energia da rede, a emissão irá depender do nível de geração renovável da rede.





# INDUSTRIAL



## Captura por Microalgas

1,5°C

**Descrição:** O carbono (CO<sub>2</sub>) pode ser separado, armazenado e capturado nos processos industriais antes de ser emitido para a atmosfera, podendo ou não ser usado como fonte de matéria-prima para outros produtos. O processo de fotossíntese é capaz de remover CO<sub>2</sub> de correntes gasosas. Dentre os organismos fotossintéticos, as microalgas são as maiores responsáveis pela remoção biológica de CO<sub>2</sub> atmosférico nos oceanos. Parte desse CO<sub>2</sub> é transferido para o fundo do mar e outra parte para a água, através de difusão direta. As microalgas conseguem também absorver outros compostos como SO<sub>2</sub> e NO. O cultivo desses organismos pode ser realizado em lagoas abertas e tanques flutuantes no mar (sistemas extensivos) ou em biorreatores de sistemas fechados (intensivos). A captura de CO<sub>2</sub> por microalgas produz lipídios com qualidade para produção de biocombustíveis.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Produtos, tecnologias ou processos eco eficientes  
**CBI:** Resíduo, controle de poluição e sequestro – Captura e armazenamento de carbono (em estudo)

**Indicadores** • Emissões de CO<sub>2</sub> evitadas (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução** A captura por microalgas leva a uma redução de emissão de até 100%, devido à alta taxa de remoção de CO<sub>2</sub> por esses organismos (IEA Bioenergy, 2017).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Cultivada em Caldeiras

1,5°C



**Descrição:** A biomassa proveniente de floresta cultivada para fins energéticos, como lenha e carvão vegetal, pode substituir combustíveis fósseis nos processos de queima tradicionais em fornos e caldeiras ou por meio da gaseificação. A substituição de combustíveis fósseis por biomassa cultivada é uma melhoria de processo que leva a redução da emissão de GEE e pode ser aplicada por diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores** • Redução no consumo de energia (kWh)  
• Redução de emissões (kgCO<sub>2</sub> /tonelada)

**Potencial de redução** Em comparação com a emissão de GEE do uso de combustíveis fósseis, o uso da biomassa se aproxima da neutralização, porque a biomassa absorve carbono durante seu crescimento.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Durante o ciclo de vida da lenha, a plantação de florestas exóticas pode levar ao empobrecimento dos solos, elevado consumo de água e redução de biodiversidade local caso não seja aplicado manejo sustentável.



## Substituição de Combustíveis Fósseis por Biomassa Residual ou Biogás em Caldeiras

1,5°C

**Descrição:** Resíduos sólidos orgânicos como, por exemplo, bagaço, palha da cana de açúcar e restos de alimentos, podem ser utilizados com biomassa para geração de energia em substituição a combustíveis fósseis. Podem ser utilizadas nos processos de queima tradicionais em fornos e caldeiras ou por meio de gaseificação.

A substituição de combustíveis fósseis por biomassa é uma melhoria de processo que leva a redução da emissão de GEE e pode ser aplicada por diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Energia – Bioenergia

**Indicadores**

- Redução no consumo de energia (kWh)
- Redução de emissões (kgCO<sub>2</sub> /tonelada)

**Potencial de redução**

A substituição de combustíveis fósseis por biomassa residual ou biogás se aproxima da neutralização, porque a matéria orgânica de origem absorve carbono durante seu crescimento. A redução é ainda mais significativa quando se compara a emissão de CH<sub>4</sub> que esses resíduos teriam se fossem destinados para aterro. O processo não é considerado completamente neutro em função das emissões associadas à fase agrícola, transporte de materiais e queima incompleta, que gera gases não renováveis.

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Uso de Matéria-prima Não Carbonizada (Q)

1,5°C

**Descrição:** O etanol de primeira e de segunda gerações pode ser utilizado como fonte renovável de matéria-prima em processos de produção de amônia, metanol, eteno, do Éter Etil Terbulítico (ETBE) e polietileno. Essa é identificada como uma das principais oportunidades da indústria química brasileira, uma vez que processo de produção da amônia e ácido nítrico representam 45% das emissões do setor.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias ou processos eco eficientes  
**CBI:** Indústria – Reduções de GEE não energéticas

**Indicadores**

- Volume de matérias primas fósseis que deixaram de ser consumidos (ton ou litro)
- Volume de matéria prima não carbonizada utilizada (ton ou litro)
- Emissão evitada (ton ou litro)
- Remoção de CO<sub>2</sub>e do processo de cultivo da cana (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

O uso de etanol como fonte renovável possui balanço de emissões negativo, ou seja, remove mais CO<sub>2</sub> do que emite. Por exemplo, mesmo considerando as emissões associadas à fase agrícola, transporte de materiais e produção dos materiais, o Plástico Verde produzido com cana de açúcar remove 3,09 quilos de CO<sub>2</sub> a cada quilo de plástico produzido (Braskem).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Apagamento de Coque a Seco (S)

2°C

**Descrição:** Antes de entrar no alto-forno, o coque (massa porosa de carvão carbonizado) é apagado por água. O apagamento de coque a seco é uma alternativa ao procedimento usual de resfriamento úmido do material. No apagamento a seco, o calor sensível do coque é recuperado e a emissão de partículas é reduzida.

### Categoria GBP/CBI

**GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Recuperação de calor

### Indicadores

- Energia recuperada por tonelada de coque (GJ/tonelada)
- Redução de emissão de CO<sub>2</sub> por tonelada de coque (tCO<sub>2</sub>/tonelada) e total (tCO<sub>2</sub>)

### Potencial de redução

O apagamento de coque a seco pode reduzir as emissões em 32%, quando comparado ao apagamento convencional a úmido (Qin et al., 2017).

### Entraves

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Armazenamento de Carbono

2°C

**Descrição:** A captura e armazenamento de carbono (CO<sub>2</sub>) é o conjunto de métodos e tecnologias que permitem separar o gás carbônico de processos industriais e de geração de energia antes que seja emitido para a atmosfera. A primeira etapa da tecnologia consiste na captura de carbono, através de quatro possíveis rotas: pós-combustão, oxicomustão, pré-combustão e *chemical looping*. Após a captura, o gás é transportado por tubulações e, por último, armazenado no subsolo, em poços de gás e petróleo esgotados, formações salinas ou utilização na indústria química.

### Categoria GBP/CBI

**GBP:** Produtos, tecnologias ou processos eco eficientes  
**CBI:** Resíduo, controle de poluição e sequestro – Captura e armazenamento de carbono

### Indicadores

- Emissões de CO<sub>2</sub> evitadas (tCO<sub>2</sub>)

### Potencial de redução

A captura e armazenamento de carbono leva a uma redução de emissão de entre 80% a 90% quando comparado com o sistema convencional (Henriques Junior, 2010).

### Entraves

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

**Descrição:** A cogeração de energia consiste na produção combinada de calor e energia eletromecânica. No processo *topping*, o calor rejeitado por máquina térmica é encaminhado para processo subsequente. Já no processo *bottoming*, o calor rejeitado em altas temperaturas gera energia eletromecânica. A maioria das aplicações está centrada nesse segundo processo, uma vez que há maior diversidade de tecnologias disponíveis. A cogeração de energia pode ser mais econômica e segura em comparação com energia elétrica adquirida de empresas distribuidoras.

A cogeração de energia é uma melhoria de processo que leva a redução da emissão de GEE e pode ser aplicada por diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Cogeração

**Indicadores**      • Geração de energia a partir de cogeração (kWh)  
• Emissão de CO<sub>2</sub>e evitada relativas (tCO<sub>2</sub>e/ton) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A cogeração de energia leva a uma redução de emissão de até 40%, quando comparada com a produção sem combinação de calor e energia eletromecânica (Siemens, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Implementação de Catalisadores Mais Eficientes (Q)

**Descrição:** Os catalisadores químicos são substâncias sintéticas ou naturais que conseguem afetar a velocidade de uma determinada reação química, ou seja, ele pode acelerar as que são desejáveis e retardar as indesejáveis. Os catalisadores mais eficientes têm potencial de reduzir o consumo de combustíveis no processo de produção de etileno (utilizado para fabricação do plástico polietileno), de agroquímicos, como o ácido nítrico (utilizado na produção de fertilizantes) e ácido sulfúrico (utilizado para refino de petróleo, baterias e fertilizantes).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Eficiência energética de processos

**Indicadores**      • Redução do consumo de energia de combustíveis fósseis (GWh/litro produzido)  
• Emissão de GEE evitada relativa (CO<sub>2</sub>e/litro produzido) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A implementação de catalisadores mais eficientes leva a uma redução de emissões superiores a 20% (Henriques Junior, 2010; JRC, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Implementação de Pré-aquecedores e Pré-calcinadores (C)

2°C

**Descrição:** Pré-aquecedores e pré-calcinadores são utilizados com a finalidade de utilizar o calor residual em fornos rotativos de clinquerização (via seca), reduzindo o consumo de energia. Ciclones verticais são instalados para que a farinha crua passe em contra-corrente com os gases de exaustão, sendo pré-aquecida e pré-calcinada antes de entrar no forno. Quanto maior o número de estágios, maior a quantidade de calor recuperada.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Recuperação de calor

**Indicadores**      • Redução do consumo de energia por tonelada de cimento (GJ/tonelada)  
• Redução de emissão de GEE por tonelada de cimento (tCO<sub>2</sub>e/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A implementação de pré-aquecedores e pré-calcinadores no processo produtivo de cimento leva a uma redução de emissão de 20% a 37%, quando comparado a processos sem a sua implementação (Henriques Junior, 2010; Summerbell et al, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Lingotamento *Near Shape* (S)

2°C

**Descrição:** O lingotamento é uma etapa de transformação presente tanto na rota integrada como na rota semi-integrada. Nessa etapa, o aço é convertido em placas e tarugos. No processo de lingotamento *near shape*, o metal lingotado evita as etapas de resfriamento e reaquecimento, passando diretamente ao laminador a quente.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Processos industriais mais eficientes

**Indicadores**      • Redução de consumo de energia (kWh/tonelada)  
• Redução de emissões (kgCO<sub>2</sub> /tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      O processo de lingotamento *near shape* leva a uma redução de emissões superiores a 25%, quando comparado com o processo convencional (WSU, 2012).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Motores Elétricos Eficientes

2°C

**Descrição:** A maior eficiência em motores elétricos pode ser alcançada a partir do monitoramento de sistemas existentes em tempo real; da otimização do fluxo volumétrico em sistemas de ventilação e bombeamento; da substituição dos motores convencionais ao final de sua vida útil por motores de alto rendimento; da adequação da carga, evitando o sobre dimensionamento de motores (PBMC, 2014).

A utilização de motores elétricos eficientes é uma melhoria de processo que leva a eficiência energética e, consequentemente, a uma redução da emissão de GEE. É possível aplicar essa tecnologia em diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Processos industriais mais eficientes

**Indicadores**      • Redução do consumo de energia (kWh)  
• Emissão de CO<sub>2</sub>e evitada (tCO<sub>2</sub>e/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A maior eficiência em motores elétricos leva a uma redução de emissão entre 20% e 50%, quando comparado a motores convencionais (PBMC, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Substituição de Clínquer por Adições (C)

2°C

**Descrição:** A produção de clínquer, produto intermediário do cimento, é um dos processos que mais demandam energia nessa indústria. A substituição de clínquer por adições (subprodutos de outros processos produtivos como escória da siderurgia e cinzas de termelétricas) propicia a redução da queima de combustíveis e a emissão do processo de calcinação.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Processos industriais mais eficientes

**Indicadores**      • Redução de emissão de CO<sub>2</sub>/tonelada de cimento produzido e totais (tCO<sub>2</sub>)  
• Redução do % de clínquer no cimento

**Potencial de redução**      A substituição de clínquer por adições leva a uma redução de emissões de cerca de 50% (McKinsey, 2013).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Substituição Inter-energéticos (Óleo/Carvão por Gás Natural)

2°C

**Descrição:** A substituição inter-energéticos consiste na troca de combustíveis fósseis (óleo combustível, coque de petróleo e carvão mineral) por outros com menor fator de emissão de carbono, em especial o gás natural (Henriques Junior, 2010).  
A substituição inter-energéticos pode ser aplicada por diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Excluído – Eficiência de combustíveis fósseis

**Indicadores**      • Redução no consumo de energia (kWh)  
• Redução de emissões relativa (kgCO<sub>2</sub>/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A substituição de combustíveis fósseis por outros com menor fator de emissão de carbono pode levar a uma redução de emissões de cerca de 27% (PBMC, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** Caldeiras de gás natural possuem um tempo de vida útil de 20 a 25 anos, podendo então travar o uso de combustíveis renováveis.  
**Impactos:** N/A.

## Fusão Redutora (S)

NDC

**Descrição:** A fusão redutora consiste no uso da gaseificação do carvão para redução do minério de ferro. O processo é uma alternativa ao alto forno e dispensa a necessidade de produção de coque. Existem diferentes métodos de fusão redutora, entre eles Corex, Oxycup, Tecnoled, Finex, Hlsmet e ITmk3.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Processos industriais mais eficientes

**Indicadores**      • Redução de consumo de energia (kWh/mês);  
• Energia por quantidade de aço produzido (GJ/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A fusão redutora leva uma redução de emissão de até 20% quando comparado ao processo de alto forno (MCTI - Siderurgia, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Isolamento Térmico de Equipamentos Aquecidos

NDC

**Descrição:** A utilização de isolantes térmicos em equipamentos e tubulações aquecidas (ou de fluidos frios) e a instalação de refratários em fornos reduzem o efeito indesejável de perda de calor através de paredes e abóbodas. O isolamento térmico de equipamentos aquecidos é uma melhoria de processo que leva a eficiência energética e, conseqüentemente, a uma redução da emissão de GEE. É possível aplicar a tecnologia em diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Eficiência energética de projetos e sistemas

**Indicadores**      • Redução de consumo de combustível (GJ/tonelada)  
• Redução de emissão de GEE relativa (tCO<sub>2</sub>e/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      O isolamento térmico de equipamentos leva a uma redução de emissões de 3% a 15% (Henriques Junior, 2010).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Melhorias no Processo de Combustão

NDC

**Descrição:** O aumento de eficiência nos processos de combustão é alcançado pela redução do excesso de ar de combustão e também pela redução de produção de fuligem, processos que causam perdas de energia. Existem diferentes possibilidades para alcançar processos de combustão mais eficientes, como a substituição por queimadores de rendimento superior; a combustão em leito fluidizado (combustíveis sólidos); a manutenção adequada de queimadores; a utilização de combustíveis na forma de briquetes, cavacos, chips para aumento da superfície de contato (combustíveis sólidos); a automação (combustíveis líquidos); e o ajuste do nível de combustão para faixa ideal de excesso de ar.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Energia renovável  
**CBI:** Excluído – Eficiência de combustíveis fósseis

**Indicadores**      • Redução no consumo de energia (kWh)  
• Redução de emissões relativa (kgCO<sub>2</sub>/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      Melhorias no processo de combustão levam a uma redução de emissões de 2% a 12%, quando comparado com o processo de combustão sem melhoria (PBMC, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Migração para Indústria 4.0

NDC

**Descrição:** O conceito indústria 4.0 ou Quarta Revolução Industrial está associado a um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico.

As principais tecnologias são: impressão 3D, inteligência artificial, internet das coisas, biologia sintética e sistemas ciber-físicos. Essas tecnologias envolvem, por exemplo, medições acuradas e automação de processos. A introdução dessas tecnologias tem potencial de aumentar a produtividade, bem como reduzir o consumo de energia e de materiais (ABDi).

A migração para indústria 4.0 é uma melhoria de processos que leva a redução da emissão de GEE e pode ser aplicada por diversos setores industriais.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Eficiência energética de projetos e sistemas

**Indicadores**

- Redução no consumo de energia (kWh)
- Redução de emissões relativa (kgCO<sub>2</sub>/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A migração para a Indústria 4.0 tem um potencial de redução de emissões de 15%, quando comparado as indústrias convencionais (CEPI, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Preaquecimento de Sucata (S)

NDC

**Descrição:** O preaquecimento de sucata é um processo aplicável a plantas de rota semi-integrada. O método proporciona redução do consumo de eletricidade nos fornos elétricos a arco.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Produtos, tecnologias e processos de produção ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Processos industriais mais eficientes

**Indicadores**

- Redução de consumo de energia elétrica (kWh/tonelada de aço)
- Redução de emissões relativa (kgCO<sub>2</sub>/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      O preaquecimento de sucata leva a redução de emissão de 4% a 30%, quando comparado a sistemas sem o preaquecimento (MCTIC - Siderurgia, 2017; CETESB, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Recuperação de Calor de Fluidos e Integração de Processos

NDC

**Descrição:** A recuperação de calor de fluidos consiste no aproveitamento de correntes quentes de diferentes fluidos para pré-aquecer outros através da instalação de recuperadores e trocadores de calor. As medidas para recuperar calor incluem aproveitamento de calor em ciclos de refrigeração, pontos de estrangulamento, uso de bombas de calor e outros.

A recuperação de calor de fluidos e integração de processos é uma melhoria de processo que leva a eficiência energética e, conseqüentemente, a uma redução da emissão de GEE. É possível aplicar a tecnologia em diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Recuperação de calor

**Indicadores**      • Redução no consumo de energia (kWh)  
• Emissão de CO<sub>2</sub> evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/tonelada) e totais e (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      O aproveitamento de calor residual presente em processos industriais leva a uma redução de emissão de 6% a 15%, quando comparado com processos industriais tradicionais (Henriques Junior, 2010).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Recuperação de Calor em Fornos

NDC

**Descrição:** A recuperação de calor em fornos pode ser alcançada de duas maneiras: por meio do aproveitamento direto de gases quentes da exaustão e seu direcionamento para outras atividades; ou a partir da instalação de recuperadores de calor para pré-aquecimento do ar de combustão, de cargas ou de fluidos de processo.

A recuperação de calor em fornos é uma melhoria de processo que leva a eficiência energética e, conseqüentemente, a uma redução da emissão de GEE. É possível aplicar a tecnologia em diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Recuperação de calor

**Indicadores**      • Redução no consumo de energia (kWh);  
• Redução de emissões relativa (kgCO<sub>2</sub>/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A recuperação de calor em fornos leva a uma redução de emissões de até 10%, quando comparada aos sistemas que não possuem recuperação de calor (MCTIC, 2015).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Recuperação de Calor em Sistemas de Vapor

NDC

**Descrição:** Sistemas de vapor incluem elementos como caldeira, sistema de distribuição de vapor e sistema de retorno de condensado. Tais componentes são utilizados na indústria para secagem, esterilização, aquecimento simples e também para acionamento eletromecânico. A geração de vapor pode representar até 42% do consumo de combustíveis na indústria. Medidas de uso eficiente de calor nestes sistemas englobam a recuperação de condensado, redução de pressão em caldeiras, otimização de operação de caldeiras, entre outras. (PBMC, 2014).

A recuperação de calor em sistemas de vapor é uma melhoria de processo que leva a eficiência energética e, conseqüentemente, a uma redução da emissão de GEE. É possível aplicar a tecnologia em diversas indústrias.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Eficiência energética  
**CBI:** Indústria – Recuperação de calor

**Indicadores**

- Quantidade de vapor economizado (m<sup>3</sup>)
- Redução no consumo de energia (kWh)
- Emissão de CO<sub>2</sub>e evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/tonelada) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      A recuperação de calor em sistemas de vapor leva a uma redução de emissões de até 20%, quando comparada ao sistema sem recuperação de vapor (PBMC, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Separação por Membranas (Q)

NDC

**Descrição:** Membranas são barreiras semipermeáveis de separação física entre duas fases utilizadas em processos de separação seletiva dos componentes de misturas químicas ou físicas. No setor químico, elas podem ser utilizadas para separação de gases e líquidos, substituindo total ou parcialmente o processo de destilação, que consome quantidade significativa de combustíveis. Essa tecnologia é importante para a produção de plásticos que requerem etano e propeno, bem como para a produção de muitos polímeros, fibras, solventes e aditivos de combustível, que utilizam benzeno.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Indústria Produtos, tecnologias ou processos ecoeficientes  
**CBI:** Indústria – Eficiência energética de processos

**Indicadores**

- Redução do consumo de energia de combustíveis fósseis (GWh/litro produzido)
- Emissão de GEE evitada relativa (CO<sub>2</sub>e/litro produzido) e totais (tCO<sub>2</sub>)

**Potencial de redução**      O uso da tecnologia de separação por membranas pode levar a uma redução de emissões de 17% em separação de gases por membranas quando comparada ao processo convencional (Henriques Junior, 2010).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.





# SANEAMENTO E RESÍDUOS

## Aproveitamento do Biogás (R) (E)

1,5°C

**Descrição:** A emissão de biogás é um processo natural da decomposição de matéria orgânica em condições anaeróbias (sem oxigênio). Aterros sanitários, biodigestores e plantas de tratamentos de efluentes com processos de decomposição anaeróbios podem aproveitar energeticamente esse gás, seja por meio da produção de biometano (também chamado de Bio-GNV) ou pela geração de eletricidade (MCTIC – Resíduos, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Resíduo para energia (em estudo)

**Indicadores**

- Volume de biometano gerado (m<sup>3</sup>)
- Volume de eletricidade gerada (kWh)
- Emissão de GEE evitada relativa (tCO<sub>2</sub> e/litro ou tonelada) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      O Biogás substitui o Gás Natural (GN), no entanto, a emissão de CO<sub>2</sub> de sua queima é considerada neutra por ser originada de matérias orgânicas (Renovabio, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Compostagem (R)

1,5°C

**Descrição:** Compostagem é o processo de decomposição da matéria orgânica animal ou vegetal que gera um composto utilizado para adubação do solo. Por ser um processo aeróbio (com a presença de oxigênio), emite apenas CO<sub>2</sub>, que é reabsorvido durante o crescimento da matéria orgânica.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Atividade para economia circular

**Indicadores**      • Emissão de GEE evitada relativa (tonelada) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      As emissões da compostagem podem ser consideradas neutras (Exame, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Existe um potencial de contaminação do solo por chorume caso não haja aplicação de processos de gestão adequados no uso dessa tecnologia (pouco significativo).



## Tratamento Mecânico Biológico (TMB) (R)

1,5°C

**Descrição:** O Tratamento Mecânico Biológico (TMB) é um pré-tratamento feito em várias etapas para separação dos resíduos sólidos. Os resíduos são fragmentados e peneirados para serem divididos em vários fluxos. Assim, é possível obter uma fração com alto teor calorífico, que pode ser usada como combustível em centrais elétricas movidas a biomassa. Além de uma fração fina, que é transportada para a seção biológica, onde a matéria é tratada através do processo de compostagem. Com isso há uma redução significativa da matéria orgânica e, consequentemente, da atividade biológica nos aterros (Sutco).

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Atividade para economia circular

**Indicadores** • Emissão de GEE evitada relativa (tonelada) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução** As emissões pelo Tratamento Mecânico Biológico podem ser consideradas neutras, visto que parte do material irá substituir o consumo de combustíveis fósseis e outra parte será destinada à compostagem.

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Ampliação da Reciclagem (R)

2°C



**Descrição:** A reciclagem é um conjunto de ações que busca o reaproveitamento de materiais no ciclo produtivo. Para a ampliação da reciclagem é necessária a implantação de sistema de gestão de resíduos sólidos tanto a nível corporativo, como a nível urbano.

Independentemente do nível, essas ações envolvem: coleta seletiva, centros de triagem de resíduos (que pode utilizar equipamentos de triagem automatizados) e usinas para reprocessamento do material (LA ROVERE, 2016; MCTIC – Resíduos, 2017).

Os resíduos reciclados são majoritariamente inertes, tais como plástico, vidro e metal. A única exceção é o papel, que não é inerte e pode emitir CH<sub>4</sub> em sua decomposição se disposto em aterros ou lixões. Nesse sentido, a reciclagem reduz a emissão de GEE, tanto pela menor necessidade de energia requerida para reciclar do que para produzir insumos virgens, como devido a emissão evitada da decomposição do papel.

**Categoria GBP/CBI** **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Atividade para economia circular

**Indicadores** • Emissão de GEE evitada relativa (tonelada) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução** De acordo com estudo realizado em uma cooperativa localizada em Ribeirão Preto, a emissão evitada por tonelada de reciclados em relação a produção de insumo virgem varia de 34% a 77%. Já a emissão evitada pela reciclagem de papel em relação a emissão de CH<sub>4</sub> que esse material poderia ter em aterro varia de 94% a 99% (King, Gutberlet & Silva, 2016). Vale destacar que as ações empresariais direcionadas à isso são vinculadas a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

**Entraves** **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As emissões de transporte podem ser significativas quando os centros de reciclagem estão afastados da atividade geradora do resíduo. Além disso, as cadeias de reciclagem no Brasil envolvem catadores que trabalham de forma irregular e em condições precárias.



## Biorreator de Membrana Anaeróbico (MBR) (E)

2°C

**Descrição:** O Biorreator de Membranas Anaeróbico substitui o processo de decantação utilizado em sistemas convencionais de tratamento de água, pois remove de toda a matéria sólida pela membrana. A combinação das membranas com a digestão anaeróbica resulta na remoção máxima de matéria orgânica e produção de biogás, que pode ser utilizado para geração de energia. Além disso, há uma redução no consumo de energia pelo sistema e no uso de produtos químicos.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Tecnologias e produtos

**Indicadores**                      • Emissão de GEE evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**              O Biorreator de Membrana Anaeróbico leva a uma redução de emissões de cerca de 50%, quando comparado ao sistema convencional (Pretel, 2015).

**Entraves**                              **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Flare Enclausurado (R) (E)

2°C



**Descrição:** *Flare* é um mecanismo de queima de gás inflamável que diminui a emissão de metano de aterros e de Estações de Tratamento de Efluentes (ETE). O Plano Nacional de Resíduos Sólidos demanda que seja implantado um sistema de drenagem com tratamento de gases, porém não requer que esse sistema seja enclausurado. O *flare* enclausurado permite a oxidação completa de gás metano e garante uma maior eficiência no controle de vazamento de gases, quando comparado ao sistema aberto.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Captura de gás em aterro (em estudo)

**Indicadores**                      • Emissão de GEE evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/litro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**              A degradação de biogás de aterros sanitários por *flare* enclausurado leva a uma redução de emissões de até 90%.

**Entraves**                              **Travas temporais:** A implantação de *flare* pode ser uma trava temporal para sistemas que utilizam os gases para produção de energia.  
**Impactos:** N/A.



**Descrição:** O *Flare* Aberto é um queimador no qual a combustão ocorre fora de uma fornalha controlada. Esse tem a finalidade oxidar o metano e os gases geradores de odor provenientes da decomposição anaeróbica de matéria orgânica. O Plano Nacional de Resíduos Sólidos já prevê o tratamento de uma quantidade mínima de gases em aterros, seja por *flare* aberto ou enclausurado, ou para fins energéticos. Esse é um mecanismo bastante comum em aterros sanitários, porém a implantação dessa tecnologia em aterros controlados é mais custosa, porque depende de sistema de captura dos gases (MCTIC – Resíduos, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Prevenção e controle da poluição  
**CBI:** Resíduos, controle da poluição e sequestro – Captura de gás em aterro (em estudo)

**Indicadores**      • Emissão evitada absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Apesar do uso de queimador tipo *flare* aberto levar a uma redução de emissões de até 50%, a sua implantação é uma demanda legal do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

**Entraves**      **Travas temporais:** A implantação de *flare* pode ser uma trava temporal para sistemas que utilizam os gases para produção de energia.  
**Impactos:** N/A.





# TRANSPORTE

## Estação para Abastecimento de Veículos a Hidrogênio (C) (P)

1,5°C

**Descrição:** Uma das principais barreiras para veículos a hidrogênio é a infraestrutura de abastecimento. O armazenamento e abastecimento deve ser feito com alta pressão e baixa temperatura, para que o hidrogênio ocupe um espaço viável. O abastecimento demora cerca de três minutos (*Scientific American*). Para isso, cada estação conta com quatro componentes: recebimento, compressão, armazenamento e abastecimento (*Air Products*). Uma estação para abastecimento de veículos a hidrogênio custa US\$ 1 milhão e demanda entre 18 e 36 meses para ser construída (CEBDS, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**

- Volume de abastecimento (kg)
- Emissão relacionada a produção e transporte do hidrogênio (escopo 3) (tCO<sub>2</sub>e)
- Emissão evitada em relação ao combustível tradicional (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Pode apoiar uma redução próxima a neutralização (acima de 90% em relação a gasolina ou diesel).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Riscos de explosão e incêndios (Union of Concerned Scientist, 2014).

## Estação para Carregamento de Veículos Elétricos (C) (P)

1,5°C

**Descrição:** A infraestrutura para carregamento de veículos elétricos é um dos principais desafios para a ampliação da frota de veículos dessa natureza nas cidades do Brasil. De modo geral, o tempo de abastecimento pode durar entre trinta minutos e dez horas. Sistemas de geração de eletricidade distribuída e redes inteligentes (*Smart Grid*) podem apoiar a recarga, já que esses carros poderiam guardar eletricidade produzida em horário de baixo consumo. Na Europa também estão em teste algumas infraestruturas de carregamento através do contato de veículo com linhas de transmissão. Vale destacar que, devido a matriz elétrica brasileira ser majoritariamente renovável, o uso de veículos eletrificados apresenta uma redução de GEE mais elevada do que em países como Estados Unidos, onde a matriz elétrica é baseada em combustíveis fósseis.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Infraestrutura veículos elétricos (sob definição)

**Indicadores**

- Volume abastecido (KWh)
- Emissão relacionada ao abastecimento (escopo 2) (tCO<sub>2</sub>e)
- Emissão evitada em comparação a outros combustíveis (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Redução suportada por essa tecnologia pode ser significativa (acima de 90%), dependendo da matriz energética nacional.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Estrutura para Uso Público e Privado de Bicicleta (C) (P)

1,5°C

**Descrição:** A estrutura para uso de bicicleta consiste, principalmente, em construção de ciclovias, bicicletários e disponibilização de sistemas que facilitem o uso e compartilhamento de bicicletas.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Transporte de bicicleta

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (gasolina) (litro)
- Emissão evitada (tCO<sub>2</sub>e)
- Redução no número de carros rodando

**Potencial de redução**      Redução de 100% em relação ao carro. Além disso, se 1/8 da população das grandes cidades da América Latina passassem a usar bicicleta como principal meio de transporte, as cidades reduziriam em 8% suas emissões (El País, 2015).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Existe risco de segurança do ciclista (pouco significativo).

## Infraestrutura de Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) (P)

1,5°C

**Descrição:** Os VLTs, como o nome já diz, são veículos sobre trilhos, movidos a eletricidade. Esses veículos já estão em operação em mais de 380 cidades no mundo. No Brasil, dois novos sistemas, no Rio de Janeiro e em Santos, já estão operando.

Diversas cidades têm optado por esse modo, pois sua característica modular permite uma fácil adaptação a cidades médias e grandes. Além disso, seu formato permite o compartilhamento de suas vias com outros modais. Esse é um sistema considerado rápido, confiável, seguro, regular, com pouca poluição sonora e que consome eletricidade da rede que, no Brasil é, principalmente, renovável. Um VLT transposta 600 passageiros por viagem, o que equivale a retirada de 480 carros e 10 ônibus de operação (ANPTrilhos, 2016). Se bem planejado, a capacidade pode ser similar ao metrô com um custo de implantação 79% mais baixo (ANPTrilhos, 2015).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Sistema de trem urbano

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)
- Emissão evitada (tCO<sub>2</sub>e)
- Redução no número de carros rodando

**Potencial de redução**      Acima de 90%, devido a característica renovável da matriz energética brasileira.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Pode aumentar o risco de atropelamento nos centros urbanos (pouco significativo).



## Infraestrutura Ferroviária Eletrificada (C) (P)

1,5°C 

**Descrição:** O sistema de transporte ferroviários pode ser eletrificado, evitando assim o uso de combustíveis fósseis.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Sistemas ferroviários (excluídos se baseados em combustíveis fósseis)

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)
- Emissão evitada (tCO<sub>2e</sub>)
- Redução no número de caminhões/carros rodando

**Potencial de redução**      Além da redução da emissão de GEE pelo uso de ferrovias em relação a rodovias (de 80% a 95%), a eletrificação traz uma redução adicional de 19% a 33%, contando o impacto indireto do consumo de eletricidade (SEEG, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A construção de ferrovias pode causar impactos significativos associados ao desmatamento, ocupação irregulares e reassentamento populacional.

## Infraestrutura para Metrô (P)

1,5°C

**Descrição:** Metrô é um sistema de transporte rápido para passageiros, movido a eletricidade com capacidade e frequência elevada. Além de túneis, sua construção envolve trilhos eletrificados, estações e centro de controles. Comparativamente, os custos e impactos ambientais de construção do metrô são maiores que o do BRT e VLT, mesmo que a capacidade possa ser similar (CEBDS,2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Sistema de trem urbano

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)
- Emissão evitada (tCO<sub>2e</sub>)
- Redução no número de carros rodando

**Potencial de redução**      O metrô reduz em 87% a emissão de CO<sub>2e</sub>/km.passageiro em relação ao ônibus e 98% em relação ao carro (IPEA, 2011).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Contaminação de água, solo e ruídos durante as obras para construção de metrô (pouco significativo).

## Veículos a Etanol de Cana-de-Açúcar e/ou Biogás (C) (P)

1,5°C 

**Descrição:** O uso de etanol de cana-de-açúcar e biogás em motores de combustão interna é visto como uma solução para uma economia de baixo carbono para automóveis, apesar de também já ser utilizada em transporte de cargas.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos a combustível alternativo

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e total (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      O uso de biogás pode neutralizar as emissões dos veículos. No caso do etanol, a redução da emissão é significativa (acima de 90%) porém não neutra, devido a energia demandada na produção.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** O etanol apresenta riscos relacionados a mudança do uso do solo.



## Veículo com Células de Hidrogênio (C) (P)

1,5°C

**Descrição:** Veículos a células a hidrogênio são movidos a motores elétricos que são abastecidos por uma pilha a combustível que gera energia elétrica a partir do hidrogênio. A vantagem desse frente aos veículos abastecidos com energia elétrica é, principalmente, o tempo de abastecimento mais baixo (Carro Elétrico, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos a combustível alternativo

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Tem potencial de neutralizar a emissão de GEE.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Veículos Elétricos (C) (P)

1,5°C



**Descrição:** Veículos elétricos possuem motores que são abastecidos por baterias elétricas com grande capacidade de armazenamento e dispensam motores a combustão. Atualmente, já é possível encontrar automóveis, caminhões e barcos movidos, exclusivamente, por eletricidade.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos elétricos

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Redução suportada por essa tecnologia pode ser significativa (acima de 90%), dependendo da matriz energética nacional.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As baterias desses carros contêm lítio, que pode apresentar impacto significativo tanto na etapa de mineração, quanto na etapa de pós-consumo.



## Veículos Híbridos Elétrico e Etanol (C) (P)

1,5°C 

**Descrição:** Veículos Híbridos Elétrico e Etanol possuem motor abastecido a eletricidade, associado a outro motor que gera eletricidade a partir do etanol. Em geral, esses veículos estão associados a outras medidas de eficiência como: sistema de carregamento de baterias com a energia de parada (travagem regenerativa), sistema stop-start (que desliga o motor quando o veículo para e volta a ligar para andar), implementos aerodinâmicos, pneus de baixa resistência ao rolamento e peso reduzidos (CEBDS, 2017).

### Categoria GBP/CBI

**GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos elétricos

### Indicadores

- Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

### Potencial de redução

Redução suportada por essa tecnologia pode ser significativa (acima de 90%), dependendo da matriz energética nacional.

### Entraves

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As baterias desses carros contêm lítio, que pode apresentar impacto significativo tanto na etapa de mineração, quanto na etapa de pós-consumo. Os biocombustíveis apresentam riscos relacionados a mudança do uso do solo.



## Infraestrutura Aquaviária (C) (P)

2°C 

**Descrição:** O sistema de transporte aquaviário abrange cabotagem (transporte marítimo) e navegação interior. Em 2016, esse sistema foi responsável por transportar 920,24 milhões de toneladas de produtos. A infraestrutura para cabotagem é constituída, basicamente, de portos. No Brasil a expansão da cabotagem está associada, em grande parte, à logística de atividades de petróleo. Já para navegação de interior, além de portos, é necessário, muitas vezes, obras para melhorar ou até mesmo para possibilitar o fluxo de navios em determinadas hidrovias, que passam a ser chamadas de hidrovias melhoradas e hidrovias artificiais, respectivamente (Ministério dos Transportes, 2017). No Brasil, esse modal utiliza, principalmente, diesel marítimo. Além disso, muitas das infraestruturas hidroviárias nacionais são destinadas exclusivamente ao transporte combustíveis fósseis, o que torna o projeto inelegível a emissão Títulos Verdes.

### Categoria GBP/CBI

**GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

### Indicadores

- Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)
- Redução no número de caminhões rodando

### Potencial de redução

Em comparação com o transporte rodoviário que utiliza combustíveis fósseis, a hidrovia pode trazer uma redução de emissão de 80% a 95% por tonelada transportada por km (SEEG, 2016).

### Entraves

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** A construção de hidrovias pode impactar significativamente bacias hidrográficas.

**Descrição:** O BRT (*Bus Rapid Transit*), ou Transporte Rápido por Ônibus, é um sistema de transporte coletivo de passageiros que inclui, entre outras estruturas, forma de pagamento prévio, ônibus articulados, pistas exclusivas de deslocamento, estações fechadas, centro de controle operacional para monitorar a frota via GPS e comunicação precisa para o usuário (BRT Brasil). Se bem planejado a capacidade pode ser similar ao metrô com um custo de implantação 90% mais baixo (CEBDS, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Ônibus de Trânsito Rápido (*Bus Rapid Transit - BRT*)

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)  
 • Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)  
 • Redução no número de carros rodando

**Potencial de redução**      O BRT reduz em 93% a emissão de CO<sub>2e</sub>/km por passageiro em relação ao carro e 50% em relação ao ônibus regular. Estudos mostram que a maior parte dos usuários do BRT utilizavam, anteriormente, ônibus tradicional (Oliveira et al, 2014).

**Entraves**      **Travas temporais:** A implantação de BRT pode ser uma trava temporal para sistemas de transporte eletrificados.  
**Impactos:** N/A.

Infraestrutura de Integração Intermodal (C)

**Descrição:** Como o próprio nome já diz, a integração intermodal significa transportar uma mesma carga por mais de um modo (rodoviário, ferroviário, aquático ou aeroviário). Ele acontece, em geral, quando uma carga deixa de ser transportada apenas por modo rodoviário e passa a ser transportada também por modo aquático ou ferroviário, uma vez que esses transportes são alimentados e/ou escoados pelo modo rodoviário.

As tecnologias utilizadas variam dependendo da integração. Por exemplo, para integração do modo ferroviário, existem três tecnologias que podem ser utilizadas para carga: I) *Container on flatcar* (COFC) que consiste em colocar o contêiner em cima do trem através de equipamentos de movimentação em terminais rodoferroviários; II) *Trailer on flatcar* (TOFC) que coloca uma carreta em cima de um trem adaptado para esse fim; ou III) *Car less* que adapta a carreta para que ela seja acoplada em um vagão adaptado (ILOS, 2000).

O transporte hidroviário está mais habituado com a integração com o sistema rodoviário, mesmo assim, para melhorar a integração, esse deve investir em sistemas de automação e eletrificação, que ajudem a otimizar o aumento da movimentação de carga (ABB, 2017). O investimento de rodovias para acesso ao porto também pode ajudar nessa integração.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)  
 • Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)  
 • Redução no número de caminhões rodando

**Potencial de redução**      Suporte a redução de 80% a 95% dos modais ferroviários e hidroviários km (SEEG, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Infraestrutura Ferroviária a Óleo Diesel (C) (P)

2°C  

**Descrição:** O sistema de transporte ferroviário abrange terminais, linhas férreas e trens. Em 2016, esse transporte foi responsável por movimentar 503,8 milhões de toneladas de produtos. As principais cargas transportadas são: minério de ferro (78%), produtos agrícolas e graneis (9,5%) e outros (11,6). No Brasil, a malha instalada é movida, apenas, por óleo diesel (Ministério dos Transportes, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Excluídos – Transporte ferroviário se baseado em combustíveis fósseis

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)
- Redução no número de caminhões rodando

**Potencial de redução**

Em comparação com o transporte rodoviário, que utiliza combustíveis fósseis, a ferrovia pode trazer uma redução de emissão de 80% a 95% por tonelada transportada por km (SEEG, 2016).

**Entraves**

**Travas temporais:** O tempo de vida útil de uma ferrovia é longo (acima de 20 anos), então se ela for construída para locomotivas a óleo diesel, pode ser um entrave para ferrovias eletrificadas, que são mais eficientes e emitem menos GEE.  
**Impactos:** A construção de ferrovias pode causar impactos significativos associados a desmatamento, ocupação irregulares e reassentamento populacional.



## Motor a Diesel com Aditivo a Hidrogênio (C) (P)

2°C

**Descrição:** Essa tecnologia consiste na instalação de um implemento adicional ao motor que produz hidrogênio por meio de eletrólise. Esse hidrogênio é inserido no motor a combustão junto com o diesel, aumentando a eficiência do combustível (Entrevista com Jurandir Arrua – Especialista).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos eficientes

**Indicadores**

- Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**

Testes realizados no Brasil mostram uma redução de 30% no consumo de combustíveis. Fora do Brasil os resultados atingem 50% (Entrevista com Jurandir Arrua – Especialista).

**Entraves**

**Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Veículos de Carga 100% a Biocombustível (C)

2°C



**Descrição:** O uso apenas de biocombustível pode ser uma alternativa para redução de emissão em vários modais como: ônibus e caminhões (biodiesel), trens (biodiesel), aviação (bioquerosene) e navios (biodiesel marinho).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos a combustível alternativo  
(Aviação movida a biocombustíveis)

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (diesel) (litro/km.ton)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Devido a forma com que o biodiesel é queimado, a redução de emissão não atinge 90%, como é o caso do etanol utilizado em carros (Entrevista com FGV Energia).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Os biocombustíveis apresentam riscos relacionados a mudança do uso do solo.

## Veículos Híbridos Elétrico e Combustível Fóssil (C) (P)

2°C



**Descrição:** Veículos híbridos possuem motor a eletricidade, associado a outro que gera eletricidade a partir de combustíveis fósseis. Em geral, esses veículos estão associados a outras medidas de eficiência como: sistema de carregamento de baterias com a energia de parada (travagem regenerativa), sistema *stop-start* (que desliga o motor quando o veículo para e volta a ligar para andar), implementos aerodinâmicos, pneus de baixa resistência ao rolamento e peso reduzidos (CEBDS, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos eficientes

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Esses veículos podem trazer uma redução de 25% a 30% na emissão de GEE (McKinsey, 2013).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** As baterias desses carros contêm lítio, que pode apresentar impacto significativo tanto na etapa de mineração, quanto na etapa de pós-consumo.

## Faixa Exclusiva de Ônibus Urbanos (P)

NDC

**Descrição:** Faixa exclusiva de ônibus urbanos, como o nome mesmo diz, é uma faixa onde apenas podem se movimentar ônibus. Apesar de não ter uma alteração na combustão, o aumento da velocidade diminui a intensidade de emissão por quilometro rodado.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (diesel) (litro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)  
• Redução no número de carros rodando

**Potencial de redução**      De acordo com estudo feito em São Paulo, os corredores de ônibus reduziram em 5% a emissão de GEE (Estadão, 2016).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Frota Aérea Eficiente (C) (P)

NDC

**Descrição:** As melhorias tecnológicas que levam a redução de emissão do setor de aviação incluem melhorias aerodinâmicas (ex. *winglets riblet*), redução do peso da cabine, *retrofit* ou troca de motor, substituição de frota e design com velocidade reduzida.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**      • Redução de consumo de combustível (querosene de aviação) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Essas ações reduzem cerca de 15% das emissões do consumo de combustíveis e representam 35% do potencial de redução do setor (McKinsey, 2013).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Infraestrutura e Gestão Aeroviária (C) (P)

NDC

**Descrição:** Algumas ações para que a infraestrutura aeroviária aumente sua eficiência, incluem: gestão do tráfego aéreo (ex. sistemas de navegação por satélite), redesenho do espaço aéreo, uso flexível de espaço aéreo militar e melhorias no rastreamento de voo (McKinsey, 2013).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Logística de transporte

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (querosene)(litro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Essas ações podem ser responsáveis por 15% do potencial de redução do setor (McKinsey, 2013).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Navios Eficientes (C) (P)

NDC

**Descrição:** O transporte hidroviário pode aumentar sua eficiência com diversas ações, entre elas: aumento da ocupação dos navios, redução da velocidade, aumento da dimensão dos navios, redução do peso dos navios, melhorias hidrodinâmicas (forma do casco, hélices feitas sob medida, sistema de revestimento e instalação de flaps/pranchas traseiras que aumentam a estabilidade), instalação de sistema de recuperação de calor e uso de motores mais eficientes (ex. motores múltiplos).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**      • Redução de consumo de combustível (óleo diesel marinho)(litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada: tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro

**Potencial de redução**      Essas ações representam 15% do potencial de redução de emissões do transporte marítimo até 2030 e 5% do potencial de redução da navegação de interior (McKinsey, 2013).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Sistemas Inteligentes de Transporte (SIT) (C) (P)

NDC

**Descrição:** Sistemas Inteligentes de Transportes são tecnologias que aumentam a segurança e eficiência do transporte, além de reduzir congestionamentos e custos de locomoção. Entre os dispositivos que podem compor esse sistema estão: GPS para monitoramento da posição geográfica dos veículos, sistema de informação de uso dos veículos, gestão da frota por sensores de telemetria, comunicação entre os veículos e as centrais e software de bilhetagem eletrônica (em caso de transporte público) (Oliveira & D'Agosto, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Logística de transporte

**Indicadores**

- Aumento percentual da capacidade ocupada de carga (%)
- Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Os SIT podem reduzir em cerca de 10% as emissões do sistema de transporte (CEBDS, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.

## Trens Eficientes (C) (P)

NDC

**Descrição:** Os trens, mesmo movidos a combustíveis fósseis, podem ganhar eficiência com as seguintes ações: melhorias no sistema de propulsão, frenagem regenerativa (com recuperação da energia) ou uso de freios pneumáticos controlados eletronicamente, aperfeiçoamento e manutenção do motor, melhorias aerodinâmicas, redução do peso das locomotivas, controle e automação de processos que reduzam congestionamento e tempo de operação em marcha lenta (CEBDS, 2017).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A ou Transporte – Sistemas ferroviários (para infraestrutura eletrificada)

**Indicadores**

- Redução de consumo de combustível (diesel) (litro/km.ton ou passageiro)
- Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      Essas alternativas podem trazer uma redução de 15% a 30% no consumo de combustível e, por sua vez, uma redução proporcional de emissão de GEE (CEBDS, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



## Veículos a Combustíveis Mistos – Gasolina e Etanol ou GNV e Querosene e Bioquerosene (C) (P)



**Descrição:** Existem veículos, de fábrica ou adaptados, que estão aptos a usar mais de um combustível para o funcionamento do motor a combustão interna. No Brasil, os carros *Flex* (etanol e gasolina) são amplamente utilizados, assim como veículos a GNV e gasolina. Também estão em teste aviões que misturam querosene e bioquerosene de aviação.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos eficientes

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      A redução é variável, dependendo do volume de combustível alternativo utilizado, mas as entrevistas mostraram que as misturas costumam atingir níveis de redução de emissões próximos a 20%.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Os biocombustíveis apresentam riscos relacionados a mudança do uso do solo. Além disso, os motores *flex* são menos eficientes do que os dedicados.

## Veículos a Etanol de Milho (C) (P)



**Descrição:** O uso de etanol de milho em motores de combustão interna é visto como uma solução para uma economia de baixo carbono para automóveis. O etanol de milho apresenta uma redução de emissões menor quando comparado com o de cana-de-açúcar.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte - Veículos a combustível alternativo

**Indicadores**      • Consumo de combustível evitado (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2e</sub>/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2e</sub>)

**Potencial de redução**      O etanol de milho apresenta potencial de reduzir em 19% as emissões de GEE quando comparado com a gasolina (FGV, 2017).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** O etanol de milho apresenta riscos relacionados a mudança do uso do solo.



## Veículos a Gás Natural Veicular (GNV) (C) (P)

NDC

**Descrição:** O uso de motores movidos a GNV já é amplamente utilizado em veículos rodoviários e está sendo estudado para aviões.

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** N/A

**Indicadores**      • Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      Testes mostram uma redução de emissão de GEE entre 6% e 20% por tonelada transportada (Entrevista Scania e Unilever).

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** Existem riscos de explosão associados a extração e transporte de gás natural (pouco significativo).



## Veículos Rodoviários Eficientes (C) (P)

NDC

**Descrição:** Os veículos rodoviários podem se tornar mais eficientes por meio de melhorias no sistema de transmissão e em outros componentes, diminuição de peso e melhorias aerodinâmicas dos veículos e ações de gestão e capacitação.

Veículos leves à gasolina podem reduzir suas emissões com comando variável de válvulas (8%); redução de resistência no motor (4%); redução do tamanho dos motores com ganho de potência e eficiência (também chamado de *downsizing*) (12%); e motores de injeção direta homogênea no motor (4%). Ações que vão além da eficiência dos motores incluem: pneus de baixa resistência ao rolamento (2%), sistema de controle da pressão em pneus (1%), redução de peso do veículo (6%), melhorias aerodinâmicas (1% a 2%), sistema *stop-start* (que desliga o motor quando o veículo para e volta a ligar para o carro andar), sistema com travagem regenerativa (que armazena a energia de parada em baterias); pneus radiais e eletrificação de acessórios.

Veículos médios e pesados podem reduzir suas emissões com: pneus de baixa resistência ao rolamento (3%); melhorias aerodinâmicas (1%); e motores híbridos leves (motor elétrico substitui, ao mesmo tempo, o motor de arranque, o alternador e o "Start-Stop") (7%) (McKinsey, 2013).

**Categoria GBP/CBI**      **GBP:** Transporte limpo  
**CBI:** Transporte – Veículos eficientes

**Indicadores**      • Redução de consumo de combustível (gasolina/diesel) (litro/km.ton ou passageiro)  
• Emissão evitada relativa (tCO<sub>2</sub>e/km.ton ou passageiro) e absoluta (tCO<sub>2</sub>e)

**Potencial de redução**      O potencial de redução varia de 1% a 30% dependendo do tipo de veículo e uso de mais de uma tecnologia acumulada.

**Entraves**      **Travas temporais:** N/A.  
**Impactos:** N/A.



[WWW.SITAWI.NET](http://WWW.SITAWI.NET)