

ATENÇÃO!

Este documento destina-se estritamente aos membros do Comitê de Acompanhamento do Projeto Siderurgia Sustentável (BRA/14/G31) e de sua assessoria técnica.

A leitura, exame, retransmissão, divulgação, distribuição, cópia ou outro uso deste arquivo, ou ainda a tomada de qualquer ação baseada nas informações aqui contidas, por pessoas ou entidades que não sejam o(s) destinatário(s), constitui obtenção de dados por meio ilícito e configura ofensa ao Art.5º, inciso XII, da Constituição Federal.

Metodologia MRV

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

**PRODUTO 3: Metodologia de Mensuração, Relato e
Verificação (MRV) para o setor de ferro-gusa, aço e
ferroligas**

Marcelo Theoto Rocha

16 de fevereiro de 18

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Índice

INTRODUÇÃO	4
OBJETIVOS.....	4
METODOLOGIA.....	6
CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MRV PARA O PROJETO SIDERURGIA SUSTENTÁVEL	14
Cluster de MRV - Rendimento Gravimétrico	14
Cluster de MRV – Queimadores.....	23
Cluster de MRV – Troca de combustíveis.....	29
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
BIBLIOGRAFIA	39
ANEXOS.....	41
Anexo I – Planilhas para registro das emissões de gases de efeito estufa mensuradas nas unidades produtivas apoiadas pelo Projeto Siderurgia Sustentável	41
Anexo II - Premissas e incertezas associadas a um sistema MRV	44
Anexo III - Fontes de dados: lista com relação completa das fontes de informação utilizadas para cálculo das emissões de GEE desagregadas por cluster	48
Anexo IV - Sugestão de simplificação de critérios de monitoramento de emissões de Metano, no escopo da metodologia consolidada de MDL ACM0021, para aplicação no âmbito do Programa Siderurgia Sustentável.....	59
Anexo V - Glossário dos principais termos utilizados nos clusters de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável	62

Tabelas

Tabela 1– Empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017	10
Tabela 2– Fator de emissão do metano na linha de base das empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017	16
Tabela 3– Fator de emissão indicativo do metano nas atividades de projeto das empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017	18

INTRODUÇÃO

A Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, em sua sigla em inglês) tem utilizado diferentes **metodologias e/ou sistemas para a mensuração, relato e verificação (MRV)** de seus instrumentos para **ações/atividades de mitigação**.

Para o “modelo de pagamento por resultados” previsto no **Projeto Siderurgia Sustentável (BRA/14/G31)**, torna-se necessário que a metodologia/sistema de MRV seja capaz de auxiliar na identificação e quantificação da redução de emissão de gases de efeito estufa associada a um determinado processo industrial e/ou tecnologia (como por exemplo, a substituição de um alto-forno e/ou a implementação de um sistema de abatimento de metano). Desta forma, os sistemas de MRV desenvolvidos para atividades de projeto de mitigação, como o caso do **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)**¹, são mais adequados para quantificar as reduções de emissão de gases de efeito estufa alcançadas pelos agentes do setor siderúrgico (produção de ferro-gusa, aço e ferroligas) por meio da produção e do uso do carvão vegetal como agente termorredutor.

A construção da metodologia/sistema de MRV para o Projeto Siderurgia Sustentável, com base nas metodologias do MDL, deve garantir que as reduções de emissões de GEE mensuradas, relatadas e verificadas sejam reais. Além disso, a metodologia/sistema deve ser facilmente compreendida e aceita não apenas pelos seus usuários diretos, como também por outros atores interessados em acompanhar os resultados das ações/atividades. Finalmente os custos de implementação e operação do sistema e/ou metodologia não devem inviabilizar o seu uso contínuo e eficaz.

OBJETIVOS

¹ Para maiores informações sobre o MDL consulte: <http://cdm.unfccc.int>

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Objetivo geral da consultoria: Elaborar uma proposta de metodologia para Mensuração, Relato e Verificação (MRV) da redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE) alcançada pelos agentes do setor siderúrgico (produção de ferro-gusa, aço e ferroligas) com a produção e o uso do carvão vegetal como agente termorreduzidor.

Objetivos específicos do Produto:

- i. Apresentar proposta de metodologia de mensuração, relato e verificação (MRV) a ser utilizada para monitoramento de emissões de GEE no setor siderúrgico (ferro-gusa, aço e ferroligas) com uso de carvão vegetal, em conformidade com modalidades da UNFCCC e as diretrizes do IPCC.

METODOLOGIA

Esta seção apresenta resumidamente as ações desenvolvidas para a elaboração do trabalho aqui apresentado.

A fim de atender as exigências mínimas necessárias para um sistema de MRV, realizou-se (no Produto 1 desta consultoria) um levantamento e a análise crítica das metodologias de MRV, em particular aquelas associadas ao MDL, aplicadas tanto à produção de carvão vegetal de origem renovável quanto ao seu uso como termorreduzidor na indústria de ferro-gusa, aço e ferroligas.

Entre os objetivos deste levantamento e análise crítica, destaca-se a identificação das **características estruturantes desejáveis em um sistema MRV**. Em razão do estado da arte dos sistemas/metodologias de MRV em elaboração, implantação e execução, no Brasil e no exterior, voltados ao setor siderúrgico em geral e à produção de carvão vegetal, foram identificadas as seguintes características estruturantes (pp. 54-55 do Produto 1 da consultoria):

1. **Uso de conhecimento e metodologias reconhecidas internacionalmente** que garantam que as reduções de emissões de GEE sejam reais, mensuráveis e verificáveis. Conforme identificado no Produto 1, até a presente data apenas o MDL possuía metodologias aplicáveis à produção e ao uso do carvão vegetal como agente termorreduzidor: **ACM0021, AM0082, AMS-III.K e AMS-III.BG²** (pp. 16-41);
2. **Delimitação das “fronteiras do sistema de MRV”, a partir de clusters de mitigação**, a fim de reduzir o custo e o tempo dispendido para o MRV. A proposta de *clusters*³ foi apresentada e discutida com o Comitê de Acompanhamento do Projeto Siderurgia Sustentável (CAPSidSus),

² Disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

³ Por *clusters* entendem-se tipos de atividades de mitigação com características semelhantes que permitam a aplicação de uma única metodologia de monitoramento (pp. 57 do Produto 1 da consultoria).

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

salientando-se os principais benefícios de tal abordagem: menor custo de desenvolvimento e implementação, maior efetividade e adequação à limitação de tempo do Projeto;

3. **Implementação em fases**, para atender as necessidades de curto, médio e longo prazo. Diante das obrigações do Brasil frente aos requisitos de MRV da UNFCCC, e em particular em relação ao Acordo de Paris, foram identificadas 3 fases (pp. 59 do Produto 1 da consultoria):

i. **Fase inicial (2017 a 2019)**: visando atender as necessidades de MRV das atividades de mitigação que serão selecionadas no edital do Projeto Siderurgia Sustentável (Edital JOF - 0191/2017⁴). **A proposta de metodologia de MRV apresentada tem como objetivo atender às necessidades desta fase inicial;**

ii. **Fase intermediária (2018 a 2020)**: visando incorporar as necessidades de MRV da “estrutura fortalecida de transparência para ação e apoio” do Acordo de Paris;

iii. **Fase final (após 2020)**: visando incorporar as necessidades de MRV do componente de siderurgia sustentável na Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC, em sua sigla em inglês) do Brasil para o Acordo de Paris;

4. **Aplicação de um modelo de negócio que permita sua sustentabilidade econômica**. Conforme detalhado no Produto 1 desta consultoria (pp. 60-61), a princípio, dois modelos de negócio poderiam ser utilizados para o sistema de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável: no Modelo A, “onde cada tonelada de gás de efeito estufa reduzida seria mensurada, relatada e verificada em cada uma das atividades financiadas pelo Projeto Siderurgia Sustentável, seguindo a abordagem tradicional do MDL”; já no Modelo B, “as toneladas de gases de efeito estufa reduzidas seriam mensuradas a partir de linhas de base padrão a serem determinadas para diferentes

⁴ Disponível em: <http://www.un.org.br/licitacoes/Home/Licitacoes>

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

clusters de mitigação (a serem elaborados com base nas metodologias de MDL).”

Além das características estruturantes listadas acima, também foram identificados **princípios inspirados nas diretrizes e metodologias do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2006)** que deveriam nortear a metodologia de MRV para o Projeto Siderurgia Sustentável (pp. 44-45 do Produto 1 da consultoria):

- i. **Transparência:** os dados, as informações e resultados devem ser apresentados de forma suficientemente clara, a fim de permitir que indivíduos que não estejam diretamente envolvidos com as ações de mitigação possam compreender como as ações foram implementadas e quais os resultados obtidos;
- ii. **Precisão (*Accuracy*):** os resultados devem ser suficientemente precisos, para permitir que as estimativas das reduções de emissões não estejam sistematicamente acima ou abaixo do valor real, até onde se pode julgar, sendo que as incertezas devem ser reduzidas tanto quanto possível;
- iii. **Completo:** todas as ações de mitigação são mensuradas e reportadas;
- iv. **Comparabilidade:** são empregadas metodologias e procedimentos que permitem a comparação de ações de mitigação semelhantes;
- v. **Consistência:** as metodologias e procedimentos são consistentes ao longo do tempo.

A **proposta metodológica para a construção da metodologia de MRV para o Projeto Siderurgia Sustentável** (apresentada no Produto 2 da consultoria), levou em consideração as principais conclusões e recomendações do Produto 1 (listadas anteriormente) e subsídios coletados entre os principais agentes e partes interessadas do setor de ferro-gusa, aço e ferroligas do Brasil durante as seguintes atividades:

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

1. Reunião realizada no dia 14 de julho de 2017 na sede da FIEMG em Belo Horizonte, onde estiveram presentes representantes de empresas privadas; entidades de classe; Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC); Ministério do Meio Ambiente (MMA); e Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD)⁵;
2. Reuniões específicas, realizadas entre os dias 28 e 30 de novembro de 2017 em Belo Horizonte, com as empresas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017 para propostas técnicas para produção sustentável de carvão vegetal e seu uso nas indústrias de ferro-gusa, aço e ferroligas (Tabela 1).

⁵ A lista completa de participantes encontra-se disponível no Produto 2 da consultoria.

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Tabela 1- Empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017

Empresa	Objetivo da proposta selecionada	Linha de base informada na proposta	Redução de emissão esperada informada na proposta	Metodologia MDL informada na proposta ⁶
ArcelorMittal	"... aumentar o rendimento gravimétrico do processo para faixas próximos ou superiores a 35%"	RG 28,5% 0,0715 t CH ₄ /tCV	RG 34,17% 0,0488 t CH ₄ /tCV	ACM0021
ArcelorMittal	"... instalação e operação de queimadores de efluentes gasosos resultantes dos fornos instalados nas quatro Unidades de Produção de Energia"	RG 34,17% 276.770 t CO ₂ e/ano	RG 34,17% 513 kg CO ₂ e/tCV	ACM0021
Biocarbono	"Aumentar em 30% a capacidade de produção ... com o mesmo maciço de florestas de eucalipto ... passando de um rendimento gravimétrico de 26% a 34%"	RG 26% 1.208 kg CO ₂ e/tCV	RG 34% 527 kg CO ₂ e/tCV	ACM0021
PCE	"Mostrar um equipamento industrial eficiente para a produção de carvão vegetal atingindo um valor mínimo proposto de rendimento gravimétrico (RG) de 36%"	RG 29,19% 997,5 kg CO ₂ e/tCV	RG 36% 447,3 kg CO ₂ e/tCV	ACM0021
Plantar	"...desenvolver tecnologias necessárias ao processo de carbonização capazes de permitir a obtenção de um rendimento mínimo de 35% em rendimento gravimétrico" e instalação de um "queimador central"	RG 26% 57,5 kg CH ₄ /tCV	RG 35% 29,3 kg CH ₄ /tCV	AM0041*
RIMA	"...A linha de base para o rendimento gravimétrico da planta FCR em operação é de 32%, o índice de rendimento gravimétrico esperado é de 35%, como média"	RG 24,83% 0,0555 t CH ₄ /tCV	RG 35% 0,0301 t CH ₄ /tCV	AM0041

⁶ Disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved>

Metodologia MRV

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Vallourec	"... expandir a taxa de substituição de 72% para 79% de carvão vegetal em relação a soma de energias de carvão e gás natural no queimador principal do forno rotativo"	6,7 Nm ³ de gás natural / t pelota	25,4% no consumo de gás natural	AMS-III-AS**
------------------	--	---	---------------------------------	--------------

OBS:

* A empresa Plantar confirmou durante a reunião realizada que utilizou a metodologia AM0041 (antecessora a ACM0021) para o cálculo da linha de base.

** A empresa Vallourec confirmou durante a reunião realizada que poderia utilizar a metodologia AMS-III-AS para o cálculo da linha de base.

*** A empresa Meloe foi também selecionada no Edital, porém a mesma formalizou sua desistência do processo licitatório no dia 13 de dezembro de 2017.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Visando atender às necessidades de MRV das atividades de mitigação que foram selecionadas no edital do Projeto Siderurgia Sustentável (Fase inicial de 2017 a 2019) e levando em consideração as características estruturantes do sistema de MRV, os seguintes passos foram tomados para a construção da metodologia de MRV:

1. Definição dos **clusters de mitigação**. Em razão do resultado do Edital para seleção de propostas técnicas para produção sustentável de carvão vegetal e seu uso nas indústrias de ferro-gusa, aço e ferroligas (Tabela 1), foi possível identificar os seguintes clusters de mitigação:
 - a. **Aumento do rendimento gravimétrico**, onde as reduções de emissão serão obtidas através de um maior aproveitamento da madeira seca em relação ao carvão produzido, resultando portanto em uma menor emissão de GEE;
 - b. **Instalação de “queimadores”**, onde as reduções de emissão serão obtidas pela queima do CH₄ emitido durante o processo de carbonização; e
 - c. **Troca de combustíveis**, onde as reduções de emissão serão obtidas pela troca de combustíveis fósseis (não renováveis) pelo uso de combustíveis renováveis (e.g. pó de carvão vegetal).
2. Determinação de **linhas de base padrão**⁷ para cada um dos clusters de mitigação, com base nas metodologias de linha de base e de monitoramento do MDL (i.e. ACM0021, AM0082, AMS-III.K e AMS-III.BG)⁸.
3. Elaboração de **clusters de MRV** para cada um dos clusters de mitigação, conforme descrito a seguir. Todos os clusters de MRV tem como base para cálculo das reduções de emissão a abordagem padrão do MDL:

$$RE = LB - EPA - VAZ \quad \text{(Equação 1)}$$

⁷ Por linha de base padrão entende-se uma linha de base para uma determinada tecnologia e/ou atividade econômica que se aplica para todas as atividades de mitigação que utilizam esta tecnologia e/ou exercem a mesma atividade econômica. Em outras palavras, as emissões de GEE na ausência da atividade de mitigação são as mesmas em todas as atividades de mitigação, não sendo necessário que cada atividade estime suas próprias emissões.

⁸ Disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/index.html>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Onde:

RE: reduções (ou remoções) de emissões de GEE (toneladas de CO₂ equivalente).

LB: emissões (ou remoções) de GEE que ocorreriam na linha de base.

EPA: emissões (ou remoções) de GEE decorrentes do programa e/ou atividades.

VAZ: emissões de GEE decorrentes de possíveis vazamentos (fugas).

A **linha de base (LB)** é definida como a situação atual e/ou o cenário mais plausível na ausência de implementação da ação e/ou atividade. As emissões/remoções de GEE decorrentes da ação e/ou atividade (**EPA**) são aquelas que ocorrem durante a execução da ação e/ou atividade. Os **vazamentos (VAZ)** são emissões que por ventura possam ocorrer devido ao deslocamento de atividades para fora da área de influência da ação e/ou atividade.

CONCEPÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE MRV PARA O PROJETO SIDERURGIA SUSTENTÁVEL

Esta seção apresenta a descrição da metodologia (i.e. os clusters) para a implementação e manutenção de um sistema MRV para o setor de ferro-gusa, aço e ferroligas.

Cluster de MRV - Rendimento Gravimétrico

Cluster de mitigação - Rendimento Gravimétrico: a atividade de mitigação se baseia em inovação tecnológica e de processo na produção de carvão vegetal, que reduz as emissões de metano (CH₄) e aumenta o rendimento gravimétrico, expresso pela relação entre o peso do carvão produzido e o peso da madeira utilizada, todos medidos em base seca. Neste cluster não estão incluídas unidades de abatimento de metano.

Metodologias de linha de base e de monitoramento do MDL utilizadas como referências para o desenvolvimento do cluster⁹:

“ACM0021 - Reduction of emissions from charcoal production by improved kiln design and/or abatement of methane”.

“AM0041 - Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production”

Linha de base padrão: o fator de emissão da linha de base se baseia na média ponderada do rendimento gravimétrico (Y_{BL}) das atividades de carbonização

⁹ Foram introduzidas simplificações quando as mesmas não afetariam a integridade ambiental dos resultados. As metodologias originais estão disponíveis em:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/AA1T5PNLA4SMCJA2OQK9XRTC08BA6J>
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/B2SCH5WZLQYHTVSHQ4BIADM CBQ1P9U>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

antes da implementação da atividade de mitigação. O total das emissões de linha de base (toneladas de CO₂ equivalentes) pode ser determinado multiplicando o fator de emissões da linha de base pelo potencial de aquecimento global do CH₄, e pela produção total de carvão vegetal.

$$BE_Y = EF_{CH_4,BL} \times GWP_{CH_4} \times P_{charcoal,y} \quad (\text{Equação 2})$$

$$EF_{CH_4,BL} = (A - B \times Y_{BL,i}) \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

- BE_Y = Emissões da linha de base no ano y (tCO₂/ano)
- EF_{CH₄,BL} = Fator de emissão do metano na linha de base (tCH₄/t carvão vegetal)
- GWP_{CH₄} = Potencial de aquecimento global do metano (tCO_{2e}/tCH₄)
- P_{charcoal,y} = Produção de carvão vegetal durante ano y (t carvão vegetal/ano)
- Y_{BL,i} = Média ponderada do rendimento gravimétrico de linha de base da carbonização (tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca)
- A, B = parâmetros da equação de regressão que expressa a relação estatística entre as emissões de metano e o rendimento gravimétrico da carbonização

As empresas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017, cujas propostas estão relacionadas ao cluster de rendimento gravimétrico, estimaram o **fator de emissão do metano na linha de base** (EF_{CH₄,BL}) utilizando a metodologia ACM0021 ou a AM0041 (antecessora a ACM0021) e apresentaram os valores listadas na Tabela 2.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Tabela 2- Fator de emissão do metano na linha de base das empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017

Empresa	EF _{CH₄,BL} tCH ₄ /t carvão vegetal
ArcelorMittal	0,0715
Biocarbono	0,0575
PCE	0,0475
Plantar	0,0575
RIMA	0,0555
Média das propostas	0,0579
Média nacional (CGEE, 2015)	0,0780

Uma vez que estes fatores de emissão foram estimados utilizando metodologias do MDL, **optou-se por “validar” os valores apresentados pelas empresas** ao invés de se determinar linhas de base padrão para cada um dos clusters de mitigação. Não faria sentido repetir os procedimentos adotados pelas empresas para se determinar as linhas de base padrão para os clusters, uma vez que os resultados obtidos provavelmente seriam os mesmos e/ou muito similares aos valores informados pelas empresas.

A **validação** realizada não deve ser entendida como a validação padrão, realizada no âmbito do MDL através de uma entidade operacional designada. Para a elaboração desta proposta de MRV a validação consistiu na apresentação por parte das empresas de evidências que pudessem demonstrar que os procedimentos metodológicos adotados pelas empresas em relação ao cálculo do rendimento gravimétrico e fator de emissão de metano na linha de base seguiram os procedimentos recomendados pelas metodologias do MDL e/ou que os valores apresentados estavam dentro de intervalos de confiança aceitáveis (i.e. rendimento gravimétrico médio de 26% e emissão de 78 kg de CH₄ por tonelada de carvão - CGEE 2015). Como pode ser observado na Tabela 1 os valores do rendimento gravimétrico na linha de base sugerida pelas empresas estão próximos da média nacional. Já os fatores de emissão de metano na linha de base sugeridos pelas empresas (Tabela 2) estão abaixo da média nacional, o que gera estimativas conservadoras de redução de emissão.

Equações necessárias para estimar as emissões de GEE referentes à atividade e/ou tecnologia a ser implementada: além da equação a linha de base apresentada anteriormente, é necessário também estimar as emissões de GEE, uma vez implementada a ação/atividade de mitigação. Neste caso, em particular as emissões decorrentes do “novo rendimento gravimétrico”.

Para calcular o total de emissões do projeto, a média ponderada do rendimento gravimétrico do cenário do projeto (massa de carvão vegetal/massa de madeira) de cada mês é estimada com base nos dados monitorados e registrados durante aquele mês. As médias ponderadas mensais devem ser aplicadas na equação de regressão para estimar a quantidade de emissões de metano por tonelada de carvão vegetal produzida.

$$PE_Y = EF_{CH_4,P} \times GWP_{CH_4} \times P_{charcoal,y} \quad \text{(Equação 4)}$$

$$EF_{CH_4,P} = (A - B \times Y_{P,i}) \quad \text{(Equação 5)}$$

Onde:

- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO₂/ano)
- $EF_{CH_4,P}$ = Fator de emissão do metano no cenário do projeto (tCH₄//t carvão vegetal)
- GWP_{CH_4} = Potencial de aquecimento global do metano (tCO₂e/tCH₄) = 21
- $P_{charcoal,y}$ = Produção de carvão vegetal durante ano y (t carvão vegetal/ano)
- $Y_{P,i}$ = Média ponderada do rendimento gravimétrico de carbonização (tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca)
- A, B = parâmetros da equação de regressão que expressa a relação estatística entre as emissões de metano e o rendimento gravimétrico da carbonização

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

OBS: Em razão das características da matriz elétrica brasileira¹⁰ e das características das atividades de projeto no Brasil¹¹, pode-se afirmar que o consumo de energia elétrica e/ou combustíveis não renováveis nas atividades de projeto geram emissões insignificantes e que, portanto, não necessitariam ser acrescidas às emissões do projeto (PE_Y). Caso contrário as mesmas deveriam ser estimadas:

- PE_{elec,y} = Emissões decorrentes do consumo de eletricidade nas atividades do projeto (tCO₂/ano)¹²
- PE_{fuel,y} = Emissões decorrentes do consumo de combustíveis não renováveis nas atividades do projeto (tCO₂/ano)¹³

Tabela 3 – Fator de emissão indicativo do metano nas atividades de projeto das empresas e propostas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017

Empresa	EF _{CH₄,P} tCH ₄ /t carvão vegetal
ArcelorMittal	0,0488
Biocarbono	0,0251
PCE	0,0213
Plantar	0,0293
RIMA	0,0301
Média das propostas	0,0309

As reduções de emissões seriam resultado de:

$$RE_Y = BE_Y - PE_Y - VAZ \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:

- RE_Y = Reduções de emissões no ano y (tCO₂/ano)
- BE_Y = Emissões da linha de base no ano y (tCO₂/ano)
- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO₂/ano)

¹⁰ De acordo com o BEN 2016 75,5% da energia elétrica brasileira é gerada através de fontes renováveis.

¹¹ Projetos de MDL registrados na UNFCCC: 1051 (Plantar), 4262 (Energia Verde) e 8609 (VM). Disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

¹² Calculada através da “Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation” Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-05-v3.0.pdf>

¹³ Calculada através da “Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion” Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-03-v3.pdf>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

- VAZ = vazamento = 0. Neste cluster, pode-se assumir que não ocorrem vazamentos, uma vez que as reduções de emissões estão estritamente relacionadas ao processo de carbonização ocorrendo dentro dos limites do projeto. Portanto, não existem mudanças líquidas nas emissões antropogênicas fora dos limites do projeto que possam ser atribuíveis ao projeto.

Parâmetros e dados mínimos necessários para o monitoramento das reduções de emissões e protocolos para a controle de qualidade (CQ), coleta e armazenamento dos parâmetros e dados de monitoramento¹⁴:

Dado/ Parâmetro:	P_{charcoal,y}
Unidade:	Toneladas, em matéria seca
Descrição:	Produção de carvão vegetal durante o ano y
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Todo carvão vegetal produzido deve ser pesado, e se necessário o teor de umidade deve ser corrigido de acordo com a metodologia
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Balanças em uso devem ser monitoradas e calibradas precisamente Checar registros de produção/entrega e a capacidade de produção de cada forno
Comentário:	O carvão deve ser pesado na entrega

Dado/ Parâmetro:	UPC - Localização/descrição do local
Unidade:	Localização das unidades de produção de carvão vegetal (UPC) que compreende tipicamente um grupo de vários fornos de carvão vegetal
Descrição:	Mapas
Fonte dos dados a serem usados:	Dados mensais e suas mudanças correspondentes ao número de fornos, incluindo data de início da atividade de projeto

¹⁴ A lista completa dos dados utilizados para cálculo das emissões de GEE encontra-se no Anexo III.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	A localização dos fornos é fisicamente verificável e evidenciada nos registros de produção já sujeitos a provisões de monitoramento conforme a metodologia
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Não se aplica
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$\mu(Y_{P,i})$
Unidade:	Toneladas de carvão vegetal seco/toneladas de madeira seca
Descrição:	Rendimento gravimétrico do projeto das amostras de i fornos
Fonte dos dados a serem usados:	Dados experimentais, obtidos conforme a metodologia
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para o cálculo deste parâmetro aplica-se: <ul style="list-style-type: none"> • As orientações metodológicas da metodologia AM0041 para a escolha das amostras (Tabela 6) a serem utilizadas no cálculo da média ponderada (Tabela 5); e • O apêndice 3 da metodologia ACM0021¹⁵
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Não se aplica
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	Madeira
Unidade:	Toneladas
Descrição:	Quantidade de madeira utilizada no processo de carbonização

¹⁵ O Apêndice 3 da metodologia apresenta o protocolo para o cálculo do rendimento gravimétrico em base seca. Durante as reuniões técnicas realizadas com as empresas foram feitas sugestões de melhoria para os procedimentos operacionais, para determinação da umidade da madeira e do carvão. As sugestões foram transcritas nos ANEXOS e **na opinião deste consultor poderiam ser aceitas no âmbito do sistema de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável.**

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Balanças em uso devem ser monitoradas e calibradas precisamente
Comentário:	Amostras por UPC devem ser coletadas mensalmente para o cálculo de $\mu(Y_{P,i})$

Dado/ Parâmetro:	% umidade da madeira
Unidade:	%
Descrição:	% umidade da madeira
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Testes de laboratório
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Apêndice 3 da metodologia ACM0021
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	% umidade do carvão vegetal
Unidade:	%
Descrição:	% umidade do carvão vegetal
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Testes de laboratório
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Apêndice 3 da metodologia ACM0021
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	B_{total,y}
Unidade:	

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Descrição:	Número de todas as “fornadas” de carbonização operadas pelo projeto no ano y
Fonte dos dados a serem usados:	Registros de operações dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Checar em relação a capacidade dos fornos por “fornada” e em relação a produção total
Comentário:	

Modelo de relato dos resultados de mitigação e parâmetros e dados de monitoramento:

O relato das informações necessárias pode ser realizado em diferentes formatos (documentos de texto e/ou planilhas eletrônicas). São apresentadas no Anexo I modelos de planilhas de registro para a introdução dos parâmetros e dados de monitoramento necessários para o cluster de mitigação “Rendimento Gravimétrico”.

Cluster de MRV – Queimadores

Cluster de mitigação - Queimadores: a atividade de mitigação se baseia na instalação e operação de queimadores para a destruição de metano (CH₄), independentemente do valor do rendimento gravimétrico. Existindo diferenças no rendimento gravimétrico entre a linha de base e a atividade de projeto, deve-se utilizar também o cluster de MRV do Rendimento Gravimétrico.

Metodologias de linha de base e de monitoramento do MDL utilizadas como referências para o desenvolvimento do cluster¹⁶:

“ACM0021 - Reduction of emissions from charcoal production by improved kiln design and/or abatement of methane”.

“AM0041 - Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production”

Linha de base padrão: uma vez que normalmente inexistem queimadores instalados as emissões da linha de base do cluster de mitigação de queimadores serão as mesmas do cluster de emissão de rendimento gravimétrico.

Equações necessárias para estimar as emissões de GEE referentes à atividade e/ou tecnologia a ser implementada: as emissões do projeto dependem do tipo de queimador instalado e da forma de operação das “fornadas”.

¹⁶ Foram introduzidas simplificações quando as mesmas não afetariam a integridade ambiental dos resultados. As metodologias originais estão disponíveis em:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/AA1T5PNLA4SMCJA20QK9XRTC08BA6J>

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/B2SCH5WZLQYHTVSHQ4BIADM CBQ1P9U>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

$$PE_Y = EF_{CH_4,P} \times GWP_{CH_4} \times P_{charcoal,y} \times \left[\frac{B_{total,y} - B_{qual,b,y} - B_{qual,c,y}}{B_{total,y}} + \frac{B_{qual,b,y}}{B_{total,y}} \times (1 - \eta_{PJ,b}) + \frac{B_{qual,c,y}}{B_{total,y}} \times (1 - \eta_{PJ,c}) \right] \text{ (Equação 7)}$$

$$EF_{CH_4,P} = (A - B \times Y_{P,i}) \text{ (Equação 8)}$$

Onde:

- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO₂/ano)
- $EF_{CH_4,P}$ = Fator de emissão do metano no cenário do projeto (tCH₄//t carvão vegetal)
- GWP_{CH_4} = Potencial de aquecimento global do metano (tCO₂e/tCH₄) = 21
- $P_{charcoal,y}$ = Produção de carvão vegetal durante ano y (t carvão vegetal/ano)
- $Y_{P,i}$ = Média ponderada do rendimento gravimétrico de carbonização (tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca)
- A, B = parâmetros da equação de regressão que expressa a relação estatística entre as emissões de metano e o rendimento gravimétrico da carbonização
- $B_{total,y}$ = Número total de “fornadas” operadas pelo projeto durante o ano
- $B_{qual,b,y}$ = Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira não contínua. Caso não haja a operação de maneira não contínua, o número de “fornadas” = 0
- $B_{qual,c,y}$ = Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira contínua. Caso não haja a operação de maneira contínua, o número de “fornadas” = 0
- $\eta_{PJ,b}$ = eficiência de destruição do queimador em operações não contínuas = 50%
- $\eta_{PJ,c}$ = eficiência de destruição do queimador em operações contínuas = 80%

OBS: Em razão das características da matriz elétrica brasileira¹⁷ e das características das atividades de projeto no Brasil¹⁸, pode-se afirmar que o consumo de energia elétrica e/ou combustíveis não renováveis nas atividades de projeto geram emissões insignificantes e que portanto não necessitariam ser

¹⁷ De acordo com o BEN 2016 75,5% da energia elétrica brasileira é gerada através de fontes renováveis.

¹⁸ Projetos de MDL registrados na UNFCCC: 1051 (Plantar), 4262 (Energia Verde) e 8609 (VM). Disponíveis em: <http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

acrescidas às emissões do projeto (PE_Y). Caso contrário as mesmas deveriam ser estimadas:

- $PE_{elec,y}$ = Emissões decorrentes do consumo de eletricidade nas atividades do projeto (tCO_2/ano)¹⁹
- $PE_{fuel,y}$ = Emissões decorrentes do consumo de combustíveis não renováveis nas atividades do projeto (tCO_2/ano)²⁰

As reduções de emissões seriam resultado de:

$$RE_Y = BE_Y - PE_Y - VAZ \quad (\text{Equação 9})$$

Onde:

- BE_Y = Emissões da linha de base no ano y (tCO_2/ano)
- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO_2/ano)
- VAZ = vazamento = 0. Neste cluster, pode-se assumir que não ocorrem vazamentos, uma vez que as reduções de emissões estão estritamente relacionadas ao processo de carbonização ocorrendo dentro dos limites do projeto. Portanto, não existem mudanças líquidas nas emissões antropogênicas fora dos limites do projeto que possam ser atribuíveis ao projeto.

Parâmetros e dados mínimos necessários para o monitoramento das reduções de emissões e protocolos para a controle de qualidade (CQ), coleta e armazenamento dos parâmetros e dados de monitoramento²¹:

Além dos parâmetros do cluster de rendimento gravimétrico, seria necessário coletar e armazenar os seguintes dados:

Dado/ Parâmetro:	$B_{qual,b,y}$
Unidade:	

¹⁹ Calculada através da "Baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption and monitoring of electricity generation" Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-05-v3.0.pdf>

²⁰ Calculada através da "Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion" Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-03-v3.pdf>

²¹ A lista completa dos dados utilizados para cálculo das emissões de GEE encontra-se no Anexo III.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

Descrição:	Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira não contínua
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	Caso não haja a operação de maneira não contínua, o número de “fornadas” = 0

Dado/ Parâmetro:	B_{qual, c, y}
Unidade:	
Descrição:	Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira contínua
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	Caso não haja a operação de maneira contínua, o número de “fornadas” = 0

Dado/ Parâmetro:	Hora de início e hora de finalização de cada ciclo de carbonização
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Cada ciclo de carbonização
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O sistema de monitoramento do tempo de carbonização deve estar em sincronia com

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

	o sistema de monitoramento do tempo do sistema de detecção da chama
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	Temperatura dos gases residuais de cada forno
Unidade:	Graus célsius
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Mecanismo de medição de temperatura com sistema eletrônico de reporte
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Pelo menos a cada meia hora durante o ciclo de carbonização
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O sistema de armazenamento do tempo deve estar em sincronia mecanismo de medição da temperatura
Comentário:	Caso um único “queimador” seja utilizado para vários fornos, a medição da temperatura deve ser realizada em um local aonde não haja interferências significativas do processo de carbonização de nenhum dos fornos

Dado/ Parâmetro:	Status do “queimador”
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Sistema de detecção de chama
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Cada minuto
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O detector de chama e o sistema eletrônico de reporte deve ser checado a cada mês a fim de garantir o seu correto funcionamento
Comentário:	

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Dado/ Parâmetro:	Manutenção do “queimador”
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Registros de manutenção (incluindo limpezas) e visitas in loco ou fotos dos queimadores
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Cada período de monitoramento
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	

Modelo de relato dos resultados de mitigação e parâmetros e dados de monitoramento:

O relato das informações necessárias pode ser realizado em diferentes formatos (documentos de texto e/ou planilhas eletrônicas). São apresentadas no Anexo I modelos de planilhas de registro para a introdução dos parâmetros e dados de monitoramento necessários para o cluster de mitigação “Queimadores” com parâmetros do cluster de mitigação “Rendimento Gravimétrico”.

Cluster de MRV – Troca de combustíveis

Cluster de mitigação - Troca de combustíveis: a atividade de mitigação se baseia na troca de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis, neste caso específico o carvão vegetal (biomassa renovável) e/ou coprodutos deste (e.g. pó de carvão).

Metodologia de linha de base e de monitoramento do MDL utilizada como referências para o desenvolvimento do cluster²²:

“AMS-III.AS.: Switch from fossil fuel to biomass in existing manufacturing facilities for non-energy applications”

Linha de base padrão: para projetos que consistem na troca, modificação ou *retrofitting* em unidades existentes, a média de consumo dos combustíveis fósseis dos últimos 3 anos deve ser utilizada para a determinação da linha de base.

$$BE_Y = P_{prod,Y} \times EF_{CO2,BL} \quad (\text{Equação 10})$$

Onde:

- BE_Y = Emissões da linha de base no ano y (tCO₂/ano)
- $P_{prod,y}$ = Produção anual da unidade no ano y em kg ou m³
- $EF_{CO2,BL}$ = Fator de emissão em toneladas de CO₂/kg ou m³

$$EF_{CO2,BL} = \frac{\sum_i (FC_{FF,BL,i} \times NCV_{i,y} \times EF_{CO2,FF,i})}{P_{prod,BL}} \quad (\text{Equação 11})$$

Onde:

²² Foram introduzidas simplificações quando as mesmas não afetariam a integridade ambiental dos resultados. As metodologias originais estão disponíveis em:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/QZLJ9GEQYIAMWGOXCLO8W2AQ6GA7ZE>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

- $FC_{FF,BL,i}$ = Consumo médio do combustível fóssil do tipo i (kg ou m^3 /ano)
- $NCV_{i,y}$ = Poder calorífico médio do combustível fóssil do tipo i no ano y (GJ por kg ou m^3)
- $EF_{CO_2,i,y}$ = Fator de emissão do combustível fóssil do tipo i no ano y em $t/CO_2/kg$ ou m^3
- $P_{prod,BL}$ = Produção anual em kg ou m^3

Equações necessárias para estimar as emissões de GEE referentes à atividade e/ou tecnologia a ser implementada:

$$PE_Y = P_{elec,Y} + P_{fossilfuel,Y} + P_{transport,Y} + P_{cultivation,Y} + P_{CH_4,Y} \quad (\text{Equação 12})$$

Onde:

- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO_2 /ano)
- $PE_{elec,y}$ = Emissões do projeto decorrentes do consumo de energia elétrica no ano y (tCO_2 /ano) = 0*
- $PE_{fossilfuel,y}$ = Emissões do projeto decorrentes do consumo de combustíveis fósseis no ano y (tCO_2 /ano)²³

$$P_{fossilfuel,Y} = \sum_i FC_{i,j,y} \times COEF_{i,y} \quad (\text{Equação 13})$$

$$COEF_{i,y} = NCV_{i,y} \times EF_{CO_2,i,y} \quad (\text{Equação 14})$$

○ Onde:

- $FC_{i,j,y}$ = Quantidade de combustível fóssil do tipo i consumida no processo j no ano y (massa ou unidade de volume por ano)
 - $COEF_{i,y}$ = Coeficiente de emissão do combustível fóssil do tipo i no ano y ($t CO_2$ / massa ou unidade de volume)
 - $NCV_{i,y}$ = Poder calorífico do combustível fóssil do tipo i no ano y (GJ / massa ou unidade de volume)
 - $EF_{CO_2,i,y}$ = Fator de emissão do combustível fóssil do tipo i no ano y ($t CO_2$ / GJ)
- $PE_{transport,y}$ = Emissões do projeto decorrentes do transporte da biomassa renovável dos locais de origem no ano y (tCO_2 /ano) = 0**

²³ Calculada através da "Tool to calculate project or leakage CO2 emissions from fossil fuel combustion" Disponível em: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-03-v3.pdf>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

- $PE_{\text{cultivation},y}$ = Emissões do projeto decorrentes do cultivo da biomassa renovável no ano y (tCO_2/ano) = IE^{***}
- $PE_{\text{CH}_4,y}$ = Emissões do projeto decorrentes da produção de carvão vegetal em fornos que não estão equipados com a recuperação e destruição de metano no ano y (tCO_2/ano) = 0^{****}

OBS:

* Em razão das características da matriz elétrica brasileira²⁴ pode-se afirmar que o consumo de energia elétrica nas atividades de projeto geram emissões insignificantes e que, portanto, não necessitariam ser acrescentadas às emissões do projeto (PE_Y);

** Assumindo que as distâncias percorridas serão menores do que 200 km²⁵ e que, portanto, não necessitariam ser acrescentadas às emissões do projeto (PE_Y);

*** Assumindo que as as emissões do cultivo da biomassa são consideradas em outras atividades da empresa e que, portanto, não necessitariam ser acrescentadas às emissões do projeto (PE_Y);

**** Assumindo que toda a produção de carvão vegetal ocorre em fornos que possuem a captura e destruição de metano e que, portanto, não necessitariam ser acrescentadas às emissões do projeto (PE_Y).

As reduções de emissões seriam resultado de:

$$RE_Y = BE_Y - PE_Y - VAZ \quad (\text{Equação 15})$$

Onde:

- BE_Y = Emissões da linha de base no ano y (tCO_2/ano)
- PE_Y = Emissões do projeto no ano y (tCO_2/ano)
- VAZ = vazamento = 0. Neste cluster, pode-se assumir que não ocorrem vazamentos, uma vez que as reduções de emissões estão estritamente

²⁴ De acordo com o BEN 2016 75,5% da energia elétrica brasileira é gerada através de fontes renováveis.

²⁵ De acordo com a metodologia AMS-III.AS as emissões do transporte podem ser consideradas insignificantes até a distância de 200 km.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

relacionadas ao processo de carbonização ocorrendo dentro dos limites do projeto. Portanto, não existem mudanças líquidas nas emissões antropogênicas fora dos limites do projeto que possam ser atribuíveis ao projeto.

Parâmetros e dados mínimos necessários para o monitoramento das reduções de emissões e protocolos para a controle de qualidade (CQ), coleta e armazenamento dos parâmetros e dados de monitoramento²⁶:

Dado/ Parâmetro:	$P_{prod,y}$
Unidade:	Toneladas/ano
Descrição:	Produção anual do projeto no ano
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Devem ser utilizados instrumentos de medição calibrados
Frequência do monitoramento:	Em função da prática industrial
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Os dados devem ser comparados com outros indicadores e/ou parâmetros de produção
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$EF_{CO_2,i,y}$	
Unidade:	Toneladas de CO ₂ / GJ	
Descrição:	Emissões de CO ₂ do combustível fóssil do tipo <i>i</i> no ano <i>y</i>	
Fonte dos dados a serem usados:	Fonte do dado	Condições para uso da fonte do dado
	(a) Valores informados pelo fornecedor do combustível	Os valores informados pelo fornecedor do combustível, se disponíveis, devem ser utilizados preferencialmente
	(b) Medições realizadas pelo participante do	Caso os valores informados pelo fornecedor do

²⁶ A lista completa dos dados utilizados para cálculo das emissões de GEE encontra-se no Anexo III.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

	projeto	combustível não estejam disponíveis
	(c) Valores nacionais ou regionais	Caso não seja possível realizar medições
	(d) Valores do IPCC (Tabela 1.4 do Capítulo 1 do Volume 2 da Guia 2006)	Caso não existem valores nacionais ou regionais disponíveis
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para as opções (a) e (b) as medições devem ser realizadas seguindo padrões nacionais ou internacionais	
Frequência do monitoramento:	Para as opções (a) e (b) os valores devem ser obtidos para cada entrega de combustível, para as quais a média ponderada deve ser estimada Para a opção (c) revisar o valor a cada ano Para a opção (d) levar em consideração futuras revisões da Guia do IPCC	
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:		
Comentário:		

Dado/ Parâmetro:	$FC_{i,y}$
Unidade:	Massa ou unidade de volume por ano
Descrição:	Quantidade do combustível fóssil do tipo <i>i</i> consumida no ano <i>y</i>
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Uso de medidores de massa ou volume, devidamente calibrados.
Frequência do monitoramento:	Contínua
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O valor medido do combustível deve ser comparado com o balanço de energia e/ou recibos de compras.
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$NCV_{i,y}$
-------------------------	-------------

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

Unidade:	GJ / massa ou unidade de volume por ano	
Descrição:	Poder calorífico no combustível fóssil do tipo <i>i</i> consumida no ano <i>y</i>	
Fonte dos dados a serem usados:	Fonte do dado	Condições para uso da fonte do dado
	(a) Valores informados pelo fornecedor do combustível	Os valores informados pelo fornecedor do combustível, se disponíveis, devem ser utilizados preferencialmente
	(b) Medições realizadas pelo participante do projeto	Caso os valores informados pelo fornecedor do combustível não estejam disponíveis
	(c) Valores nacionais ou regionais	Caso não seja possível realizar medições
	(d) Valores do IPCC (Tabela 1.2 do Capítulo 1 do Volume 2 da Guia 2006)	Caso não existem valores nacionais ou regionais disponíveis
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para as opções (a) e (b) as medições devem ser realizadas seguindo padrões nacionais ou internacionais	
Frequência do monitoramento:	Para as opções (a) e (b) os valores devem ser obtidos para cada entrega de combustível, para as quais a média ponderada deve ser estimada Para a opção (c) revisar o valor a cada ano Para a opção (d) levar em consideração futuras revisões da Guia do IPCC	
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:		
Comentário:		

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Modelo de relato dos resultados de mitigação e parâmetros e dados de monitoramento:

O relato das informações necessárias pode ser realizado em diferentes formatos (documentos de texto e/ou planilhas eletrônicas). São apresentadas no Anexo I modelos de planilhas de registro para a introdução dos parâmetros e dados de monitoramento necessários para o cluster de mitigação “Troca de Combustíveis”.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado do Edital JOF - 0191/2017 (Tabela 1) permitiu a identificação de **3 clusters de mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE)** relacionados ao setor de ferro-gusa, aço e ferroligas, com aplicação imediata durante a fase inicial (2017 a 2019) do Projeto Siderurgia Sustentável:

- Rendimento Gravimétrico;
- Queimadores; e
- Troca de combustíveis.

Com base nas metodologias de linha de base e de monitoramento do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) foram desenvolvidos os **clusters de mensuração, relato e verificação (MRV)** correspondentes que deverão integrar o Sistema de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável.

A utilização das metodologias do MDL assegura a **viabilidade técnica** do Sistema, uma vez que o desenvolvimento destas metodologias seguiu um processo de análise técnica bastante rigoroso envolvendo diversos especialistas nacionais e internacionais, culminando com a aprovação das mesmas no âmbito das Nações Unidas ²⁷. Como resultado deste processo, as orientações contidas nas metodologias para a coleta dos dados de atividade e para o cálculo das reduções de emissões de GEE permitem que **os resultados obtidos possam ser considerados reais, mensuráveis e verificáveis**.

Além disto, as metodologias do MDL são uma **referência internacional** amplamente conhecida, permitindo uma **fácil compreensão do Sistema de MRV e possíveis comparações** com outros sistemas que eventualmente venham a utilizar as metodologias do MDL.

²⁷ Para informações sobre o processo de submissão, análise e aprovação de metodologias de MDL consulte:
<http://cdm.unfccc.int/Projects/pac/howto/CDMProjectActivity/NewMethodology/index.html>

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Em relação ao **público alvo**, cabe ressaltar que algumas empresas brasileiras foram pioneiras no desenvolvimento e implementação das metodologias de MDL. Em que pese a descontinuidade em seu uso (devido à queda significativa nos preços das “reduções certificadas de emissões”), pode-se afirmar que o setor se beneficiou de uma “curva de aprendizagem” e hoje grande parte das empresas nacionais estão familiarizados com as metodologias e, portanto, não teriam dificuldades em compreender e utilizar os clusters aqui apresentados.

Ainda assim, com o objetivo de levar em consideração eventuais obstáculos, o desenvolvimento dos clusters de MRV foi discutido com as empresas escolhidas no Edital JOF - 0191/2017. Esse diálogo permitiu, além de confirmar o interesse das empresas e a viabilidade técnica-econômica da utilização dos clusters de MRV propostos, identificar **simplificações (descritas no Anexo IV) que permitirão que os clusters sejam economicamente viáveis e tecnicamente eficazes**, tanto no que se refere ao seu desenvolvimento e implantação pelo Projeto Siderurgia Sustentável, quanto a seu uso pelo público-alvo (tanto produtores nacionais de carvão vegetal como de ferro-gusa, aço e ferroligas).

Para cada cluster foram elaboradas **planilhas de registros**, contidas no Anexo I, que permitem a coleta dos dados de atividades e o cálculo automatizado das reduções de emissões, não gerando custos ou demandas excessivas sobre as empresas e/ou sobre o Projeto. Cabe ressaltar que algumas das empresas já possuem sistemas de mensuração em operação, similares aos clusters aqui propostos, fazendo com que o custo de implementação e aprendizagem venha a ser minimizado.

Os **dados de atividades** a serem coletados são dados da operação cotidiana das empresas e que podem ser mensurados através de procedimentos amplamente conhecidos e de baixo custo (como por exemplo, pesagens e definição do teor de umidade). Em relação aos **fatores de emissão**, os clusters utilizam valores adequados para as circunstâncias nacionais provenientes de referências críveis e seguras (como por exemplo o IPCC e o Balanço Energético Nacional).

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Como próximos passos os clusters de MRV aqui sugeridos, depois de validados pelo CAPSidSus (Comitê de Acompanhamento do Projeto Siderurgia Sustentável), deverão ser inseridos na plataforma (“web based”) do Sistema de MRV (em fase de contratação através do edital JOF 409/2017²⁸).

O uso de uma plataforma pode aumentar ainda mais a viabilidade técnica e econômica do Sistema, uma vez que permitirá que os dados de atividade e os resultados das reduções de emissões sejam compartilhados entre as empresas e o Projeto de forma segura, automatizada e imediata. Enquanto a plataforma não estiver em operação, as empresas poderiam utilizar os clusters em caráter piloto, o que permitirá coletar subsídios adicionais para eventuais modificações que venham a aumentar ainda mais a viabilidade técnica-econômica.

Uma vez validados os clusters de MRV, os aspectos relacionados a verificação serão abordados no Produto 4 da consultoria, em especial em relação aos diferentes modelos de negócio identificados nos Produtos anteriores.

²⁸ Disponível em: <https://vendor.un.org.br/processes/146#!>

BIBLIOGRAFIA

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Modernização da produção de carvão vegetal no Brasil: subsídios para revisão do Plano Siderurgia.** Brasília, 2015. 150 p. Disponível em: < https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Carvao_Vegetal_WEB_021_02015_10225.PDF/a3cd6c7c-5b5b-450a-955b-2770e7d25f5c?version=1.3 >. Acesso em 05/01/2018

IPCC. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 1 General Guidance and Reporting.** 2006. Disponível em: < http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_1_Ch1_Introduction.pdf >. Acesso em 18/06/2017.

UNFCCC. **AM0082: Use of charcoal from planted renewable biomass in the iron ore reduction process through the establishment of a new iron ore reduction system - Version 1.0.** 2009. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/ZDKO7TGQR2OHHKMM1VL9L49LDP R94> > . Acesso em 18/06/2017.

UNFCCC. **AMS-III.AS: Switch from fossil fuel to biomass in existing manufacturing facilities for non-energy applications - Version 2.0.** 2014. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/QZLJ9GEQYIAMWGOXCLO8W2AQ6G A7ZE> > . Acesso em 16/02/2018.

UNFCCC. **AMS-III.K.: Avoidance of methane release from charcoal production - Version 5.0.** 2011. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/5S7G7PZRR5A01LTMMIQMLVN2BSH CIR> > . Acesso em 18/06/2017.

UNFCCC. **ACM0021: Reduction of emissions from charcoal production by improved kiln design and/or abatement of methane - Version 1.0.0.** 2012. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/AA1T5PNLA4SMCJA2OQK9XRTC08B A6J> > . Acesso em 18/06/2017.

UNFCCC. **AMS-III.BG.: Emission reduction through sustainable charcoal production and consumption - Version 3.0.** 2014. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/MVOAXD3LGD4ZJEKEERCT39ZLJ3JZA Q> > . Acesso em 18/06/2017.

UNFCCC. **Paris Agreement.** 2015. Disponível em: < <http://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/index.html> > . Acesso em 18/06/2017.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

UNFCCC. **CDM methodology booklet**. 2016. Disponível em: <
https://cdm.unfccc.int/methodologies/documentation/meth_booklet.pdf >.
Acesso em 18/06/2017.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

ANEXOS

Anexo I – Planilhas para registro das emissões de gases de efeito estufa mensuradas nas unidades produtivas apoiadas pelo Projeto Siderurgia Sustentável

As planilhas de registro são apresentadas no formato eletrônico para cada um dos cluster de MRV nos seguintes arquivos (que integram este Produto):

- Anexo_I_Cluster_RG.xls - Planilhas de registros para o cálculo das reduções de emissões de até 07 unidades de produção de carvão (UPC)²⁹.

Cluster de MRV - Rendimento Gravimétrico
Ano: 20XX

Mês	Soma da produção de carvão de todas as UPC toneladas	Rend. Grav. Y _g	Fator de Emissão do Projeto (CH ₄) i Carvão	Emissões Totais Linha de Base toneladas	Emissões Totais do Projeto toneladas	Redução de Emissões toneladas
Janeiro	0	0,0000	0	0	0	0
Fevereiro	0	0,0000	0	0	0	0
Março	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Abril	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Mai	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Junho	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Julho	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Agosto	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Setembro	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Outubro	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Novembro	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Dezembro	0	0,0000	0,0000	0	0	0
Total	0			0	0	0

Onde
Y_g = média ponderada do rendimento gravimétrico da carbonização no cenário do projeto estimada através da planilha de registro "Yp"

Dados Básicos

Equação das emissões de metano	ME =		-		*	Y
Rendimento gravimétrico na linha de base (Y _g)						
Fator de emissão da linha de base (EF _{CH₄})		0,0000				
Potencial de Aquecimento Global do Metano (GWP)		21				

Fonte: Segundo Relatório de Avaliação do IPCC - tabela 2.14

Planilha de registro para o cálculo das reduções de emissões do "Cluster de mitigação - Rendimento Gravimétrico" para 7 Unidades de Produção de Carvão (UPC)*

SOMENTE CÉLULAS EM AMARELO DEVERAO SER PREENCHIDAS PELOS USUÁRIOS (instruções sobre o preenchimento são apresentadas ao clicar sobre as células)

* As planilhas foram desenvolvida a partir da planilha desenvolvida pela atividade de projeto de MDL 4262 (Energia Verde Carbonization Project - Mitigation of Methane Emissions in the Charcoal Production of Grupo Queiroz Galvão, Maranhão, Brazil)

²⁹ As planilhas de registro foram adaptadas a partir das planilhas de cálculo de redução de emissões da atividade de projeto do MDL 4262 (Projeto de carbonização energia verde - Mitigação da emissão de metano na produção de carvão vegetal do Grupo Queiroz Galvão – Maranhão, Brasil) desenvolvida para a metodologia AM0041.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

- Anexo_I_Cluster_Queimadores.xls. Planilhas de registros para o cálculo das reduções de emissões de até 07 unidades de produção de carvão (UPC) com o uso de queimadores de maneira contínua e não contínua³⁰.

Anexo_I_Cluster_Queimadores.xls

Cluster de MRV - Rendimento Gravimétrico com Queimadores
Ano: 20XX

Mês	Soma da produção de carvão de todas as UPC toneladas	Rend. Grav. Y _v	Fator de Emissão do Projeto (CH ₄) Carvão	Emissões Totais Linha de Base toneladas	% de metano não destruído	Emissões Totais do Projeto toneladas	Redução de Emissões toneladas
Janeiro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Fevereiro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Março	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Abril	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Mai	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Junho	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Julho	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Agosto	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Setembro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Outubro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Novembro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Dezembro	0	0,0000	0,0000	0	100,00%	0	0
Total	0			0		0	0

Onde
Y_v = média ponderada do rendimento gravimétrico da carbonização no cenário do projeto estimada através da planilha de registro "Y"

Dados Básicos

Equação das emissões de metano ME =	ME =	+	+	+	+
Rendimento gravimétrico na linha de base (Y _v)					
Fator de emissão de linha de base (EF _{CH₄})	0,0000				
Potencial de Aquecimento Global do Metano (GWP)	21				

Fonte: Segundo Relatório de Avaliação do IPCC - tabela 2.14

Planilha de registro para o cálculo das reduções de emissões do "Cluster de mitigação - Queimadores" para 7 Unidades de Produção de Carvão (UPC)*

SOMENTE CÉLULAS EM AMARELO DEVERAO SER PREENCHIDAS PELOS USUÁRIOS (instruções sobre o preenchimento são apresentadas ao clicar sobre as células)

* As planilhas foram desenvolvida a partir da planilha desenvolvida pela atividade de projeto de MDL 4262 (Energia Verde Carbonization Project - Mitigation of Methane Emissions in the Charcoal Production of Grupo Queiroz Galvão, Maranhão, Brazil)

Etas | Eficiência | Yp | UPC 01 | UPC 02 | UPC 03 | UPC 04 | UPC 05 | UPC 06 | UPC 07 | Glossário

³⁰ As planilhas de registro foram adaptadas a partir da metodologia ACM0021 e das planilhas de cálculo de redução de emissões da atividade de projeto do MDL 4262 (Projeto de carbonização energia verde - Mitigação da emissão de metano na produção de carvão vegetal do Grupo Queiroz Galvão - Maranhão, Brasil) desenvolvida para a metodologia AM0041.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

- Anexo_I_Cluster_Troca.xls. Planilhas de registros para o cálculo das reduções de emissões para 3 anos do Projeto, apenas para os fornos aonde a troca de combustível é decorrente do suporte recebido pelo Projeto Siderurgia Sustentável, ou seja, a empresa também realiza a troca de combustível utilizando recursos próprios e as reduções de emissão correspondentes não são consideradas³¹.

Cluster de MRV - Troca de combustíveis

	Ano -3	Ano -2	Ano -1	L8	Troca de combustível com apoio do Projeto Siderurgia Sustentável					
					Ano 1		Ano 2		Ano 3	
	Sem troca de combustível				Total	Diferença com a L8	Total	Diferença com a L8	Total	Diferença com a L8
9	Produção de pellet (t)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
11	Consumo combustível fóssil (m3)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
12	Emissões CO2 (t CO2)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
					Troca de combustível sem apoio do Projeto Siderurgia Sustentável					
					Ano 1		Ano 2		Ano 3	
					Total	Diferença com a L8	Total	Diferença com a L8	Total	Diferença com a L8
15	Produção de pellet (t)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
18	Consumo combustível fóssil (m3)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
19	Emissões CO2 (t CO2)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
					Diferença em função do apoio do Projeto Siderurgia Sustentável					
					Ano 1		Ano 2		Ano 3	
21	Consumo combustível fóssil (m3)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
24	Emissões CO2 (t CO2)	-	-	-	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)
					RE Projeto Siderus					
					-	=DIV(0)	-	=DIV(0)	-	=DIV(0)

Planilha de registro para o cálculo das reduções de emissões do "Troca de combustíveis"

SOMENTE CÉLULAS EM AMARELO DEVERAO SER PREENCHIDAS PELOS USUÁRIOS (instruções sobre o preenchimento são apresentadas ao clicar sobre as células)

* As planilhas foram desenvolvida a partir da planilha desenvolvida empresa Vallourec

³¹ As planilhas de registro foram adaptadas a partir da planilha de cálculo desenvolvida pela Vallourec para a metodologia AMS-III.AS.

Anexo II - Premissas e incertezas associadas a um sistema MRV

As principais **premissas** utilizadas no desenvolvimento dos clusters que compõem o Sistema de MRV para o Projeto Siderurgia Sustentável (SidSus) foram:

1. A mensuração, relato e verificação de reduções de emissões de GEE deve ser realizada com base em orientações metodológicas que sejam reconhecidas nacionalmente e internacionalmente a fim de permitir uma melhor compreensão e aceitação do Sistema;
2. É necessário levar em consideração circunstâncias nacionais, em particular do setor de ferro-gusa, aço e ferroligas para minimizar o custo e esforço das empresas para a coleta de dados de atividades e cálculo das reduções de emissões;
3. Também deve ser considerada a experiência acumulada do público alvo com o uso de metodologias para a mensuração, relato e verificação de reduções de emissões de GEE;
4. Os resultados (i.e. as reduções de emissões) que serão reportadas e verificadas a partir dos clusters serão utilizados em um “modelo de pagamento por resultados”, o que significa dizer que os resultados devem ter uma precisão adequada para garantir que estejam sendo pagas apenas as reduções reais de emissões GEE. Entretanto, não é necessário um grau de precisão tão alto como no caso das atividades de projeto do MDL, onde as “reduções certificadas de emissão” eram comercializadas para a compensação das emissões de países com compromissos vinculantes no Protocolo de Quito e, portanto, era necessário garantir a precisão de cada tonelada de GEE;
5. O Sistema deve ser de fácil utilização e não necessitar de equipamentos de medição que sejam demasiadamente complexos e/ou onerosos. Para tanto, deve-se privilegiar o uso de planilhas eletrônicas de registros que possam ser operadas em campo;
6. Os participantes do Projeto Siderurgia Sustentável devem ter fácil acesso às informações geradas e armazenadas pelo Sistema a fim de permitir

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

consultas sobre o andamento de cada atividade apoiada e a tomada de decisões sobre eventuais correções que precisem ser tomadas. Nesse sentido cabe lembrar que o Projeto Siderurgia Sustentável pretende operacionalizar o sistema de MRV através de uma plataforma “web”. Portanto, o sistema deve permitir a “migração” das planilhas eletrônicas de registro para um ambiente *web-base*.

O resultado alcançado, i.e. o desenvolvimento de 3 clusters de MRV com base nas propostas que foram aceitas pelo Edital JOF - 0191/2017, está totalmente alinhado com as premissas acima listadas. Porém, como qualquer sistema em fase inicial de implementação, o Sistema de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável possui certas **limitações** a saber:

1. O Sistema permite o cálculo de reduções de emissões de apenas 3 “tecnologias de redução de emissões”: aumento do rendimento gravimétrico, uso de queimadores e troca de combustível fóssil. Existem outras possibilidades para a redução das emissões de GEE ao longo da cadeia do carvão vegetal e o seu uso na produção de ferro-gusa, aço e ferroligas. Em razão do tempo limitado e devido ao fato de que as empresas que participaram do Edital JOF - 0191/2017 só terem apresentado propostas referentes às tecnologias mencionadas, o Sistema ainda pode ser aprimorado com a inclusão futura de outros clusters;
2. O Sistema utilizou como base metodologias do MDL, o que assegura a viabilidade técnica do mesmo. Através de consultas realizadas com as empresas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017 foram identificadas simplificações e modificações que visam assegurar a viabilidade econômica do Sistema. Todavia, o Sistema deve ser testado em condições reais de campo para a identificação de eventuais simplificações adicionais e/ou modificações que possam permitir uma maior viabilidade técnica-econômica;

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

3. Para o uso correto das planilhas de registro de cada cluster será necessário realizar um treinamento mínimo para as empresas, uma vez que nem todas possuem experiência prática com as metodologias empregadas;
4. Em algumas empresas já existem sistemas de MRV em operação que estão totalmente alinhados com as premissas metodológicas dos clusters. Nesses casos, as empresas podem preferir continuar operando com seus sistemas e não utilizar as planilhas de registro diretamente em um primeiro momento. Será necessário avaliar esses casos individualmente para definir qual seria a melhor estratégia, levando em consideração que o Projeto Siderurgia Sustentável pretende operar o Sistema de MRV através de uma plataforma “web”. As empresas que desejarem utilizar seus próprios sistemas de registros teriam que demonstrar estarem aptas a incluírem na Plataforma Web os dados requeridos pelo Sistema;
5. Como qualquer sistema que depende da entrada de dados de atividade, que devem ser coletados em campo por profissionais que possuem experiência profissional variada, o Sistema de MRV está sujeito a receber dados de entrada falsos e/ou com alto grau de incerteza.

Sobre as **incertezas** do Sistema cabe explicar que podem existir incertezas associadas aos dados de atividades utilizados (e.g. produção de carvão vegetal) e incertezas associadas aos fatores de emissão (e.g. fator de emissão do metano no cenário do projeto (tCH₄/t carvão vegetal)). A combinação³² dessas incertezas irá determinar a incerteza associada ao Sistema.

Não foi possível durante a elaboração deste Produto coletar os valores das prováveis **incertezas dos dados de atividade**, uma vez que essas dependem da experiência e procedimentos operacionais de cada empresa. Entretanto, os clusters possuem procedimentos de controle de qualidade que tem como objetivo minimizar possíveis erros na coleta dos principais dados de atividade.

³² Para uma explicação aprofundada sobre incertezas e métodos para o seu cálculo consulte o capítulo 3 do Volume da Guia 2006 do IPCC para Inventários Nacionais de GEE. Disponível em: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Para minimizar as **incertezas dos fatores de emissão** foram introduzidos procedimentos metodológicos nos clusters para reduzir as incertezas do rendimento gravimétrico, uma vez que este é o parâmetro mais crítico para o cálculo do fator de emissão. Os procedimentos introduzidos (baseados na metodologia AM00041) descartam valores do rendimento gravimétrico que não sejam estatisticamente significativos. Alternativamente, as empresas poderiam empregar outros procedimentos para a correta amostragem do rendimento gravimétrico³³.

A **interpretação dos resultados** do sistema de MRV (i.e. as reduções de emissões) dever ser realizada levando em consideração as limitações e incertezas explicadas anteriormente. Ainda assim, é possível afirmar que os resultados que serão gerados pelos clusters, através do uso correto das planilhas de registro, representam reduções de emissões de GEE reais, mensuráveis e verificáveis. Neste sentido, o Sistema de MRV permitirá confirmar se as atividades apoiadas pelo Projeto Siderurgia Sustentável estão sendo implementadas e gerando as reduções de emissões acima do patamar mínimo acordado.

³³ Uma orientação sobre amostragens no contexto de metodologias para o MRV de reduções de emissões é o “*Sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities*”. Disponível em: https://cdm.unfccc.int/filestorage/e/x/t/extfile-20170509173059588-Methodology_standard05_EB94a02-ver07.0-4may17-.pdf/Methodology_standard05_EB94a02%28ver07.0%2C%204may17%29?t=UU98cDQ5YzVofDBIM7IL3WeiCXSoqDSURxHb

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

Anexo III - Fontes de dados: lista com relação completa das fontes de informação utilizadas para cálculo das emissões de GEE desagregadas por cluster

Cluster de MRV – Rendimento Gravimétrico

Parâmetros **não** monitorados

Dado/ Parâmetro:	A,B
Unidade:	
Descrição:	Parâmetros da equação de regressão que expressa a relação estatística entre as emissões de metano e o rendimento gravimétrico da carbonização
Fonte dos dados a serem usados:	Dados apresentados pelas empresas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$Y_{BL,i}$														
Unidade:	tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca														
Descrição:	Média ponderada do rendimento gravimétrico de linha de base da carbonização														
Fonte dos dados a serem usados:	Dados apresentados pelas empresas selecionadas no Edital JOF - 0191/2017														
Comentário:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Empresa</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ArcelorMittal</td> <td>28,5%</td> </tr> <tr> <td>ArcelorMittal</td> <td>34,17%</td> </tr> <tr> <td>Biocarbono</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>PCE</td> <td>29,19%</td> </tr> <tr> <td>Plantar</td> <td>26%</td> </tr> <tr> <td>RIMA</td> <td>24,83%</td> </tr> </tbody> </table>	Empresa	Valor	ArcelorMittal	28,5%	ArcelorMittal	34,17%	Biocarbono	26%	PCE	29,19%	Plantar	26%	RIMA	24,83%
Empresa	Valor														
ArcelorMittal	28,5%														
ArcelorMittal	34,17%														
Biocarbono	26%														
PCE	29,19%														
Plantar	26%														
RIMA	24,83%														

Dado/ Parâmetro:	$EF_{CH_4,BL}$
Unidade:	tCH ₄ /t carvão vegetal
Descrição:	Fator de emissão do metano na linha de base

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Fonte dos dados a serem usados:	Dados apresentados pelas empresas selecionados no Edital JOF - 0191/2017	
Comentário:		
	Empresa	Valor
	ArcelorMittal	0,0715
	ArcelorMittal	0,0575
	Biocarbono	0,0475
	PCE	0,0575
	Plantar	0,0555
RIMA	0,0715	

Dado/ Parâmetro:	GWP_{CH_4}
Unidade:	tCO ₂ / tCH ₄
Descrição:	Potencial de aquecimento do metano
Fonte dos dados a serem usados:	Segundo Relatório de Avaliação do IPCC - tabela 2.14
Comentário:	21

Parâmetros monitorados

Dado/ Parâmetro:	$P_{charcoal,y}$
Unidade:	Toneladas, em matéria seca
Descrição:	Produção de carvão vegetal durante o ano y
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Todo carvão vegetal produzido deve ser pesado, e se necessário o teor de umidade deve ser corrigido de acordo com a metodologia
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Balanças em uso devem ser monitoradas e calibradas precisamente Checar registros de produção/entrega e a capacidade de produção de cada forno
Comentário:	O carvão deve ser pesado na entrega

Dado/ Parâmetro:	UPC - Localização/descrição do local
Unidade:	Localização das unidades de produção de

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

	carvão vegetal (UPC) que compreende tipicamente um grupo de vários fornos de carvão vegetal
Descrição:	Mapas
Fonte dos dados a serem usados:	Dados mensais e suas mudanças correspondentes ao número de fornos, incluindo data de início da atividade de projeto
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	A localização dos fornos é fisicamente verificável e evidenciada nos registros de produção já sujeitos a provisões de monitoramento conforme a metodologia
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Não se aplica
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$\mu(Y_{P,i})$
Unidade:	Toneladas de carvão vegetal seco/toneladas de madeira seca
Descrição:	Rendimento gravimétrico do projeto das amostras de i fornos
Fonte dos dados a serem usados:	Dados experimentais, obtidos conforme a metodologia
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para o cálculo deste parâmetro aplica-se: <ul style="list-style-type: none"> • As orientações metodológicas da metodologia AM0041 para a escolha das amostras (Tabela 6) a serem utilizadas no cálculo da média ponderada (Tabela 5); e • O apêndice 3 da metodologia ACM0021
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Não se aplica
Comentário:	

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Dado/ Parâmetro:	Madeira
Unidade:	Toneladas
Descrição:	Quantidade de madeira utilizada no processo de carbonização
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Balanças em uso devem ser monitoradas e calibradas precisamente
Comentário:	Amostras por UPC devem ser coletadas mensalmente para o cálculo de $\mu(Y_{P,i})$

Dado/ Parâmetro:	% umidade da madeira
Unidade:	%
Descrição:	% umidade da madeira
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Testes de laboratório
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Apêndice 3 da metodologia ACM0021
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	% umidade do carvão vegetal
Unidade:	%
Descrição:	% umidade do carvão vegetal
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de campo
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Testes de laboratório
Frequência do monitoramento:	Mensal
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Apêndice 3 da metodologia ACM0021
Comentário:	

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Dado/ Parâmetro:	B_{total,y}
Unidade:	
Descrição:	Número de todas as “fornadas” de carbonização operadas pelo projeto no ano y
Fonte dos dados a serem usados:	Registros de operações dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Checar em relação a capacidade dos fornos por “fornada” e em relação a produção total
Comentário:	

Cluster de MRV – Queimadores

Parâmetros **não** monitorados - além dos parâmetros do cluster de rendimento gravimétrico, seria necessário coletar e armazenar os seguintes dados:

Dado/ Parâmetro:	$\eta_{PJ,b}$
Unidade:	%
Descrição:	Eficiência de destruição do queimador em operações não contínuas
Fonte dos dados a serem usados:	ACMO01
Comentário:	50%

Dado/ Parâmetro:	$\eta_{PJ,c}$
Unidade:	%
Descrição:	Eficiência de destruição do queimador em operações contínuas
Fonte dos dados a serem usados:	ACMO01
Comentário:	80%

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Parâmetros monitorados - além dos parâmetros do cluster de rendimento gravimétrico, seria necessário coletar e armazenar os seguintes dados:

Dado/ Parâmetro:	B_{qual, b,y}
Unidade:	
Descrição:	Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira não contínua
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	Caso não haja a operação de maneira não contínua, o número de “fornadas” = 0

Dado/ Parâmetro:	B_{qual, c,y}
Unidade:	
Descrição:	Número de “fornadas” que passaram pelo queimador de maneira contínua
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Mensal e agregado anual
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	Caso não haja a operação de maneira contínua, o número de “fornadas” = 0

Dado/ Parâmetro:	Hora de início e hora de finalização de cada ciclo de carbonização
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

Frequência do monitoramento:	Cada ciclo de carbonização
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O sistema de monitoramento do tempo de carbonização deve estar em sincronia com o sistema de monitoramento do tempo do sistema de detecção da chama
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	Temperatura dos gases residuais de cada forno
Unidade:	Graus célsius
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Mecanismo de medição de temperatura com sistema eletrônico de reporte
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Não se aplica
Frequência do monitoramento:	Pelo menos a cada meia hora durante o ciclo de carbonização
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O sistema de armazenamento do tempo deve estar em sincronia mecanismo de medição da temperatura
Comentário:	Caso um único “queimador” seja utilizado para vários fornos, a medição da temperatura deve ser realizada em um local aonde não haja interferências significativas do processo de carbonização de nenhum dos fornos

Dado/ Parâmetro:	Status do “queimador”
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Sistema de detecção de chama
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Cada minuto

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O detector de chama e o sistema eletrônico de reporte deve ser checado a cada mês a fim de garantir o seu correto funcionamento
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	Manutenção do “queimador”
Unidade:	
Descrição:	
Fonte dos dados a serem usados:	Registros de manutenção (incluindo limpezas) e visitas in loco ou fotos dos queimadores
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	
Frequência do monitoramento:	Cada período de monitoramento
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	

Cluster de MRV – Troca de combustíveis

Parâmetros monitorados:

Dado/ Parâmetro:	$P_{prod,y}$
Unidade:	Toneladas/ano
Descrição:	Produção anual do projeto no ano
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Devem ser utilizados instrumentos de medição calibrados
Frequência do monitoramento:	Em função da prática industrial
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	Os dados devem ser comparados com outros indicadores e/ou parâmetros de produção
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	$EF_{CO_2,i,y}$
Unidade:	Toneladas de CO ₂ / GJ

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

Descrição:	Emissões de CO ₂ do combustível fóssil do tipo <i>i</i> no ano <i>y</i>	
Fonte dos dados a serem usados:	Fonte do dado	Condições para uso da fonte do dado
	(a) Valores informados pelo fornecedor do combustível	Os valores informados pelo fornecedor do combustível, se disponíveis, devem ser utilizados preferencialmente
	(b) Medições realizadas pelo participante do projeto	Caso os valores informados pelo fornecedor do combustível não estejam disponíveis
	(c) Valores nacionais ou regionais	Caso não seja possível realizar medições
	(d) Valores do IPCC (Tabela 1.4 do Capítulo 1 do Volume 2 da Guia 2006)	Caso não existem valores nacionais ou regionais disponíveis
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para as opções (a) e (b) as medições devem ser realizadas seguindo padrões nacionais ou internacionais	
Frequência do monitoramento:	Para as opções (a) e (b) os valores devem ser obtidos para cada entrega de combustível, para as quais a média ponderada deve ser estimada Para a opção (c) revisar o valor a cada ano Para a opção (d) levar em consideração futuras revisões da Guia do IPCC	
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:		
Comentário:		

Dado/ Parâmetro:	FC _{i,y}
Unidade:	Massa ou unidade de volume por ano

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Descrição:	Quantidade do combustível fóssil do tipo <i>i</i> consumida no ano <i>y</i>
Fonte dos dados a serem usados:	Dados de operação dos fornos
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Uso de medidores de massa ou volume, devidamente calibrados.
Frequência do monitoramento:	Contínua
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	O valor medido do combustível deve ser comparado com o balanço de energia e/ou recibos de compras.
Comentário:	

Dado/ Parâmetro:	NCV _{<i>i,y</i>}	
Unidade:	GJ / massa ou unidade de volume por ano	
Descrição:	Poder calorífico no combustível fóssil do tipo <i>i</i> consumida no ano <i>y</i>	
Fonte dos dados a serem usados:	Fonte do dado	Condições para uso da fonte do dado
	(a) Valores informados pelo fornecedor do combustível	Os valores informados pelo fornecedor do combustível, se disponíveis, devem ser utilizados preferencialmente
	(b) Medições realizadas pelo participante do projeto	Caso os valores informados pelo fornecedor do combustível não estejam disponíveis
	(c) Valores nacionais ou regionais	Caso não seja possível realizar medições
	(d) Valores do IPCC (Tabela 1.2 do Capítulo 1 do Volume 2 da Guia 2006)	Caso não existem valores nacionais ou regionais disponíveis
Descrição dos métodos de medição e procedimentos a serem aplicados:	Para as opções (a) e (b) as medições devem ser realizadas seguindo padrões nacionais ou internacionais	
Frequência do monitoramento:	Para as opções (a) e (b) os valores devem	

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

**PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa
Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil**

	<p>ser obtidos para cada entrega de combustível, para as quais a média ponderada deve ser estimada</p> <p>Para a opção (c) revisar o valor a cada ano</p> <p>Para a opção (d) levar em consideração futuras revisões da Guia do IPCC</p>
Procedimentos de controle de qualidade (CQ) e garantia de qualidade (GQ) a serem aplicados:	
Comentário:	

Anexo IV - Sugestão de simplificação de critérios de monitoramento de emissões de Metano, no escopo da metodologia consolidada de MDL ACM0021, para aplicação no âmbito do Programa Siderurgia Sustentável³⁴

1) Introdução:

Este documento tem como objetivo melhorar os critérios de monitoramento de reduções de emissões de metano contidos na atual metodologia do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) que engloba processos de carbonização (ACM0021), no contexto do Programa Siderurgia Sustentável. O documento foi elaborado com base em experiências operacionais de diferentes empresas ao longo dos últimos anos, inclusive na implementação de projetos de MDL no âmbito da referida metodologia.

É importante lembrar que as metodologias de MDL são inicialmente baseadas em um caso de projeto. Muitas vezes, apesar do esforço de diversos stakeholders envolvidos no processo de aprovação de metodologias, essa abordagem resulta em critérios muito específicos, o que pode gerar mais dificuldade e maiores custos de transação associados à plena adoção dos métodos. Nesse contexto, as sugestões aqui propostas abaixo têm o objetivo de facilitar o processo de monitoramento, reduzindo custos de gestão e de transação, sem desrespeito à integridade ambiental.

O escopo de dados e parâmetros mencionados neste documento são aqueles em que foram observadas possibilidades de otimização em relação à forma disposta na metodologia (Seção III, páginas 14-18 da metodologia). As sugestões de melhoria são apresentadas de acordo com a utilização de cada dado ou parâmetro de cálculos e incluem as duas abordagens de monitoramento, ou seja, rendimento gravimétrico e queima do gás metano. Por fim, deve-se destacar que trata-se de esforço de otimização inicial e não exaustivo, mas que visa tratar de pontos que tenham impacto imediato.

2) Sugestões de Melhoria:

2.1) Sugestões aplicáveis ao monitoramento de emissões por meio do rendimento gravimétrico:

Os principais parâmetros de monitoramento de emissões por meio do rendimento gravimétrico dispostos na metodologia são:

P_{char} = produção de carvão

$P_{char, BL}$ = produção de carvão de fornos existentes

³⁴ Enviadas pela empresa Plantar no dia 27 de dezembro de 2017.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

$Y_{Pj,j}$ = Rendimento gravimétrico do forno amostrado j

Por sua vez, o Apêndice 3 da metodologia contém procedimentos específicos para apurar variáveis que determinam os parâmetros supracitados. As sugestões apresentadas a seguir tratam de melhorias para o monitoramento destas variáveis específicas, a saber:

Seção A do Apêndice 3 da ACM0021 (páginas 36-37)

Nesta seção do apêndice 3, apresenta-se um procedimento operacional específico para determinação da umidade da madeira (utilizada para o cálculo o peso seco de madeira, necessário para determinação do parâmetro $Y_{Pj,j}$, página 15).

A sugestão é adotar um método guarda-chuva, baseado em confiabilidade estatística, que permita certa variação nos procedimentos específicos, por exemplo, forma de coleta de amostras, formato do empilhamento da madeira, entre outros:

- Permitir que a umidade da madeira seja aferida com base em procedimentos que garantam uma margem de erro de 10%, com 95% de intervalo de confiança³⁵. Desta forma, pode haver variações de práticas específicas a partir de um procedimento estrutural, conforme descrito abaixo:
 - Coletar discos de madeira que contemplem toda a amplitude diamétrica, com número de amostras suficiente para garantir a consistência com a confiabilidade estatística sugerida acima.
 - Retirar amostras dessas peças (que podem ser discos, cunha ou serragem).
 - Medir o peso úmido as amostras.
 - Levar as amostras para secagem em estufa ($103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) até o peso permanecer constante (fim da secagem).
 - Calcular a umidade, ponderando pela representatividade de cada classe de diâmetro.
 - O histograma das classes diamétricas pode ser feito como já está descrito no apêndice 3 ou por meio de inventário florestal por modelo de sortimento (por exemplo, modelo de Taper ou polinômio de 5º grau).

Seção B do Apêndice 3 da ACM0021 (páginas 37-38)

Esta seção do apêndice 3 contém um procedimento operacional específico para determinação da umidade do carvão (utilizada para o cálculo o peso seco de

³⁵ A margem de erro proposta foi baseada na margem de erro aceitável para amostragens conforme diretrizes do MDL para projetos de grande escala: "Guidelines for sampling and surveys for CDM project activities and programme of activities".

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

carvão, necessário para determinação dos parâmetros Pchar, YPJ,j, Pchar, BL, páginas 14 e 15).

No escopo deste parâmetro, sugere-se maior universalização do procedimento de modo a torná-lo menos específico e permitir certa variação de práticas, sem prejuízo da integridade ambiental:

- Recolher peças de carvão de pontos aleatórios do volume a ser amostrado.
- Misturar o carvão coletado e separar uma porção de pelo menos 2kg;
- Triturar, misturar e peneirar com malha específica a porção, para retirada das amostras a serem levadas ao laboratório.
- Pesar as amostras para obtenção do peso úmido.
- Levar as amostras para secagem em estufa ($103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) até o peso permanecer constante (fim da secagem).
- Calcular a umidade por fórmula já padronizada na metodologia.

2.2) Sugestões aplicáveis ao monitoramento de emissões por meio da queima do metano:

Alterar o seguinte parâmetro da metodologia: “*Combustion status of each methane abatement unit*”, parte da seção III da ACM0021 (páginas 16 e 17).

A linha “*Source of data*” deste parâmetro faz menção à utilização de um “sistema de detecção de chama”. Sugere-se alterar o termo “sistema de detecção de chama” pelo termo “sistema de detecção de chama ou medidor de temperatura ou outra forma de detecção que garanta a combustão do metano”. Por exemplo, pode-se aferir uma temperatura que evidencie a queima do metano e adotá-la como item monitorável para garantia da combustão do metano.

Além disso, deve-se ressaltar que as práticas de queima de metano ainda se encontram em estágios menos avançados em relação às práticas de monitoramento por rendimento gravimétrico. Nesse contexto, é importante que haja certa flexibilidade quanto a melhoria de processos de monitoramento ao longo da implementação de projetos, para que a experiência prática possa ser plenamente aproveitada ao longo do processo.

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

Anexo V - Glossário dos principais termos utilizados nos clusters de MRV do Projeto Siderurgia Sustentável

A.B	Parâmetros da equação de regressão que expressa a relação estatística entre as emissões de metano e o rendimento gravimétrico da carbonização
ACM00021	Metodologia de linha de base e de monitoramento "Reduction of emissions from charcoal production by improved kiln design and/or abatement of methane"
AM0041	Metodologia de linha de base e de monitoramento "Mitigation of Methane Emissions in the Wood Carbonization Activity for Charcoal Production"
AMS-III.AS.	Metodologia de linha de base e de monitoramento simplificada "Switch from fossil fuel to biomass in existing manufacturing facilities for non-energy applications"
BE _y	Emissões da linha de base no ano y (tCO ₂ /ano)
B _{qual,b,y}	Número de "fornadas" que passaram pelo queimador de maneira não contínua. Caso não haja a operação de maneira não contínua, o número de "fornadas" = 0
B _{qual,c,y}	Número de "fornadas" que passaram pelo queimador de maneira contínua. Caso não haja a operação de maneira contínua, o número de "fornadas" = 0
B _{total,y}	Número de todas as "fornadas" de carbonização operadas pelo projeto no ano y
CAPSidSus	Comitê de Acompanhamento do Projeto Siderurgia Sustentável
COEF _{i,y}	Coefficiente de emissão do combustível fóssil do tipo i no ano y (t CO ₂ / massa ou unidade de volume)
CQ	Controle de qualidade
CV	Carvão vegetal
EF _{CH₄,BL}	Fator de emissão do metano na linha de base (tCH ₄ /t carvão vegetal)
EF _{CH₄,P}	Fator de emissão do metano no cenário do projeto (tCH ₄ /t carvão vegetal)
EF _{CO₂,BL}	Fator de emissão em toneladas de CO ₂ /kg ou m ³
EF _{CO₂,i,y}	Fator de emissão do combustível fóssil do tipo i no ano y em t/CO ₂ /kg ou m ³
FC _{FF,BL,i}	Consumo médio do combustível fóssil do tipo i (kg ou m ³ /ano)
FC _{i,j,y}	Quantidade de combustível fóssil do tipo i consumida no processo j no ano y (massa ou unidade de volume por ano)
GEE	Gases de efeito estufa
GJ	giga-joule
GQ	Garantia de qualidade
GWP _{CH₄}	Potencial de aquecimento global do metano (tCO _{2e} /tCH ₄) = 21
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, em sua sigla em inglês
LB	Linha de base
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MRV	Mensuração, relato e verificação
NCV _{i,y}	Poder calorífico médio do combustível fóssil do tipo i no ano y (GJ por massa ou unidade de volume)
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada, em sua sigla em inglês
P _{charcoal,y}	Produção de carvão vegetal durante ano y (t carvão vegetal/ano)
PE _{cultivation,y}	Emissões do projeto decorrentes do cultivo da biomassa renovável no ano y (tCO ₂ /ano) = 0
PE _{elec,y}	Emissões decorrentes do consumo de eletricidade nas atividades do projeto (tCO ₂ /ano) = 0
PE _{fuel,y}	Emissões decorrentes do consumo de combustíveis não renováveis nas atividades do projeto (tCO ₂ /ano)

Desenvolvimento Metodologia MRV para Produção de Carvão Vegetal

PROJETO - BRA/14/G31 Produção de Carvão Vegetal de Biomassa Renovável para a Indústria Siderúrgica no Brasil

$PE_{transport,y}$	Emissões do projeto decorrentes do transporte da biomassa renovável dos locais de origem no ano y (tCO_2/ano) = 0
PE_y	Emissões do projeto no ano y (tCO_2/ano)
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
$P_{prod,BL}$	Produção anual em kg ou m^3
$P_{prod,y}$	Produção anual da unidade no ano y em kg ou m^3
RE_y	Reduções de emissões no ano y (tCO_2/ano)
RG	Rendimento gravimétrico
t	toneladas
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, em sua sigla em inglês
UPC	Unidades de Produção de Carvão
VAZ	Emissões de GEE decorrentes de possíveis vazamentos (fugas) = 0
Y_{BL}	Rendimento gravimétrico na linha de base
$Y_{BL,i}$	Média ponderada do rendimento gravimétrico de linha de base da carbonização (tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca)
$Y_{P,i}$	Média ponderada do rendimento gravimétrico de carbonização (tonelada de carvão vegetal/tonelada de madeira, base seca)
$\eta_{PJ,b}$	Eficiência de destruição do queimador em operações não contínuas = 50%
$\eta_{PJ,c}$	Eficiência de destruição do queimador em operações contínuas = 80%
$\mu(Y_{P,i})$	Média ponderada do rendimento gravimétrico das amostras