

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

RENATO FRANCISCO FARIA OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA INVENTÁRIO
DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE UM EVENTO E
APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA PARA CÁLCULO DE
BALANÇO DE CARBONO EM PROPRIEDADES RURAIS**

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2014

RENATO FRANCISCO FARIA OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA INVENTÁRIO
DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE UM EVENTO E
APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA PARA CÁLCULO DE
BALANÇO DE CARBONO EM PROPRIEDADES RURAIS

Monografia, apresentada ao Curso de
Graduação em Engenharia Florestal da
Universidade Federal de Viçosa como
requisito para obtenção do título de
bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine

Coorientadores: Eliana Boaventura Bernardes Moura Alves
Daniel Brianezi

VIÇOSA – MINAS GERAIS

2014

RENATO FRANCISCO FARIA OLIVEIRA

DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA INVENTÁRIO
DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE UM EVENTO E
APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA PARA CÁLCULO DE
BALANÇO DE CARBONO EM PROPRIEDADES RURAIS

Monografia, apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa como requisito para obtenção do título de bacharel em Engenharia Florestal.

APROVADA: 03 de fevereiro de 2014.

Eliana B. B. Moura Alves
(Coorientadora)
(UFV)

Daniel Brianezi
(Coorientador)
(UFV)

Carlos Moreira M. Eleto Torres
(UFV)

Prof. Gumercindo Souza Lima
(UFV)

Prof. Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
(Orientador)
(UFV)

AGRADECIMENTOS

O agradecimento inicial e mais importante é a Deus, pelas bênçãos, desafios, oportunidades e realizações proporcionadas em toda minha vida.

À cidade de Viçosa, à Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal (DEF), por proporcionar minha formação profissional.

Ao professor Laércio A. G. Jacovine, pela confiança, profissionalismo e oportunidades ao longo do curso. Aos amigos Daniel Brianezi e Eliana B. B. Moura Alves, pela amizade e pela fundamental contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Grupo de Estudos em Economia Ambiental (GEEA), ao Centro Acadêmico de Engenharia Florestal Arlindo de Paula (CAEF) e ao Grupo de Educação e Interpretação Ambiental Mata do Paraíso (GEIA-MATA) por todo aprendizado e pelas conquistas pessoais e profissionais.

Aos meus pais, Eugenio e Elyne, que além de inspiração e referência no dia-a-dia, sempre apoiaram meus sonhos e proporcionaram meios para realizá-los. Serei eternamente grato por todo o aprendizado que tenho com vocês e por todo amor recebido.

Aos meus irmãos, Eduardo e Lucas, pelo exemplo de perseverança e simplicidade, além dos grandes momentos de alegria compartilhados.

Aos meus avós, tios, primos e demais familiares que, mesmo tão distantes, sempre me deram forças para prosseguir.

Aos eternos companheiros do Woodnese, o melhor e mais tradicional time da Engenharia Florestal, por todas as conquistas, raça, amizade e companheirismo.

Ao meu grande amigo Ricardo e toda a família Fernandes Pena, que me acolheu e me fez sentir em casa novamente. À nossa vivência e eterna amizade.

À todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

"Para se tornar verdadeiramente grande é preciso estar ao lado das pessoas, e não acima delas".

Montesquieu

BIOGRAFIA

Renato Francisco Faria Oliveira, filho de Eugenio de Oliveira e Elyne Maria de Faria Oliveira, nasceu em 29 de abril de 1990, na cidade de Anápolis, Goiás.

Em 2007 concluiu o ensino médio no Colégio Galileu, em Anápolis, Goiás.

Em 2008 ingressou no curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, concluindo em março de 2014.

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVO GERAL.....	19
2.1	Objetivos específicos	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1	Descrição da área de estudo	21
3.2	O sistema de cálculo de balanço de carbono.....	23
3.3	Inventário de Gases de Efeito Estufa da Semana do Fazendeiro	24
3.4	Criação de indicadores para o inventário de gases de efeito estufa.....	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1	Descrição do sistema atual de cálculo de balanço de carbono	25
4.1.1	Dados inseridos no sistema	25

4.1.2 Cadastro do produtor	26
4.1.3 Pecuária.....	27
4.1.4 Energia	27
4.1.5 Transporte	29
4.1.6 Culturas Agrícolas	30
4.1.7 Incremento de Carbono.....	31
4.1.8 Balanço de Carbono.....	32
4.1.9 Parâmetros avaliados	35
4.1.10 Proposta de melhorias	46
4.2 Descrição dos parâmetros e dos escopos do inventário de GEE na Semana do Fazendeiro.....	51
4.2.1 Emissões diretas de GEE – Escopo 1	51
4.2.2 Emissões indiretas de GEE – Escopo 2	54
4.2.3 Outras emissões indiretas de GEE – Escopo 3.....	55
4.3 Criação de indicadores para o inventário de gases de efeito estufa.....	58
5 CONCLUSÕES	66
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores de emissão de CH ₄ decorrentes do processo de fermentação entérica por diferentes tipos de animais e regiões do Brasil (kgCO ₂ /cabeça/ano)	36
Tabela 2 - Fatores de emissão de CH ₄ pela decomposição dos dejetos de diferentes tipos de animais e regiões do Brasil (kgCO ₂ /cabeça/ano).....	37
Tabela 3 - Dados de emissão de N ₂ O por tipo de animal no Brasil.....	38
Tabela 4 – Fatores de emissão por diferentes fontes de energia	40
Tabela 5 – Fatores de emissão por tipo de combustível e para ônibus de viagem	42
Tabela 6 – Emissões diretas e indiretas de N ₂ O em 1990 e 1994.	43
Tabela 7 – Média das emissões diretas e indiretas de N ₂ O de 1990 e 1994 por região do Brasil (tN ₂ O/ha)	44
Tabela 8 – Fator de incremento para a cultura do Pinus e do Eucalipto.....	44
Tabela 9 – Fator de incremento de carbono por tipo de fitofisionomia.....	45
Tabela 10 – Fator de incremento por idade da cultura.....	45
Tabela 11 – Recomendação de adubação nitrogenada no plantio por tipo de cultura (kg de N / ha).....	49

Tabela 12 – Recomendação de adubação nitrogenada de manutenção por tipo de cultura (kg de N / ha).....	49
Tabela 13 – Recomendação de calagem por tipo de cultura (kg/ha)	50
Tabela 14 – Processamento dos dados coletados durante as Semanas do Fazendeiro de 2010, 2011 e 2012.....	58
Tabela 15 – Emissão de GEE em tCO _{2e} . nos três primeiros anos de realização do projeto Carbono Zero.....	60
Tabela 16 – Valores da participação de cada variável na emissão do referido escopo e no total das emissões	61
Tabela 17 – Criação dos coeficientes através da divisão das emissões do evento com as variáveis escolhidas para cada coeficiente	63
Tabela 18 – Cálculo do valor de P.....	64
Tabela 19 – Comparativo entre as emissões calculadas através da coleta de dados e emissões geradas através dos indicadores.....	65
Tabela 20 – Emissão per capita de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro para os anos de 2010, 2011 e 2012.....	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Edições da Semana do Fazendeiro neutralizadas pelo Carbono Zero	22
Figura 2 – Tela de apresentação do sistema Carbono Zero	23
Figura 3 – Tela de cadastro do produtor	26
Figura 4 – Tela de dados sobre a pecuária	27
Figura 5 – Tela de dados sobre a energia	28
Figura 6 – Tela de dados sobre o transporte.....	29
Figura 7 – Tela de dados sobre as culturas agrícolas.....	30
Figura 8 – Tela de dados sobre o incremento de carbono.....	32
Figura 9 – Tela de resumo do balanço de carbono	33
Figura 10 – Resumo do cálculo do balanço de carbono	34
Figura 11 – Tela atualizada sobre as culturas agrícolas.....	50

EXTRATO

OLIVEIRA, Renato Francisco Faria. Monografia de graduação. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES PARA INVENTÁRIO DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE UM EVENTO E APRIMORAMENTO DE UM SISTEMA PARA CÁLCULO DE BALANÇO DE CARBONO EM PROPRIEDADES RURAIS**. Orientador: Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.

Observatórios internacionais registraram, em 2013, a maior concentração já mensurada de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera, chegando a 400 partes por milhão. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com esta elevada concentração de CO₂, as mudanças na temperatura do Planeta poderão ser ainda mais drásticas. Os gases de efeito estufa (GEE) tem relação estreita com o aumento da temperatura e é consenso que as atividades antrópicas tem contribuído de forma significativa na elevação dos níveis destes gases. Dessa forma, foi discutido, em âmbito global e local, a necessidade de criação de ferramentas que possibilitem a mensuração, neutralização e redução de emissões de GEE. O governo brasileiro tem sido pioneiro na busca por iniciativas sustentáveis, como a criação da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e a adoção de metas voluntárias de redução de suas emissões. Dentre as iniciativas, merecem destaque o Programa GHG Protocol para inventário de emissões de GEE e o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que dentre vários objetivos, incentiva o financiamento de práticas agrícolas com baixa emissão de GEE. O processo de coleta de dados para inventários de GEE é trabalhoso e há a necessidade de ferramentas para cálculo do balanço de carbono em propriedades rurais para que o produtor conheça a sua realidade. Assim, neste trabalho, objetivou-se o desenvolvimento de indicadores para inventário de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro da Universidade Federal de Viçosa e o aprimoramento de um sistema para cálculo do balanço de carbono em propriedades rurais. O estudo ocorreu na Universidade Federal de Viçosa (UFV), a qual criou o Carbono Zero, um projeto que realiza o inventário e neutralização dos GEE emitidos pelo evento Semana do Fazendeiro. Dentre as atividades executadas pelo Carbono Zero, uma delas é o cálculo do balanço de carbono dos produtores rurais que visitam o estande do projeto no evento. O sistema utiliza o *software* Microsoft Excel e determinados parâmetros são quantificados para cálculo das emissões, incremento e posterior balanço. Como resultado, verificou-se que a metodologia do sistema está em consonância com as orientações do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e IPCC, e, foram propostas melhorias que o sistema ganhe ainda mais credibilidade. Também foi possível, a partir de dados históricos da neutralização da Semana do Fazendeiro, o desenvolvimento de uma função matemática para inventariar as emissões de GEE em eventos. Sendo assim, é possível concluir que o sistema criado para o cálculo

do balanço de carbono em propriedades rurais atende às necessidades de produtores que queiram conhecer a emissão de sua propriedade e que a adoção de novas variáveis podem garantir ao sistema o uso contínuo. E, o cálculo de indicadores para a neutralização de eventos é uma iniciativa pioneira no Brasil, sendo portanto, possível o seu uso em eventos do mesmo padrão da Semana do Fazendeiro. Também se faz necessária a validação em um estudo e a aplicação de ferramentas estatísticas para aprimorar a função matemática.

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de cinquenta um observatório localizado em Mauna Loa, no Havaí, sob administração do *National and Atmospheric Administration* (NOAA), realiza, em parceria com a autarquia *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), medições das concentrações de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera terrestre. Em maio de 2013 os valores ultrapassaram a concentração de 400 partes por milhão (ppm) do referido gás (BUTLER, 2013).

O valor é expressivo já que, nas discussões ainda na década de 90, os pesquisadores consideravam a concentração de 450 ppm somente a longo prazo, como uma referência para evitar mudanças climáticas drásticas (JONES, 2013). No ano de 2008, os cientistas do *NASA Goddard Institute for Space Studies* (GISS) argumentaram que as concentrações de CO₂ deveriam permanecer inferiores a 350 ppm para preservar um planeta semelhante àquele em que a civilização se desenvolveu e que a vida na Terra está adaptada (HANSEN et al., 2008).

As alterações das concentrações dos principais Gases de Efeito Estufa (GEE) – dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) – tem relação estreita com o efeito estufa, fenômeno natural responsável pela manutenção da vida na Terra. No efeito estufa a radiação solar atravessa a atmosfera e a maioria desta radiação é absorvida pela superfície terrestre, aquecendo-a. Entretanto, parte é refletida de volta ao espaço e a fração infravermelha (calor) é retida por gases presentes nas camadas mais baixas da atmosfera. Estes gases com capacidade de retenção de calor são justamente os GEE e alterações nas concentrações dos mesmos têm causado mudanças no balanço de radiação solar do planeta, com tendência ao aquecimento da temperatura terrestre (CORDEIRO et al., 2012).

De acordo com o quinto relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2013), é muito provável – 95% de certeza – que metade da elevação da temperatura média global observada de 1951 até 2010 tenha como causa as atividades antrópicas, principalmente pelo aumento de emissões de GEE. Os impactos das mudanças já podem ser observados com alterações no clima, na biodiversidade e no ciclo hidrológico, com a ocorrência de eventos climáticos extremos, a aceleração do degelo, dentre outros.

Dessa forma, foi discutido em âmbito global e local a necessidade de criação de mecanismos que alterassem o panorama climático do Planeta. A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC), resultado da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro em 1992, foi o grande marco na busca de soluções para o problema do aquecimento global, onde objetivou-se a estabilização das concentrações de GEE, sendo o Brasil o primeiro país a assiná-la (CASTRO, 2007).

Após a aprovação da CQNUMC, as discussões entre os governos e o meio científico foram realizadas através das Conferências das Partes (COP). Desde 1995, os representantes dos países que assinaram a CQNUMC se reúnem, anualmente, para debater o assunto, sendo a COP a autoridade máxima para a tomada de decisões dos novos rumos que envolvam as mudanças climáticas e as ações a serem adotadas pelos países em questão. Dentre as conferências, a COP 3, que ocorreu em Quioto, no Japão, foi importante devido a elaboração do Protocolo de Quioto, tratado que estabeleceu metas de

redução das emissões antrópicas em pelo menos 5,0% abaixo dos níveis de 1990, no período de 2008 até 2012, para os países desenvolvidos, considerados como Anexo I da Convenção (RIBEIRO, 2007).

Como resultado do primeiro prazo de vigência do Protocolo, que venceu em 2012, houve a redução total de 16% das emissões, em relação aos níveis de 1990, pelos países do Anexo I, entretanto, alguns deles não conseguiram alcançar suas metas. Na COP 18, que ocorreu ainda em 2012 no Catar, houve a modificação dos países que assinaram o acordo, os quais se comprometeram a reduzir suas emissões em no mínimo 18%, também em relação aos níveis de 1990, no novo período de vigência, que é de 2013 até 2020, mesmo que de maneira voluntária (UNFCCC, 2013a).

O Protocolo de Quioto determinou que os países deveriam atingir suas metas através de iniciativas próprias, porém, também criou três mecanismos de flexibilização baseados na comercialização das reduções entre as Partes. Os três mecanismos são a Implementação Conjunta (IC), Comércio de Emissões (CE), e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Estes mecanismos foram importantes para auxiliar os países do Anexo I a atingir suas metas, e, principalmente o MDL, por permitir a implementação de projetos de redução de emissões nos países não-Anexo I, estimulando o investimento em alternativas sustentáveis nestes países (UNFCCC, 2013b).

Em 2009 foi criada a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), na qual o Brasil assumiu o compromisso, por meio de ações voluntárias, de reduzir entre 36,1% e 38,9%, as emissões projetadas em 2020, com base nos valores de 2005 (MCTI, 2010). A PNMC também dispõe sobre o uso de instrumentos financeiros e econômicos para incentivar a procura por práticas de mitigação e adaptação às alterações do clima. Brianezi (2012) destaca que a PNMC salienta o compromisso do Brasil de identificar e quantificar suas emissões e remoções de GEE, incentivando a prática de inventários corporativos.

O Programa Brasileiro GHG Protocol é uma das alternativas que buscam promover a cultura corporativa de mensuração, publicação e gestão voluntária das emissões de GEE no Brasil. Ao conhecer o perfil das emissões a organização pode estabelecer estratégias, planos e metas para redução e gestão das emissões de gases de efeito estufa. Assim, é possível visualizar oportunidades de novos negócios no mercado

de carbono, atrair novos investimentos ou ainda planejar processos que garantam eficiência econômica, energética ou operacional (GVces, 2013).

As organizações e indivíduos, de forma voluntária, estão demonstrando seu compromisso com a redução das emissões de GEE. Entre as ações se destaca a neutralização de eventos. Conforme ressalta Avigo (2013), os eventos, sejam eles corporativos ou não, devem adequar seu processo às práticas sustentáveis, principalmente para a consolidação e transmissão de uma imagem fundamentada em valores responsáveis, o que poderá proporcionar uma maior fidelização e atratividade do público.

A Universidade Federal de Viçosa, em iniciativa pioneira, criou em 2010 o projeto Carbono Zero, cujo objetivo é quantificar, neutralizar e propor medidas de redução das emissões de GEE produzidas no decorrer do evento Semana do Fazendeiro. Também são realizadas atividades de extensão com os visitantes do evento, produtores rurais em sua maioria. Através do atendimento no estande do projeto é realizado o cálculo do balanço de carbono das propriedades rurais e também a pegada de carbono dos moradores da zona urbana. Com isso, os participantes passam a conhecer a sua realidade e desperta-se a consciência para a importância de ações que prevejam os impactos das emissões de GEE.

Tito et al. (2009) ressalta que a maioria dos produtores rurais não conhece o potencial de suas propriedades em sequestrar carbono, assim como as modalidades de projetos e os procedimentos necessários para que se possa obter retornos financeiros com este fim. O autor também destaca os maiores desafios enfrentados pelos produtores para acesso ao mercado de carbono, como a necessidade de mecanismos para uma correta quantificação e monitoramento de estoques de carbono, o insuficiente conhecimento de técnicas e práticas de manejo agroflorestal e agroecológico e, dentre outros, a falta de políticas públicas adequadas para promover tais investimentos.

Um dos principais entraves para a implementação de projetos visando a inserção de produtores rurais no mercado de carbono é a inexistência de métodos precisos e com baixo custo para a determinação e monitoramento do fluxo de carbono decorrente das atividades na propriedade rural. Os métodos existentes, além de trabalhosos e de demandar muito tempo, foram criados para grandes plantações florestais, não atentando para as peculiaridades existentes na pequena propriedade (TITO, 2009).

Silveira & Machado (2010) reforçam que o Brasil merece destaque por adotar medidas sustentáveis ou parcialmente sustentáveis, como o investimento em Biocombustíveis e o programa Proálcool, além da própria PNMC. Em 2010, foi estabelecida a constituição do Plano Setorial para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura, também denominado Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Seu objetivo geral é promover a mitigação da emissão de GEE na agricultura, melhorando a eficiência no uso de recursos naturais e aumentando a resiliência de sistemas produtivos e de comunidades rurais, possibilitando a adaptação do setor agropecuário à mudança do clima, surgindo como uma boa oportunidade aos produtores rurais. (CORDEIRO, 2012).

Sendo assim, em função da importância das atividades pecuária, agrícola e florestal no Brasil, justificam estudos em relação às quantificações de emissões e incremento de carbono nas propriedades. Dessa forma, espera-se gerar mais conhecimento sobre o tema e que possibilite ao produtor rural conhecer sua realidade, permitindo que práticas mais efetivas possam ser implementadas para melhorar o balanço de carbono das atividades rurais. Através da inserção de novas variáveis e a possibilidade de atualização dos fatores de emissão, a credibilidade do sistema ganha ainda mais relevância.

Como o inventário de GEE com fins de neutralização é um processo burocrático e dispendioso, alternativas que substituam o modo tradicional de coletar os dados podem ganhar espaço, desde que garantam uma confiabilidade a quem está executando. Com base nisso, surge a necessidade de criação de indicadores para facilitar o inventário, em consonância com a recente relevância da neutralização de eventos em nosso país, sendo os indicadores de grande valia devido à dificuldade de coleta e processamento de dados para o mesmo fim.

2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver indicadores para inventário de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro da Universidade Federal de Viçosa e aprimorar um sistema para cálculo do balanço de carbono em propriedades rurais.

2.1 Objetivos específicos

- Descrever a metodologia utilizada para realização do cálculo de balanço de carbono em propriedades rurais pertencentes aos participantes da Semana do Fazendeiro;
- Descrever os parâmetros e os escopos utilizados para a realização do inventário de emissões de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro;
- Propor o aprimoramento da metodologia de cálculo de balanço de carbono em propriedades rurais;

- Desenvolver indicadores para o cálculo das emissões geradas pelo evento Semana do Fazendeiro, de forma a facilitar a coleta de dados e permitir o uso em outros eventos similares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo

A Universidade Federal de Viçosa tem origem na Escola Superior de Agricultura e Veterinária (ESAV), criada em 1922. A UFV foi criada em 1926 e as atividades foram iniciadas em 1927 com a instalação dos Cursos Fundamental e Médio e, no ano seguinte, do Curso Superior de Agricultura. Já no ano de 1948 o Governo do Estado transformou a ESAV em Universidade Rural do Estado de Minas Gerais (UREMG), que era composta por várias escolas. Devido ao desenvolvimento bem estruturado e a sólida base adquirida, a UREMG adquiriu renome em todo o País, o que motivou o Governo Federal a federalizá-la com o nome de Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2013).

Como alicerce de sua filosofia de trabalho, a UFV adotou o ensino, a pesquisa e a extensão desde o seu início em 1927 (na época, então ESAV). Após três anos de atividades, com o propósito inovador de aproximar a universidade da sociedade, a UFV criou a Semana do Fazendeiro. A Semana do Fazendeiro foi a primeira atividade extensionista desenvolvida por uma universidade brasileira. Em 2013, o evento

completou 84 anos de existência, ocorrendo ininterruptamente desde sua criação. (SEMANA DO FAZENDEIRO, 2013).

Na busca de conciliar a realização da Semana do Fazendeiro com a preocupação ambiental, a Pró-Reitoria de Extensão e Cultura (PEC), em parceria com o Departamento de Engenharia Florestal (DEF), criou, em 2010, o Carbono Zero, que tem como objetivos:

- Realizar o inventário e neutralização dos GEE provenientes das atividades realizadas na Semana do Fazendeiro;
- Realizar ações de educação ambiental recepcionando o público participante e/ou visitante do evento em um estande;
- Realizar o cálculo do balanço de carbono de moradores da zona urbana e rural;
- Realizar a doação de mudas de espécies nativas da Mata Atlântica e, através da troca de experiências, despertar a importância das ações individuais na mitigação das mudanças climáticas.
- Propor, junto à organização do evento, técnicas que auxiliem na redução das emissões de GEE gerados pelo evento;

Na Figura 1 são exibidos os cartazes das edições da Semana do Fazendeiro já neutralizadas pelo projeto Carbono Zero.



Figura 1 - Edições da Semana do Fazendeiro neutralizadas pelo Carbono Zero

3.2 O sistema de cálculo de balanço de carbono

Como o enfoque da Semana do Fazendeiro é o produtor rural, foi criado um sistema de cálculo de balanço de carbono em propriedades rurais baseado no *software* Microsoft Excel (Figura 2). Dessa forma, é possível atender ao visitante que tenha interesse em conhecer o perfil das emissões e a estimativa do incremento em carbono de sua propriedade. No sistema é realizado um cadastro com informações pessoais básicas e da propriedade. Em seguida, são fornecidos dados pelo produtor para se realizar o inventário das emissões e do incremento, para, posteriormente, o cálculo de balanço de carbono do mesmo.

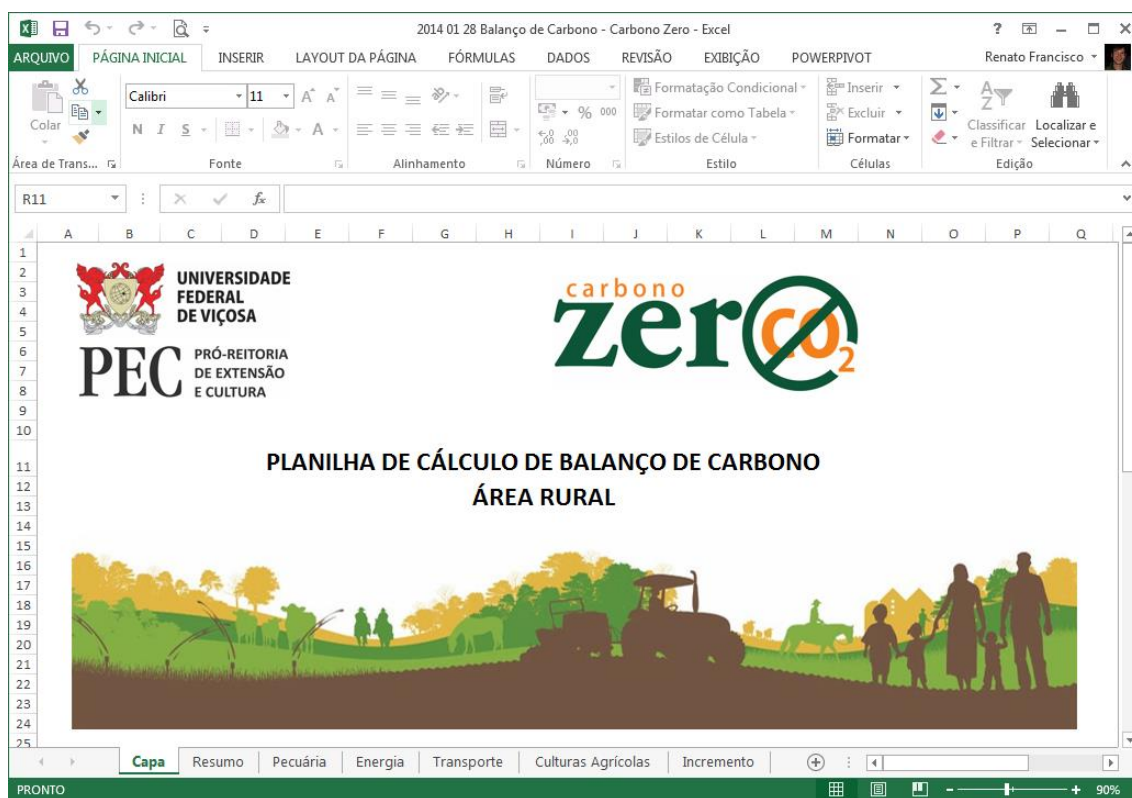


Figura 2 – Tela de apresentação do sistema Carbono Zero

De forma a aperfeiçoar o sistema de cálculo de balanço de carbono, o mesmo foi avaliado e descrito e foram sugeridas propostas de melhorias.

3.3 Inventário de Gases de Efeito Estufa da Semana do Fazendeiro

A descrição da metodologia do inventário de gases de efeito estufa foi realizada a partir dos relatórios referentes aos anos de 2010, 2011 e 2012. Por meio dos documentos, Carbono Zero: Inventário e Neutralização das Emissões de Gases de Efeito Estufa (UFV, 2011 e 2012), foi possível verificar o passo-a-passo para a coleta de dados, os resultados das emissões e a quantidade de árvores necessárias para elaborar o evento.

3.4 Criação de indicadores para o inventário de gases de efeito estufa

A criação de indicadores ocorreu a partir de uma função matemática. A emissão total do evento foi calculada em função de variáveis de fácil mensuração, já que o objetivo é facilitar o inventário de GEE. Os coeficientes relacionados com cada variável foram gerados através dos dados históricos de emissão da Semana do Fazendeiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste trabalho foram divididos em três tópicos principais seguindo o que foi proposto nos objetivos. A primeira etapa é composta pelas informações sobre o sistema de cálculo de balanço de carbono, quais parâmetros o mesmo utiliza e a proposta de melhorias. Após isso, são descritos os parâmetros utilizados para o inventário de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro. Por último, através dos dados históricos de emissões do evento foi desenvolvida a função matemática para facilitar os cálculos do inventário.

4.1 Descrição do sistema atual de cálculo de balanço de carbono

4.1.1 Dados inseridos no sistema

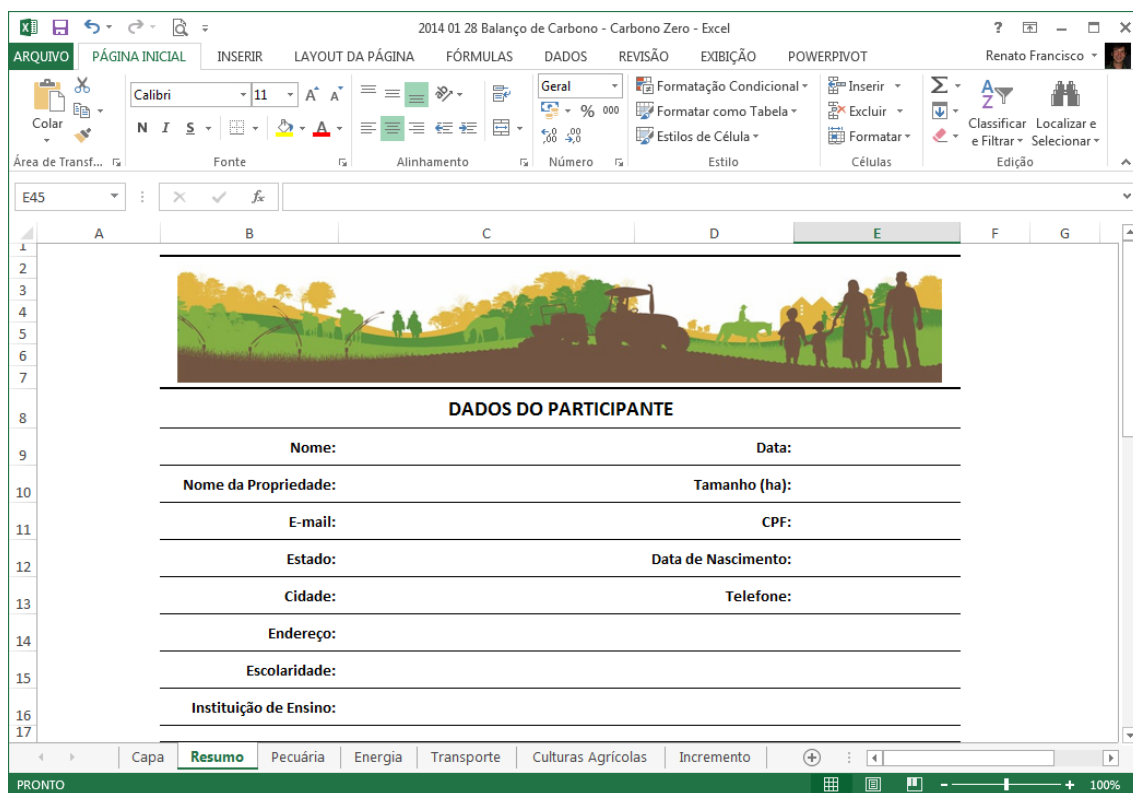
Como o sistema tem o objetivo de fornecer informações rápidas ao visitante para fins de cálculo do balanço de carbono, são consideradas as principais fontes de emissão provenientes da propriedade dentre as várias atividades realizadas pelo produtor rural.

São seis etapas de inserção dos dados: cadastro do produtor, emissões da pecuária, do gasto de energia, do transporte, das culturas agrícolas e do incremento pelas árvores.

Considerou-se para elaboração do inventário de GEE as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Os resultados, ao final, são convertidos para a unidade padrão tCO_{2e}. (toneladas equivalente de dióxido de carbono) de acordo com o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás.

4.1.2 Cadastro do produtor

A primeira etapa preenchida no sistema são as informações básicas do produtor rural (Figura 3). Devido a importância de se ter um maior conhecimento sobre o produtor os dados utilizados são: Nome, Nome da Propriedade, Tamanho (ha), E-mail, CPF, Data de Nascimento, Telefone, Estado, Cidade, Endereço, Escolaridade e Instituição de Ensino. Dessa forma, estes dados permitirão a execução de estudos sobre o perfil do visitante em relação às suas emissões, por exemplo.



The image shows a screenshot of an Excel spreadsheet titled "2014 01 28 Balanço de Carbono - Carbono Zero - Excel". The spreadsheet is open to the "Resumo" tab, which contains a registration form for a participant. The form is titled "DADOS DO PARTICIPANTE" and is located in the range E45 to E17. The form consists of several rows, each with a label and a corresponding input field. The labels are: Nome, Data, Nome da Propriedade, Tamanho (ha), E-mail, CPF, Estado, Data de Nascimento, Cidade, Telefone, Endereço, Escolaridade, and Instituição de Ensino. The spreadsheet interface shows the "ARQUIVO" menu, the "PÁGINA INICIAL" ribbon, and the "RESUMO" tab selected. The status bar at the bottom indicates "PRONTO" and "100%".

DADOS DO PARTICIPANTE	
Nome:	Data:
Nome da Propriedade:	Tamanho (ha):
E-mail:	CPF:
Estado:	Data de Nascimento:
Cidade:	Telefone:
Endereço:	
Escolaridade:	
Instituição de Ensino:	

Figura 3 – Tela de cadastro do produtor

4.1.3 Pecuária

O próximo passo é a inserção dos dados referentes às criações de animais existentes na propriedade. São necessárias as quantidades médias anuais de gado de corte, gado de leite, suínos, ovinos, caprinos, equinos, muares, aves e bubalinos. Na Figura 4 é possível verificar como os dados são inseridos no sistema.

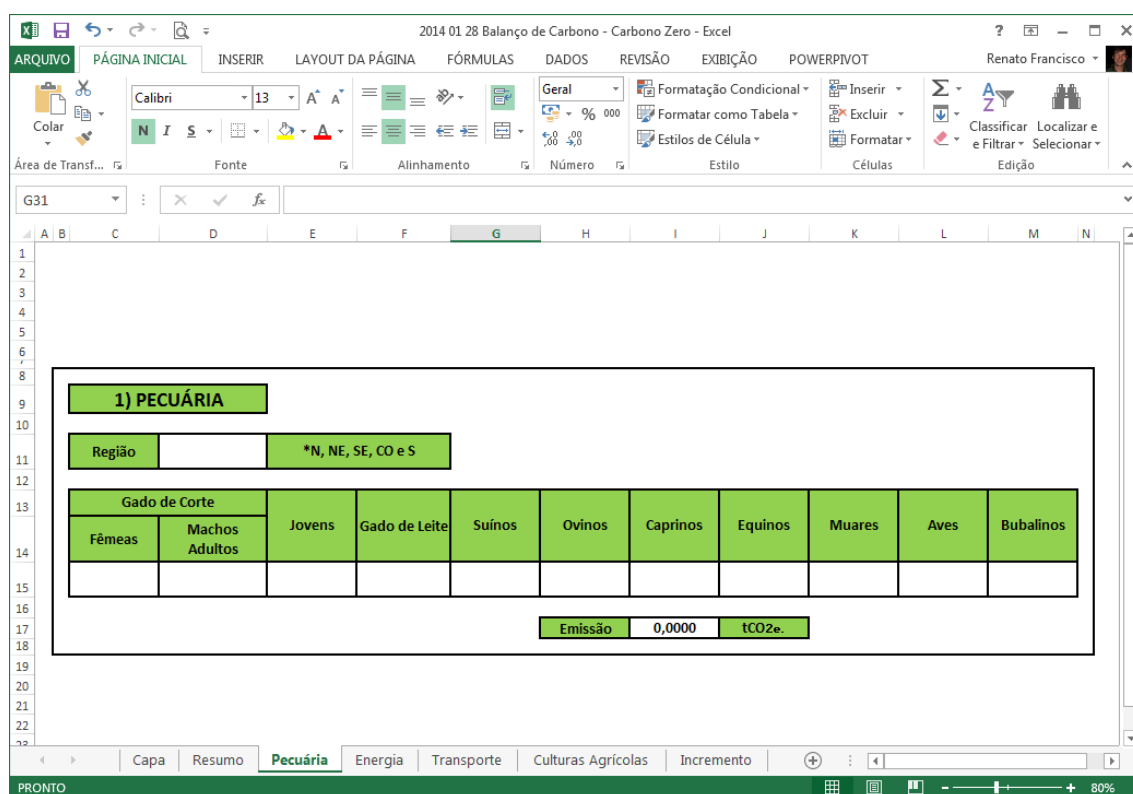


Figura 4 – Tela de dados sobre a pecuária

4.1.4 Energia

A etapa de energia é dividida em energia elétrica, madeira para energia e Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), também conhecido como gás de cozinha (Figura 5). São considerados os valores mensais de consumo quilowatt-hora (kWh) ou o valor médio

pago pela conta de energia elétrica, em reais (R\$) por mês. Através de um destes dois dados o sistema calcula a quantidade de kWh consumido no ano. Também é informada a quantidade média de madeira para energia consumida mensalmente na propriedade, a qual o sistema transformará para consumo anual. Por fim, é necessária a quantidade de botijões consumidos por mês, além do peso do botijão.

A queima de biomassa resulta em emissões consideradas neutras em carbono, porque este é gerado através de seu ciclo natural. Dessa forma, neste campo são considerados o dióxido de carbono biogênico, diferente daquele derivado de energia fóssil. As emissões de CO₂ provenientes de madeira para energia não são contabilizadas na somatória de emissões finais. Diferentemente das emissões neutras, outros GEE emitidos na combustão dos combustíveis da caldeira são contabilizados na emissão final, sendo eles o N₂O e o CH₄.

2) ENERGIA				
Energia Elétrica		Madeira para Energia (kg madeira/mês)	Gás de Cozinha	
Consumo (kWh/mês)	Valor da Conta (R\$/mês)		Botijões (n°/ano)	Peso (kg)

EMISSÃO	tCO2eq

Figura 5 – Tela de dados sobre a energia

4.1.5 Transporte

Para a etapa de transporte é considerado o consumo mensal de combustíveis utilizados pelos veículos, máquinas, equipamentos e implementos que tem envolvimento direto com as atividades realizadas na propriedade (Figura 6). Para o cálculo da emissão o próprio sistema transforma o valor para o consumo anual.

Devido ao excesso de atividades na propriedade rural a contratação de terceiros para trabalhar é uma prática comum no Brasil, principalmente nas épocas de plantio e colheita. Dessa forma, são considerados o tipo e número de veículos, além da distância percorrida mensalmente designados ao transporte de trabalhadores. O sistema realiza as conversões necessárias, as quais são descritas nos parâmetros avaliados do transporte.

3) TRANSPORTE						
Gasolina (litros/mês)	Diesel (litros/mês)	Gás natural veicular (m³/mês)	Querosene para aviação (litros/mês)	Veículos de terceiros usados para transporte de trabalhadores		
				Tipo de veículo	Distância (km/mês)	Número de Veículos
				Ônibus		
				Automóvel		
				Motocicleta		
Emissão		0,0000	tCO _{2e} .			

Figura 6 – Tela de dados sobre o transporte

4.1.6 Culturas Agrícolas

Para as emissões provenientes das culturas agrícolas leva-se em consideração a área produzida de cada cultura (Figura 7). Os dados das culturas são referentes às áreas cultivadas no último ano, com relação aos cultivos de algodão, arroz, café, cana-de-açúcar, feijão, mandioca, milho, soja e trigo. As culturas em questão foram escolhidas devido ao seu amplo cultivo no Sudeste, região onde está localizada a UFRV e de onde se origina a maior parte dos visitantes da Semana do Fazendeiro. O campo “outras culturas” pode ser utilizado caso o produtor rural tenha outros cultivos em sua propriedade.

4) CULTURAS AGRÍCOLAS

REGIÃO

N = Norte
NE = Nordeste
SE = Sudeste
S = Sul
CO = Centro-Oeste

EMISSÃO
tCO_{2e}.

Culturas	Área
Milho	ha
Soja	ha
Feijão	ha
Arroz	ha
Cana-de-açúcar	ha
Mandioca	ha
Trigo	ha
Algodão	ha
Café	Nº
Pastagem manejada	ha
Outras culturas	ha

Figura 7 – Tela de dados sobre as culturas agrícolas

4.1.7 Incremento de Carbono

O último dado inserido no sistema refere-se ao incremento de carbono decorrente de florestas de produção, com fins madeireiros, como o Eucalipto e Pinus; árvores frutíferas e nativas plantadas, com idades variando entre 2 e 5 anos, 5 e 10 anos, 10 e 15 anos e plantios com idade superior a 15 anos; e floresta nativa natural existentes na propriedade com objetivo de preservação, as quais são classificadas conforme a fitofisionomia existente no local, sendo elas, cerrado, floresta primária e floresta secundária (10, 20 e 80 anos).

A resolução nº 29 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define, em seu artigo 1º, que uma vegetação primária é aquela de grande expressão local, vasta diversidade biológica e que as ações antrópicas sejam mínimas e não tenham afetado de forma significativa as características originais de estrutura e de espécies. No artigo 2º da mesma resolução é definido que uma vegetação secundária é aquela resultante de algum processo natural de sucessão, o qual se estabeleceu após a supressão parcial ou total da vegetação primária, por causas antrópicas ou naturais (CONAMA, 1994). Dessa forma, para fim de aplicação do sistema, com o passar dos anos a vegetação secundária tende a se aproximar das características de uma formação primária. A Figura 8 exibe a tela com as informações a serem inseridas sobre o incremento de carbono.

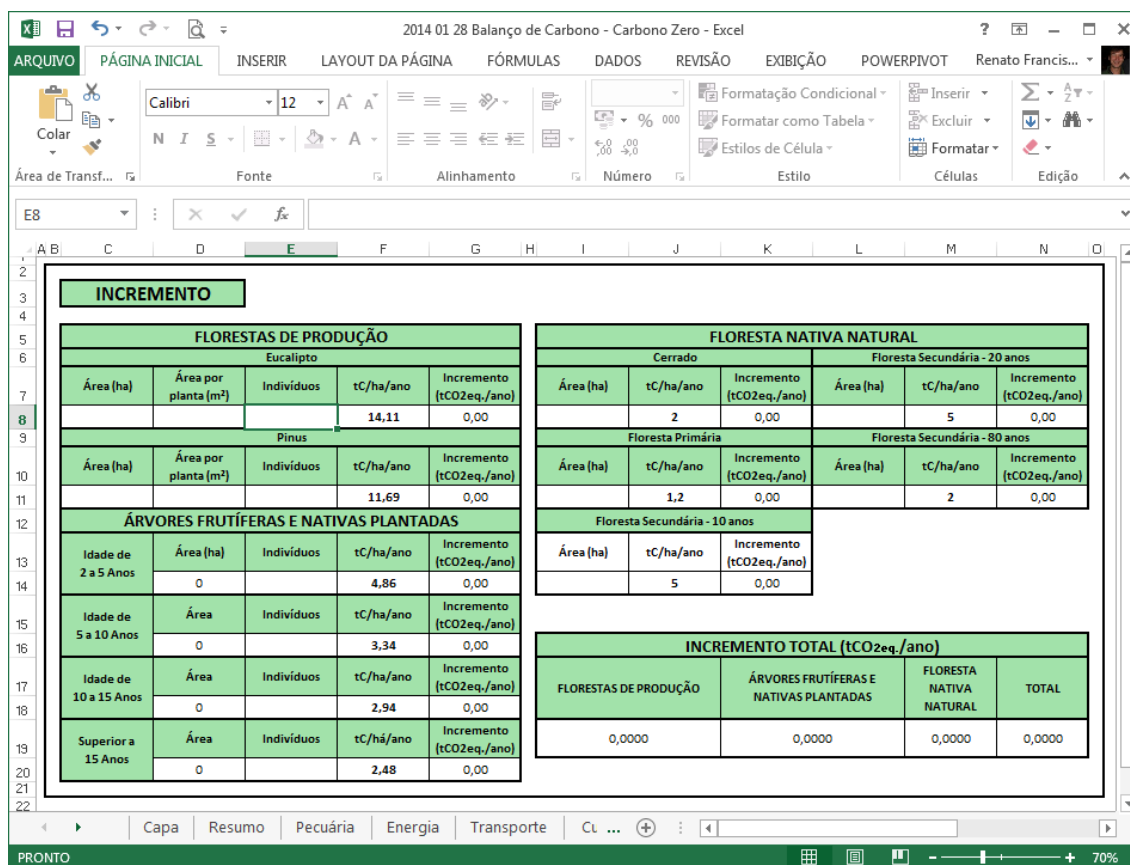


Figura 8 – Tela de dados sobre o incremento de carbono

4.1.8 Balanço de Carbono

Após a quantificação dos dados das emissões e do incremento é calculado o balanço de carbono da propriedade rural, que é o cálculo entre as emissões e as remoção de carbono. Na Figura 9 é esquematizado o cálculo do balanço de carbono. Junto aos dados do cadastro do produtor são exibidas as informações detalhadas de cada uma das etapas do cálculo (Figura 10). São resumidas as emissões provenientes de cada fonte de emissão, a emissão total, o incremento total e o balanço, em tCO_{2e}. A conversão das emissões é realizada para tCO_{2e}, por ser a unidade padrão de representação de emissões de GEE. Além disso, são informadas as quantidades de árvores que o produtor possui de crédito, ou a quantidade que é necessária plantar para compensar suas emissões.

EMISSIONS			
1) Pecuária	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
2) Energia	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
3) Transporte	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
4) Culturas Agrícolas	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
Emissão Total	0,0000	tCO_{2e}.	Emissões anuais de CO₂
INCREMENTO			
1) Floresta de Produção	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
2) Floresta Nativa Natural	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
3) Árvores Frutíferas e Nativas Plantadas	0,0000	tCO _{2e} .	Emissões anuais de CO ₂
Incremento Total	0,0000	tCO_{2e}.	Emissões anuais de CO₂
BALANÇO DE CARBONO			
Balanço Total	0,0000	tCO_{2e}.	Emissões anuais de CO₂
Se o valor for negativo (-), você está emitindo mais CO ₂ do que retirando da atmosfera.			
Se o valor for positivo (+), você está retirando mais CO ₂ do que emitindo para a atmosfera.			
Compensação	-	Mudas a serem plantadas para neutralizar suas emissões.	
Crédito	-	Número do crédito de árvores que está contribuindo favoravelmente para minimização do efeito estufa.	

Figura 9 – Tela de resumo do balanço de carbono

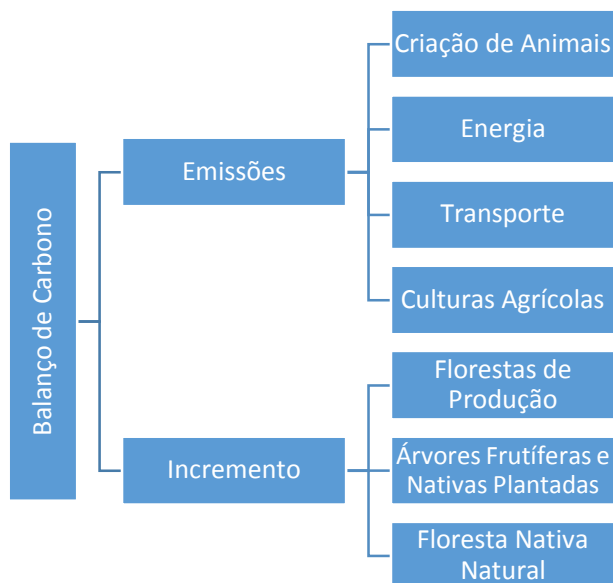


Figura 10 – Resumo do cálculo do balanço de carbono

Ao utilizar como base o total das emissões de GEE do produtor, do incremento de carbono por área calculado em sua propriedade e também de acordo com o espaçamento utilizado, será obtido o número de árvores necessário para compensar todas as emissões, conforme equações 1 e 2:

$$\text{Área do plantio} = \frac{E}{(T * I - LB)} \quad (1)$$

$$N = \left(\frac{\text{Área de plantio (ha)} \times 10000 \text{ (m}^2 \cdot \text{ha}^{-1})}{\text{Área de cada muda no campo (m}^2)} \right) * \left(1 + \frac{\text{mortalidade (\%)}}{100} \right) \quad (2)$$

Onde:

N = número de árvores

E = emissões de GEE totais do evento, em tCO_{2e}.

I = incremento de carbono por hectare.ano⁻¹

LB = linha de base, em hectare.ano⁻¹

T = tempo de fixação de carbono pela floresta, em anos.

Fator de conversão de C em CO₂ é (44/12)

Como linha de base do projeto é adotado o cenário mais provável observado na área escolhida para o projeto na ausência do mesmo, conforme recomenda o IPCC. Nesse trabalho a linha de base utilizada é uma pastagem degradada cujo estoque e incremento de carbono foram considerados nulos. Já a taxa de mortalidade é estimada de acordo com estudos de recomposição vegetal e reflorestamento na região.

4.1.9 Parâmetros avaliados

4.1.9.1 Quantificações das emissões

As emissões são estimadas através de informações contidas na Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, elaborada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT, 2004a) e também no Manual de Referência do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) para Inventários de Emissão de Gases de Efeito Estufa (IPCC, 2006). Os cálculos das emissões de GEE são feitos a partir das equações e fatores descritos nos tópicos abaixo:

4.1.9.1.1 Criação de Animais

Nesta categoria são calculadas as emissões referentes ao metano (CH_4) decorrente da decomposição dos dejetos dos animais, ao CH_4 decorrente da fermentação entérica dos rebanhos e ao óxido nitroso (N_2O) dos solos que receberam esterco de animais.

4.1.9.1.1.1 Metano (CH_4) emitido pelo processo de fermentação entérica

A fermentação entérica dos animais ruminantes herbívoros, que faz parte da sua digestão, é uma das maiores fontes de emissão de CH_4 no país. Dentre os diversos tipos

de animais, destacam-se as emissões devidas ao rebanho bovino, que é o segundo maior no mundo (MCTI, 2009). O cálculo da emissão pode ser observado na equação 3:

$$Emissão (kgCH_4/ano) = FE \times \text{Número de Animais} \quad (3)$$

$$Emissão (tCH_4/ano) = Emissão (kgCH_4/ano) / 1000$$

$$Emissão (tCO_{2e.}) = Emissão (tCH_4/ano) \times 25^*$$

Onde:

FE = Fator de emissão para fermentação entérica de cada rebanho

(*) Potencial de aquecimento global (GWP) do CH₄ é 25 vezes maior que do CO₂.

Fonte: IPCC, 2007

O metabolismo de cada tipo de ruminante ou pseudo-ruminante é variado, além de ser influenciado pelas práticas de criação e da intensidade da atividade física, dessa forma, o fator de emissão da maioria dos animais varia conforme a localização geográfica no país. A Tabela 1 resume os fatores de emissão dos principais animais utilizados para criação no Brasil.

Tabela 1 – Fatores de emissão de CH₄ decorrentes do processo de fermentação entérica por diferentes tipos de animais e regiões do Brasil (kgCO₂/cabeça/ano)

Região	Gado de Corte			Gado de leite	Ovinos	Caprinos	Equinos	Muare
	Fêmeas	Machos adultos	Jovens					
Norte	65	62	47	59	5	18	10	10
Nordeste	73	73	56	61	5	18	10	10
Centro-Oeste	67	64	48	61	5	18	10	10
Sudeste	67	64	48	65	5	18	10	10
Sul	65	66	50	62	5	18	10	10
Fonte	MCT, 2004a	MCT, 2004a	MCT, 2004a	MCT, 2004a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a

4.1.9.1.1.2 Metano (CH₄) emitido pela decomposição dos dejetos dos animais

Os sistemas de manejo de dejetos de animais causam emissões de CH₄ e N₂O. A decomposição anaeróbia produz CH₄, principalmente quando os dejetos são estocados em forma líquida (MCTI, 2009). O cálculo da emissão pode ser observado através da equação 4:

$$\text{Emissão (kgCH}_4\text{/ano)} = \text{FE} \times \text{Número Anual de Animais} \quad (4)$$

$$\text{Emissão (tCH}_4\text{/ano)} = \text{Emissão (kgCH}_4\text{/ano)} / 1000$$

$$\text{Emissão (tCO}_{2e}\text{)} = \text{Emissão (tCH}_4\text{/ano)} \times 25^*$$

Onde:

FE = Fator de emissão para decomposição dos dejetos dos animais

(*) Potencial de aquecimento global (GWP) do CH₄ é 25 vezes maior que do CO₂.

Fonte: IPCC, 2007

Assim como no processo de fermentação entérica, a decomposição dos dejetos dos animais tem influência do local, dessa forma, o fator de emissão da maioria dos animais varia conforme a localização geográfica no país. De acordo com MCT (2006a), foram considerados os seguintes sistemas de manejo de dejetos para cálculo dos fatores de emissão: pasto, armazenamento sólido / dispersão *daily spread*, *dry lot*, lagoa anaeróbica e armazenamento líquido. A Tabela 2 resume os fatores de emissão dos principais animais utilizados para criação.

Tabela 2 - Fatores de emissão de CH₄ pela decomposição dos dejetos de diferentes tipos de animais e regiões do Brasil (kgCO₂/cabeça/ano)

Região	Gado de Corte			Gado de leite	Suínos	Ovinos	Caprinos	Equinos	Muales	Aves	Bubalinos
	Fêmeas	Machos adultos	Jovens								
N	2	2	2	5	0,4	0,21	0,22	2,2	1,2	0,023	2
NE	2	2	2	5	1	0,21	0,22	2,2	1,2	0,023	2
CO	2	2	1	3	1	0,16	0,17	1,6	0,9	0,018	1
SE	2	2	1	3	1	0,16	0,17	1,6	0,9	0,117	1
S	1	2	1	1	0,5	0,16	0,17	1,6	0,9	0,117	1
Fonte	MCT, 2004a	MCT, 2004a	MCT, 2004a	MCT, 2006a	MCT, 2004a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a	MCT, 2006a

4.1.9.1.1.3 Óxido nitroso (N₂O) emitido pelos solos que receberam esterco de animais

A deposição de esterco em pastagens são fontes potenciais de emissão de N₂O, principalmente devido ao processo de desnitrificação, além da aceleração da atividade de microrganismos presentes nos solos (SORDI et al., 2010). O cálculo da emissão pode ser observado através da equação 5:

$$Emissão (kgN_2O/animal) = Emissão Média (kgN_2O/ano) / N^o de Animais no Brasil \quad (5)$$

$$Emissão (tN_2O/animal) = Emissão (kgN_2O/animal) / 1000$$

$$Emissão (tN_2O/ano) = Emissão (tN_2O/animal) \times Número de Animais$$

$$Emissão (tCO_{2e.}) = Emissão (tN_2O/ano) \times 298^*$$

Onde:

(*) Potencial de aquecimento global (GWP) do N₂O é 298 vezes maior que do CO₂.

Fonte: IPCC, 2007

Como não existem fatores definidos para a emissão de N₂O, utiliza-se os dados das emissões anuais de óxido nitroso do Inventário Brasileiro, gerando uma emissão média para estes três anos. Após isso, através dos dados estimados da quantidade de animais no Brasil na mesma época, dividiu-se o valor da emissão média anual pela quantidade de cabeças de animais no Brasil, criando assim um valor correspondente ao fator de emissão de N₂O para os solos que receberam esterco de animais (Tabela 3).

Tabela 3 - Dados de emissão de N₂O por tipo de animal no Brasil

Emissões anuais de N ₂ O no Brasil por tipo de animal (kg)				Emissão Média em 1993, 1994 e 1995 (kg N ₂ O/ano)	Quantidade de animais no Brasil (cabeça/ano)	Emissão de N ₂ O por quantidade de animais no Brasil (kgN ₂ O/cabeça)
Tipos de Animais	1995	1994	1993			
Gado de Leite	14.313.087,00	13.959.872,00	13.948.616,00	14.073.858,33	20.252.515,33	0,694919031
Gado de Corte	105.019.477,00	103.124.175,00	101.032.896,00	103.058.849,33	138.054.965,33	0,746505923
Ovinos	4.400.744,00	4.431.786,00	4.329.111,00	4.387.213,67	18.280.059,00	0,239999973
Outros*	17.932.473,00	17.528.995,00	17.233.864,00	17.565.110,67	20.929.603,00	0,839247198
Fonte	MCT, 2006b	MCT, 2006b	MCT, 2006b	MCT, 2006b	MCT, 2004b	MCT, 2004b MCT, 2006b

(*) Outros = bubalino, equino, asinino, caprino e muares.

4.1.9.1.2 Energia

4.1.9.1.2.1 Energia Elétrica

A matriz energética brasileira não é abastecida totalmente por fontes renováveis, sendo que em alguns locais ainda há a queima de combustíveis fósseis para geração de energia. Dessa forma, é possível calcular a emissão desta fonte através da equação 6. Para o produtor que não souber a quantidade consumida de quilowatts e fornecer o valor em reais da conta de energia, mesmo sendo considerados tributos e outras cobranças na conta, o cálculo será mais conservador por garantir uma quantidade maior de quilowatts.

$$Emissão (tCO_{2e}) = [(Quant. de kWh/mês) ou [(kWh/R\$) \times VC] / 1000] \times 12 \times FE \quad (6)$$

Onde:

FE = Fator de emissão para energia elétrica; VC = Valor da conta mensal em reais

4.1.9.1.2.2 Madeira para Energia

A madeira para deverá ser incendiada para que se tenha a produção de energia, gerando assim a emissão de GEE. A partir do conceito de emissões neutras o sistema não calcula as emissões de CO₂, sendo computadas apenas as emissões de CH₄ e N₂O. Esta emissão pode ser calculada através da equação 7:

$$Emissão (tCO_{2e}) = (Consumo de madeira em kg / 1000) \times 12 \times FE_i \times PAG_i \quad (7)$$

Onde: FE = Fator de emissão para madeira para energia

PAG_i (Potencial de Aquecimento Global do GEE_i) = 298 (N₂O) e 25 (CH₄)

i = CO₂, N₂O, CH₄

Fonte: IPCC, 2007

4.1.9.1.2.3 Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)

O GLP, também conhecido como Gás de Cozinha, é um derivado do petróleo de importância fundamental para a vida do homem, principalmente devido a sua queima para a geração de calor. É considerado apenas o peso do GLP contido dentro do botijão, sendo

o botijão de 13 quilogramas o mais comumente utilizado. Neste processo há a produção de GEE, o que acarretará numa emissão que pode ser calculada através da equação 8:

$$Emissão (kgCO_{2e}) = \text{Número de botijões/mês} \times \text{Peso do Botijão} \times 12 \times FE \quad (8)$$

$$Emissão (tCO_{2e}) = (Emissão \text{ kg}/CO_{2e}) / 1000$$

Onde:

FE = Fator de emissão para GLP

Através da Tabela 4 são resumidas as principais fontes de energia e seus respectivos fatores de emissão. O fator de emissão para a energia elétrica é calculado através de dados dos fatores médios mensais do Sistema Interligado Nacional do Brasil, fornecido no website do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação.

Tabela 4 – Fatores de emissão por diferentes fontes de energia

Fonte de Emissão	Fator de Emissão	Unidade	Fonte
Energia Elétrica	0,0991	tCO ₂ /mWh	MCTI, 2013
Madeira para energia	1,44741	tCO _{2e} /t	CETESB, 2008
Madeira para energia	0,00468	tCH ₄ /t	IPCC, 2006
Madeira para energia	6,24x10 ⁻⁵	tN ₂ O/t	IPCC, 2006
Gás de Cozinha (GLP)	2,91997	kgCO ₂ /kg	CETESB, 2008

4.1.9.1.3 Transporte

O transporte envolve a queima de vários tipos de combustíveis fósseis, sendo a fumaça gerada pela queima uma demonstração clara da emissão destas fontes de emissão. Na equação 9 o cálculo das emissões ocorre de forma direta, multiplicando o fator de emissão pela quantidade de combustível consumido.

4.1.9.1.3.1 Gasolina, Diesel, Gás Natural Veicular (GNV) e Querosene para aviação

$$Emissão (tCO_{2e}) = \text{Consumo em litros ou metros cúbicos por ano} \times FE \quad (9)$$

Onde:

FE = Fator de emissão para gasolina, diesel, gás natural veicular (GNV) e querosene para aviação

4.1.9.1.3.2 Transporte de trabalhadores

As equações 10, 11, 12 e 13 dispõem sobre a emissão devido ao transporte de trabalhadores. São consideradas a distância mensal, em quilômetros, percorrida por um dos três tipos de transporte, ônibus, automóvel e motocicleta, além do número de veículos utilizados para este fim.

$$Emissão (tCO_{2e}) = \sum (Emissão \hat{O}nibus + Emissão Autom\acute{o}vel + Emissão Motocicleta) \quad (10)$$

$$Emissão \hat{O}nibus (tCO_{2e}) = (Dist\acute{a}ncia.m\hat{e}s^{-1} / 4(*) \times NV \times FE) \times 12 \quad (11)$$

Onde:

(*) = A divisão da distância mensal pela média da autonomia de um ônibus (4 km/L) irá fornecer a quantidade de litros consumidos neste transporte

NV = Número de veículos utilizados para este fim

FE = Fator de emissão para o diesel (0,002681 tCO₂/L). Fonte: IPCC, 2006

$$Emissão Autom\acute{o}vel (tCO_{2e}) = (Dist\acute{a}ncia.m\hat{e}s^{-1} / 8(*) \times NV \times FE) \times 12 \quad (12)$$

Onde:

(*) = A divisão da distância mensal pela média da autonomia de um automóvel (8 km/L) irá fornecer a quantidade de litros consumidos neste transporte

NV = Número de veículos utilizados para este fim

FE = Fator de emissão para a gasolina (0,002327 tCO₂/L). Fonte: IPCC, 2006

$$Emissão Motocicleta (tCO_{2e}) = (Dist\acute{a}ncia.m\hat{e}s^{-1} / 30(*) \times NV \times FE) \times 12 \quad (13)$$

Onde:

(*) = A divisão da distância mensal pela média da autonomia de uma motocicleta (30 km/L) irá fornecer a quantidade de litros consumidos neste transporte

NV = Número de veículos utilizados para este fim

FE = Fator de emissão para a gasolina (0,002327 tCO₂/L). Fonte: IPCC, 2006

Na Tabela 5 são informados os fatores de emissão para os principais tipos de combustível utilizados no Brasil, além do fator específico para viagens de ônibus.

Tabela 5 – Fatores de emissão por tipo de combustível e para ônibus de viagem

Tipo	Fator de Emissão	Unidade	Fonte
Gasolina	0,002327	tCO ₂ /l	IPCC, 2006
Álcool	0,001469	tCO ₂ /l	IPCC, 2006
Diesel	0,002681	tCO ₂ /l	IPCC, 2006
Gás Natural Veicular (GNV)	0,00206	tCO ₂ /l	IPCC, 2006
Querosene	0,00246	tCO ₂ /m ³	IPCC, 2006

4.1.9.1.4 Culturas Agrícolas

Nas emissões provenientes da agricultura são considerados os dados históricos das emissões de N₂O gerados pelos solos agrícolas, através de dados do MCT (2006b).

4.1.9.1.4.1 Dados históricos das emissões de N₂O

São considerados os valores médios de emissão direta e indireta de N₂O calculados para cada cultura por região do Brasil. As emissões diretas são provenientes de fertilizantes sintéticos, nitrogênio de dejetos animais usados como fertilizantes, fixação biológica de nitrogênio, resíduo de colheita e cultivo de solos de alto teor orgânico. As emissões indiretas são originadas da volatilização e subsequente deposição atmosférica de NH₃ e NO_x provenientes da aplicação de fertilizantes, da lixiviação e escoamento de nitrogênio proveniente de fertilizantes. Foram utilizados os dados de 1990 e 1994, conforme verificados nas Tabelas 6 e 7. A equação 14 demonstra como é realizado o cálculo da emissão:

$$\text{Emissão (tN}_2\text{O)} = \text{Quantidade de hectares cultivados} \times \text{Média das Emissões Diretas e Indiretas de N}_2\text{O (em t N}_2\text{O/ha)} \quad (14)$$

$$\text{Emissão (tCO}_{2e}\text{)} = \text{Emissão (t N}_2\text{O)} \times 298^*$$

Onde:

(*) Potencial de aquecimento global (GWP) do N₂O é 298 vezes maior que do CO₂.

Fonte: IPCC, 2007

Tabela 6 – Emissões diretas e indiretas de N₂O em 1990 e 1994.

Emissões Diretas em 1990				
Região	Gg de N2O	Área Cultivada (ha)	Gg/ha	t/ha
Norte	8,32	1911992	4,35E-06	4,35E-09
Nordeste	10,48	11626298	9,01E-07	9,01E-10
Sudeste	26,17	12077291	2,17E-06	2,17E-09
Sul	39,24	17778756	2,21E-06	2,21E-09
Centro-Oeste	14,62	7134440	2,05E-06	2,05E-09
Emissões Indiretas em 1990				
Região	Gg de N2O	Área Cultivada (ha)	Gg/ha	t/ha
Norte	9,41	1911992	4,92E-06	4,92E-09
Nordeste	27,43	11626298	2,36E-06	2,36E-09
Sudeste	30,35	12077291	2,51E-06	2,51E-09
Sul	23,67	17778756	1,33E-06	1,33E-09
Centro-Oeste	28,91	7134440	4,05E-06	4,05E-09
Emissões Diretas em 1994				
Região	Gg de N2O	Área Cultivada (ha)	Gg/ha	t/ha
Norte	11,6	2346957	4,94E-06	4,94E-09
Nordeste	12,18	12904958	9,44E-07	9,44E-10
Sudeste	34,03	11647862	2,92E-06	2,92E-09
Sul	45,76	16552762	2,76E-06	2,76E-09
Centro-Oeste	21,98	51354033	4,28E-07	4,28E-10
Emissões Indiretas em 1994				
Região	Gg de N2O	Área Cultivada (ha)	Gg/ha	t/ha
Norte	12,19	2346957	5,19E-06	5,19E-09
Nordeste	25,1	12904958	1,94E-06	1,94E-09
Sudeste	33,17	11647862	2,85E-06	2,85E-09
Sul	26,98	16552762	1,63E-06	1,63E-09
Centro-Oeste	34,34	51354033	6,69E-07	6,69E-10

Fonte: Adaptado de MCT, 2006b

Tabela 7 – Média das emissões diretas e indiretas de N₂O de 1990 e 1994 por região do Brasil (tN₂O/ha)

Região	Média das Emissões Diretas – 1990 (tN ₂ O/ha)	Média das Emissões Diretas – 1994 (tN ₂ O/ha)
Norte	4,65E-09	5,06E-09
Nordeste	9,23E-10	2,15E-09
Sudeste	2,54E-09	2,68E-09
Sul	2,49E-09	1,48E-09
Centro-Oeste	1,24E-09	2,36E-09

Fonte: Elaborada pelo autor.

4.1.9.1.5 Quantificação do Incremento de Carbono

As florestas plantadas com espécies nativas e exóticas, além dos fragmentos florestais, tem um grande potencial para incrementar carbono com o decorrer dos anos. Os valores de incremento são variados devido a taxa de crescimento e consequente absorção de carbono no decorrer dos anos. As equações 15, 16 e 17 são similares e demonstram esse ganho no decorrer dos anos, sendo influenciada apenas pelo tipo de fator de incremento em cada fitofisionomia ou cultura.

4.1.9.1.5.1 Florestas de Produção

$$\text{Incremento (tCO}_{2e}\text{/ha.ano)} = \text{Área de Plantio da Cultura (ha)} \times \text{FI} \times 3,67 \quad (15)$$

Onde:

FI = Fator de incremento para a cultura de Eucalipto ou *Pinus*

Fator de conversão de C em CO₂ é (44/12) = 3,67

Tabela 8 – Fator de incremento para a cultura do Pinus e do Eucalipto

Cultura	Fator de Incremento (tC/ha/ano)	Fonte
Pinus	11,69	MCTI, 2010
Eucalipto	14,11	MCTI, 2010

4.1.9.1.5.2 Floresta Nativa Natural (Primária, Secundária e Cerrado)

$$\text{Incremento (tCO}_2\text{e/ha.ano)} = \text{Área de cada fitofisionomia (ha)} \times \text{FI} \times (44/12) \quad (16)$$

Onde:

FI = Fator de incremento pelo tipo de fitofisionomia

Fator de conversão de C em CO₂ é (44/12)

Tabela 9 – Fator de incremento de carbono por tipo de fitofisionomia

Fitofisionomia	Fator de Incremento (tC/ha/ano)	Fonte
Cerrado	2	Adaptado de MCT, 2004a
Floresta Primária	1,2	Adaptado de Higuchi, 2004
Floresta Secundária - 10 anos	5,0	Adaptado de Silva e Brasil Júnior, 2013
Floresta Secundária - 20 anos	4,0	Adaptado de Silva e Brasil Júnior, 2013
Floresta Secundária - 80 anos	2,0	Adaptado de Silva e Brasil Júnior, 2013

4.1.9.1.5.3 Árvores Frutíferas e Nativas Plantadas (Várias idades)

$$\text{Incremento (tCO}_2\text{e/ha.ano)} = \text{Área de Plantio (ha)} \times \text{FI} \times (44/12) \quad (17)$$

Onde:

FI = Fator de incremento de acordo com a idade de plantio

Fator de conversão de C em CO₂ é (44/12)

Tabela 10 – Fator de incremento por idade da cultura

Cultura	Fator de Incremento (tC/ha/ano)	Fonte
Plantio de Nativas - 2 a 5 Anos	4,86	
Plantio de Nativas - 5 a 10 Anos	3,34	Adaptado de Fearnside e Guimarães, 1996
Plantio de Nativas - 10 a 15 Anos	2,94	
Plantio de Nativas - Superior a 15 anos	2,48	

4.1.10 Proposta de melhorias

4.1.10.1 Culturas Agrícolas

Adicionalmente ao uso dos dados históricos de emissão N_2O , propõe-se utilizar outros dois meios para cálculo das emissões provenientes das culturas agrícolas. A escolha do método de cálculo leva em consideração o nível de conhecimento do produtor sobre as correções e adubações realizadas em sua propriedade, ou, caso o mesmo tenha interesse, permite o uso de dados de recomendação de calagem e adubação obtidos através de pesquisas científicas realizadas em todo o Brasil.

O sistema permite utilizar um dos três cenários a seguir: área produtiva de cada cultura e uso dos valores históricos de emissão de N_2O ; a área produtiva de cada cultura e detalhamento das adubações nitrogenadas e de correção do solo; e, área produtiva de cada cultura e utilização de banco de dados com recomendações gerais de adubação nitrogenada e calagem.

Outro diferencial é a possibilidade de realizar o cálculo para várias adubações, como a adubação de plantio, a 1ª adubação de cobertura e a 2ª adubação de cobertura. Com isso, será atendida a necessidade de culturas que tenham mais de uma adubação.

4.1.10.1.1 Cenário 1: Área produtiva de cada cultura e utilização dos valores históricos de emissão de N_2O

O Cenário 1 realiza o cálculo através da equação 14 já informada nos parâmetros avaliados, considerando os dados históricos do MCT (2006b) para as emissões de óxido nítrico proveniente de solos agrícolas.

4.1.10.1.2 Cenário 2: Área produtiva de cada cultura e detalhamento das adubações nitrogenadas e de correção do solo

Para os dados de adubação nitrogenada o produtor indica qual a fonte do adubo, além da dosagem, em toneladas por hectare, aplicada nas adubações de plantio e cobertura. O mesmo acontece para a quantidade de corretivo utilizado (Figura 7). A equação 18 refere-se ao somatório das emissões provenientes da adubação nitrogenada e da adubação com calcário.

$$Emiss\tilde{a}o (tCO_{2e}) = \sum (E_{AN} + E_C) \quad (18)$$

Onde:

E_{AN} = Emissão proveniente da adubação nitrogenada

E_C = Emissão proveniente da calagem

- Adubação Nitrogenada

O cálculo da emissão para a adubação nitrogenada é realizado através da equação 20. O dado que será utilizado a partir do conhecimento do produtor é a quantidade em quilogramas de nitrogênio (N) aplicada, a qual é calculada através da equação 19.

$$\text{Nitrog\ênio (N)} = \text{Área produtiva (ha)} \times \text{Dosagem (kg/ha)} \times \text{Adubo utilizado (\%)} \quad (19)$$

Onde:

Adubo utilizado (%): o produtor poderá escolher entre as principais fontes de adubação utilizadas no Brasil, sendo, Ureia (45% de N), Sulfato de Amônia (21% de N), MAP (11% de N), DAP (16% de N) e Fertilizantes Mistos (NPK, onde a concentração de N é variável).

$$E_{AN} = (FE \times N \times F_{CN} \times F_{CC}) / 1000 \quad (20)$$

Onde:

E_{AN} = Emissão de carbono (tCO_{2e})

FE = Fator de emissão em kg N₂O – N/kg N

N = kg de N aplicados

F_{CN} = Fator de Conversão de N₂O – N para N₂O

F_{CC} = Fator de Conversão de N₂O para CO₂

O fator de emissão de N₂O é 0,01 kg N₂O – N/kg N. O fator de conversão de N₂O – N para N₂O é 1,571 e o fator de conversão de N₂O para CO₂ é 298 (IPCC, 2007).

- Calagem

O cálculo da emissão para a calagem é realizado através da equação 22. O dado utilizado a partir do conhecimento do produtor é a quantidade em quilogramas de Calcário (CA) aplicada, o qual é calculado através da equação 21.

$$\text{Calário (CA)} = \text{Área produtiva (ha)} \times \text{Dosagem (kg/ha)} \quad (21)$$

$$E_C = (FE \times CA \times FC) / 1000 \quad (22)$$

Onde:

E_C = Emissão de carbono (tCO₂e)

FE = Fator de emissão em kg C /kg de calcário aplicado

CA = kg de calcário aplicados

FC = Fator de Conversão de C para CO₂

O fator de emissão para calagem é 0,13 kg C/kg calcário e o fator de conversão de C em CO₂ é (44/12).

4.1.10.1.3 Cenário 3: Área produtiva de cada cultura e banco de dados com recomendações gerais de adubação nitrogenada e correção do solo

No cálculo são utilizadas as equações 18, 19, 20, 21 e 22, com a única diferença em que nas equações 19 e 21 as dosagens são provenientes de um banco de dados elaborado com pesquisas de diversas instituições no Brasil. Dessa forma, espera-se que no caso em que o produtor não saiba quanto consumiu de fertilizantes nitrogenados ou calcário, seja possível ter um maior detalhamento da emissão de sua propriedade.

Através das Tabelas 11 e 12 é possível verificar as principais dosagens, em quilogramas por hectare, de nitrogênio para plantio e manutenção, respectivamente, para várias culturas nas regiões do Brasil. A Tabela 13 representa as dosagens de calcário, em quilogramas por hectare, também para diversas culturas distribuídas por região. Para fins de cálculo de emissões o tipo de calcário não tem influência, entretanto, para utilização

na propriedade deve ser realizada uma análise de solo, além de se adquirir calcários com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) acima de 45%, A Figura 11 demonstra a nova tela de culturas agrícolas.

Tabela 11 – Recomendação de adubação nitrogenada no plantio por tipo de cultura (kg de N / ha)

Região	Culturas								
	Algodão	Arroz	Café	Cana	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Trigo
CO	39	37	138	95	32	-	35	5	20
N	20	44	75	95	32	-	30	-	-
NE	30	44	75	90	32	-	30	-	30
S	20	37	38	58	25	-	20	-	21
SE	15	35	123	65	23	-	22	12	21

Fontes: Alvarez et al. (1991), Barbosa e Silva (2000), Barros et al. (2007), Benedini & Penatti (2008), Bono et al. (2006), Buzetti et al. (2006), Caires (2003), Canellas et al. (2003), Carvalho (2002), Costa (2006), CQFSERSSC (2004), Diniz (2009), EMBRAPA (2003a), EMBRAPA (2003b), EMBRAPA (2003c), EMBRAPA (2003d), EMBRAPA (2003e), EMBRAPA (2004), EMBRAPA (2005a), EMBRAPA (2005b), EMBRAPA (2005c), EMBRAPA (2006), EMBRAPA (2007), EMBRAPA (2009a), EMBRAPA (2009b), EMBRAPA (2011), Espindula (2007), Ferreira e Carvalho (2005), Figueiredo et al. (2006), Luz (2002), Marques (2010), Nazareno (2003), Nunes (2012), Oliveira (2002), Oliveira et al. (2003), Pires (2003), Reis et al. (2005), Ribeiro et al. (1999), Rocha (2006), Rossetto & Dias (2005), Santos (2008), Santos (2009), Silva e Ribeiro (1997), Silveira Júnior et al. (2003), Souza (2010).

Tabela 12 – Recomendação de adubação nitrogenada de manutenção por tipo de cultura (kg de N / ha)

Região	Culturas								
	Algodão	Arroz	Café	Cana	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Trigo
CO	15	35	-	60	38	30	50	-	25
N	60	46	-	60	37	25	60	-	-
NE	45	46	-	30	37	24	60	-	20
S	40	50	108	65	37	39	70	-	55
SE	48	50	113	15	27	34	97	-	57

Fontes: Alvarez et al. (1991), Barbosa e Silva (2000), Barros et al. (2007), Benedini & Penatti (2008), Bono et al. (2006), Buzetti et al. (2006), Caires (2003), Canellas et al. (2003), Carvalho (2002), Costa (2006), CQFSERSSC (2004), Diniz (2009), EMBRAPA (2003a), EMBRAPA (2003b), EMBRAPA (2003c), EMBRAPA (2003d), EMBRAPA (2003e), EMBRAPA (2004), EMBRAPA (2005a), EMBRAPA (2005b), EMBRAPA (2005c), EMBRAPA (2006), EMBRAPA (2007), EMBRAPA (2009a), EMBRAPA (2009b), EMBRAPA (2011), Espindula (2007), Ferreira e Carvalho (2005), Figueiredo et al. (2006), Luz (2002), Marques (2010), Nazareno (2003), Nunes (2012), Oliveira et al. (2002), Oliveira et al. (2003), Pires (2003), Reis et al. (2005), Ribeiro et al. (1999), Rocha (2006), Rossetto & Dias (2005), Santos (2008), Santos (2009), Silva & Ribeiro (1997), Silveira Júnior et al. (2003), Souza (2010).

Tabela 13 – Recomendação de calagem por tipo de cultura (kg/ha)

Região	Culturas								
	Algodão	Arroz	Café	Cana	Feijão	Mandioca	Milho	Soja	Trigo
CO	2000	-	4100	-	5000	-	8000	5175	-
NE	2000	-	-	-	-	1000	-	-	-
S	-	2000	-	-	-	-	4500	-	-
SE	2800	-	2750	4000	2400	-	4933	-	4000
N	-	-	-	-	--	-	-	-	-

Fontes: Barbosa e Silva (2000), Barros et al. (2007), Bono et al (2006), Buzetti et al. (2005) Caires et al. (2003), Ferreira e Carvalho (2005), Figueiredo et al. (2006), Morelli et al. (1992), Nazareno (2003), Nunes (2012), Oliveira et al. (2002), Oliveira et al. (2003), Pires et al. (2003), Ribeiro et al. (1999), Rocha et al. (2006), Rosolem et al. (2003), Silva & Ribeiro (1997), Silveira Júnior et al. (2003), Souza et al. (2010).

4) CULTURAS AGRÍCOLAS											
Região	Cultura	Área Produtiva (ha)	Fonte da Adubação de Plantio	Dosagem (kg/ha)	Adubação			Quantidade de N na Adubação de Plantio (kg)	Fonte do Corretivo	Dosagem (kg/ha)	Quantidade de Calcário (kg)
	Algodão				N	P	K				
	Arroz										
	Café (nº de plantas)										
Tipo de Informação	Cana										
	Feijão										
	Mandioca										
	Milho										
	Soja										
	Trigo										
EMISSÃO		Cultura	Fonte da 1ª Adubação de Cobertura	Dosagem (kg/ha)	Adubação			Quantidade de N na 1ª Adubação de Cobertura			
	tCO2eq	Algodão			N	P	K				
		Arroz									
		Café									
		Cana									
		Feijão									
		Mandioca									
		Milho									
		Soja									
		Trigo									

Cultura	Fonte da 2ª Adubação de Cobertura	Dosagem (kg/ha)	Adubação			Quantidade de N na 2ª Adubação de Cobertura
			N	P	K	
Algodão						
Arroz						
Café						
Cana						
Feijão						
Mandioca						
Milho						
Soja						
Trigo						

Figura 11 – Tela atualizada sobre as culturas agrícolas

4.2 Descrição dos parâmetros e dos escopos do inventário de GEE na Semana do Fazendeiro

Para o cálculo das emissões de GEE é necessário identificar o dado da atividade envolvendo a emissão, por exemplo, dados dos consumos de energia elétrica (KWh), queima de combustíveis fósseis (litros), geração de resíduos sólidos (toneladas), tratamento de água e transporte de terceiros ligados diretamente ao evento (km percorridos).

Dessa forma, multiplica-se o valor do dado obtido pelo fator de emissão de GEE, ou seja, a unidade de conversão relacionada a um dado de atividade de uma determinada fonte, geralmente se expressa pela média estimada da taxa de emissão mínima e máxima possíveis (desvio padrão) resultante de variáveis como temperatura, pressão, densidade e teor de carbono de um dado GEE (ex.: litros de gasolina).

Assim como no cálculo realizado no sistema de balanço de carbono, para a elaboração do inventário de GEE são consideradas as emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). Ao final, os resultados são convertidos para a unidade padrão tCO_{2e}. (toneladas equivalente de dióxido de carbono) conforme o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás.

4.2.1 Emissões diretas de GEE – Escopo 1

4.2.1.1 Combustão móvel

- Veículos internos da UFV

São considerados todos os veículos pertencentes à UFV e utilizados durante a Semana do Fazendeiro para transportar os participantes para os cursos; veículos de

vigilância; caminhões de coleta de lixo e demais veículos da universidade utilizados para outros serviços relacionados diretamente ao evento foram computados neste escopo.

Segundo o relatório do IPCC (2006), o CO₂ é responsável por mais de 97% das emissões totais de GEE de fontes móveis. Os especialistas do IPCC julgam que a incerteza dos cálculos para esse gás é da ordem de 5%, oriunda principalmente da operação, mais do que das imprecisões nos fatores de emissão. Por sua vez, o N₂O e o CH₄ contribuem, com cerca de até 3% e 1% e as incertezas são de cerca de 50% e 40%, respectivamente, devido principalmente aos fatores de emissão.

Dessa forma, pelas incertezas inerentes a esses cálculos e, em muitos casos, pela inexistência de fatores de emissão precisos para N₂O e CH₄, considera-se como boa prática na elaboração de inventários de GEE, a estimativa das emissões basear-se somente nos dados relativos a CO₂.

As emissões de CO₂ associadas ao uso de combustíveis de biomassa, como, por exemplo, o álcool etílico anidro (presente na gasolina automotiva) e álcool etílico hidratado não são computadas nos totais de emissão de responsabilidade da UFV, conforme a metodologia empregada na Comunicação Nacional (MCT, 2004a). Porém, são informadas no relatório como recomendado pelo IPCC.

3.1.1.2 Combustão estacionária

- Caldeiras de vapor

Para o funcionamento dos alojamentos universitários, do refeitório e outros locais da universidade é imprescindível a utilização de caldeiras para a geração de água quente e energia na forma de vapor. Ao total, a UFV conta com 3 caldeiras que são abastecidas, diariamente, com lenha originada de plantios de reflorestamento na região.

As emissões de CO₂ provenientes de biomassa não são contabilizadas na somatória de emissões finais. Diferentemente das emissões neutras, outros GEE emitidos na combustão dos combustíveis da caldeira são contabilizados na emissão final, sendo eles o N₂O e o CH₄.

4.2.1.2 Gás fóssil

- Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)

O Restaurante Alternativo da UFV (Multiuso), utiliza o GLP, um insumo proveniente da destilação das frações do petróleo, portanto de origens fósseis, no preparo do café da manhã e lanche para os colaboradores do evento.

O outro restaurante da universidade, o Restaurante Universitário (RU), não utiliza o GLP no preparo dos alimentos, usa apenas o vapor gerado pelas caldeiras e também a eletricidade.

A emissão é calculada com base na quantidade energética (Joule) contida no combustível, no volume de gás consumido e aplicação do fator de emissão de GEE para a fonte.

4.2.1.3 Pecuária

- Fermentação entérica

Durante a Semana do Fazendeiro há a exposição de animais, dentre eles equinos, muares, asininos e leilão de bovinos. Além disso, o evento novamente conta com a Mini Fazenda, local em que são expostos diversos animais.

Alguns animais como os ruminantes e os pseudo-ruminantes liberam gás metano (CH₄) a partir da fermentação entérica que ocorre no aparelho digestivo destes animais. Deste modo, é calculado a emissão de metano dos animais presentes no evento.

Para isto, baseia-se nas características do animal descritas pelos responsáveis por cada setor inventariado, além de valores encontrados em documentos e estudos desenvolvidos no país.

4.2.2 Emissões indiretas de GEE – Escopo 2

4.2.2.1 Consumo de energia elétrica

A emissão de gases de efeito estufa pelo consumo de energia elétrica é calculada através do percentual do uso de combustíveis fósseis na produção de energia elétrica de cada sistema elétrico nacional, dado principalmente pela atividade das usinas termoeletricas. Estes valores, no caso do *grid* interligado nacional (SIN – Sistema Interligado Nacional), são fornecidos pelo Operador Nacional do Sistema (ONS). Algumas regiões brasileiras possuem sistemas isolados de energia elétrica como os polos industriais da região norte. Assim, utiliza-se a média entre os anos de referência para a obtenção do fator de emissão.

Segundo o MCTI (2010):

[...]os fatores de emissão médios de CO₂ para energia elétrica a serem utilizados em inventários têm como objetivo estimar a quantidade de CO₂ associada a uma geração de energia elétrica determinada. O cálculo da média das emissões da geração, levando em consideração todas as usinas que estão gerando energia e não somente aquelas que estejam funcionando na margem. Se todos os consumidores de energia elétrica do SIN calculassem as suas emissões multiplicando a energia consumida por esse fator de emissão, o somatório corresponderia às emissões do SIN. Nesse sentido, ele deve ser usado quando o objetivo for quantificar as emissões da energia elétrica que está sendo gerada em determinado momento. Ele serve, portanto, para inventários em geral, corporativos ou de outra natureza”.

Delimita-se os principais locais envolvidos na Semana do Fazendeiro, como os locais de curso, os alojamentos, as barracas e tendas, o Restaurante Universitário, o Espaço Multiuso incluído seus shows e o Restaurante Alternativo, o Hotel CEE, a Gráfica da UFV e também os espaços com animais.

A Universidade Federal de Viçosa possui uma Estação de Tratamento de Água (ETA) que abastece todo o seu campus. A ETA possui duas bombas de 40 cavalos-vapor (cv) cada uma, o equivalente a 58,88 KW.

Sabe-se, no entanto, que todo o volume de água tratada foi destinada para diversos locais e atividades na Universidade. Desta forma, para os cálculos, utiliza-se o número total de participantes e baseia-se no consumo médio de água por um brasileiro em sua residência, 150 litros/dia.

Isto se justifica, pois muitos participantes durante os seis dias de evento, se hospedaram nos alojamentos e no Hotel CEE, frequentaram prédios, restaurantes e shows. Portanto, demandaram uma quantidade considerável de água tratada.

4.2.3 Outras emissões indiretas de GEE – Escopo 3

4.2.3.1 Combustão móvel

- Demais veículos

São quantificadas as emissões advindas do deslocamento de veículos que não pertencem à UFV, porém estavam indiretamente vinculados ao evento da Semana do Fazendeiro.

Dentre os agentes envolvidos, são quantificados os veículos da Polícia Militar, que realizou patrulhamento durante o evento; veículos de exposição, como carros, motos e maquinários agrícolas; veículos que transportaram os músicos e seus equipamentos; veículos relacionados com o transporte de toda a infraestrutura para montagem da Semana do Fazendeiro; veículos em que os comerciantes da praça de alimentação se deslocaram; e também os veículos responsáveis pelo transporte dos animais.

Os fatores de emissão usados para estes cálculos são os mesmos utilizados para os veículos pertencentes à UFV, no Escopo 1.

4.2.3.2 Consumo de energia elétrica

- Hotéis da cidade

Muitos participantes e visitantes da Semana do Fazendeiro se hospedam nos variados hotéis espalhados pela cidade de Viçosa, a fim de desfrutar deste evento anual de grande repercussão nacional e também internacional, que conta com shows, oficinas, cursos e comércio variado.

Assim, integra-se nos cálculos de inventário de emissões de GEE, o consumo elétrico dos principais hotéis da cidade, durante a semana do evento.

4.2.3.3 Gás fóssil

- Gás Liquefeito de Petróleo (GLP) do comércio

O GLP é consumido para o preparo de alimentos que são comercializados na praça de alimentação, como caldos, churrasquinhos, pipoca, salgados, dentre outros. Desta maneira, faz-se um levantamento do consumo de gás ao longo da semana.

4.2.3.4 Geração de resíduos

Coleta-se durante os seis dias do evento todo o resíduo gerado de locais específicos (envolvidos na Semana do Fazendeiro) no campus-sede da Universidade Federal de Viçosa.

Foca-se assim, na área central do evento em que se encontram as barracas, as tendas, lanchonetes e parque de diversões; nos restaurantes; no Espaço Multiuso; nos alojamentos; nos locais de cursos e outras áreas ligadas, como as lixeiras dispostas na via

principal: a Avenida P.H. Rolfs (a “reta”). Além disso, coleta-se todo o resíduo gerado pelos animais do evento.

Os resíduos coletados tem basicamente dois destinos: o aterro sanitário ou o Galpão de triagem de materiais recicláveis do município. Os materiais recicláveis são separados e enfiados neste local e encaminhados até uma usina de reciclagem parceira.

Desta maneira, são levantados os tipos de resíduos sólidos gerados, sua massa e o local para onde são destinados.

Conforme recomendações do Guia de Inventários de GEE do IPCC (IPCC, 2006), não são consideradas as emissões de CO₂ por biogênese, isto é, materiais cuja origem é de biomassa e se caracterizam por provirem de uma fonte renovável de carbono. Como exemplo, podemos citar as emissões de CO₂ provenientes de alimentos, papéis e têxteis. Portanto, todas as emissões dessa atividade são resultantes da degradação de compostos biogênicos gerando metano (CH₄) pela decomposição anaeróbia.

Todos os materiais cuja destinação é a reciclagem consistem em emissões evitadas de GEE, por não haver degradação do material e, como há uma transferência de responsabilidade no processo de fabricação do novo material reciclado, as emissões resultantes deste último processo são de autoria do organismo reciclador que adquiriu o material descartado como seu insumo.

Além dos resíduos gerados no campus, vários materiais utilizados para a Semana do Fazendeiro são produzidos, seja na divulgação interna ou externa do evento. Para o evento da Semana do Fazendeiro são produzidos como material interno: cartazes, blocos de papel, boletins, apostilas de cursos, programas do evento e outros materiais vinculados à Semana do Fazendeiro pela Gráfica da UFV.

Para a divulgação externa são produzidos folders, outdoors e outros materiais inertes, como materiais de plástico que não entram na contabilização, por não possuírem carbono orgânico degradável.

Entende-se que uma vez produzidos estes materiais, num futuro os mesmos retornarão ao ambiente, como resíduos. Sabe-se que no país grande parte dos resíduos gerados não são dispostos em locais adequados, pois muitos municípios não possuem infraestrutura adequada para tal fim, como os famosos lixões ao céu aberto. Desta maneira, para estes materiais, a UFV não possui um controle da destinação final, integrando, assim, o Escopo 3.

Além dos materiais utilizados na divulgação, são utilizadas madeiras para o acabamento de tendas e confecção de escadas e tabladros. Ainda que estes materiais possam ser aproveitados pela empresa responsável pela infraestrutura do evento, não há a garantia disso. Ademais, a madeira será descartada nos aterros sanitários em um futuro próximo.

Através de todas as informações que envolvem o inventário das emissões da Semana do Fazendeiro é possível perceber a complexidade da coleta, o que demanda um trabalho minucioso e uma grande quantidade de pessoas para que todos estes dados cheguem com a confiabilidade necessária.

4.3 Criação de indicadores para o inventário de gases de efeito estufa

No presente trabalho foi utilizado o resultado dos inventários das edições 81^a, 82^a e 83^a Semana do Fazendeiro, as quais aconteceram, respectivamente, em 2010, 2011 e 2012. Através da Tabela 14 é possível verificar quais os parâmetros são coletados em cada escopo do evento.

Tabela 14 – Processamento dos dados coletados durante as Semanas do Fazendeiro de 2010, 2011 e 2012.

Escopo 1 - Emissões diretas de GEEs	Parâmetros coletados
Álcool	Litros de combustível
Gasolina	Litros de combustível
Diesel	Litros de combustível
Biomassa para Energia	Quilogramas de biomassa
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	Quilogramas de GLP

Escopo 2 - Emissões indiretas de GEEs	Unidade
Energia Elétrica	Quantidade de kWh
Tratamento de Água	Quantidade de kWh
Geração de Efluentes	Toneladas de efluentes
Escopo 3 - Outras emissões indiretas de GEEs	Unidade
Exposição	Litros de Combustível
Polícia Militar	Litros de Combustível
Músicos/Avião	Litros de Combustível
Infraestrutura	Litros de Combustível
Barracas	Litros de Combustível
Transporte de animais	Litros de Combustível
Hotéis da cidade	Quantidade de kWh
GLP do Comércio	Toneladas de GLP
Geração de Resíduos do Evento	Toneladas de GLP
Geração de Resíduos da Divulgação	Toneladas de GLP
Pecuária – Minifazenda / Exposição / Leilão	Número de Animais

Fonte: UFV (2011 e 2012)

As emissões de GEE transformadas em tCO_{2e}. não apresentam uma uniformidade já que são reflexo dos dados coletados durante os três eventos. Na Tabela 15 pode-se verificar que no segundo ano houve uma diminuição das emissões em relação ao primeiro ano, porém, em 2012 as emissões voltaram a crescer significativamente.

Tabela 15 – Emissão de GEE em tCO_{2e}. nos três primeiros anos de realização do projeto Carbono Zero.

Escopo 1 - Emissões diretas de GEEs	2010	2011	2012
Álcool	0,17	0,58	-
Gasolina	0,98	5,42	1,19
Diesel	4,93	3,86	6,55
Biomassa para Energia	0,11	0,11	0,11
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	1,05	0,63	0,004
Subtotal	7,24	10,59	7,85
Escopo 2 - Emissões indiretas de GEEs	2010	2011	2012
Energia Elétrica	0,77	2,43	1,34
Tratamento de Água	0,09	0,02	0,013
Geração de Efluentes	0,47	0,47	-
Subtotal	1,33	2,92	1,36
Escopo 3 - Outras emissões indiretas de GEEs	2010	2011	2012
Exposição	0,16	0,30	9,38
Polícia Militar	0,00	0,00	-
Músicos/Avião	1,08	0,94	2,25
Infraestrutura	7,48	3,31	5,53
Transporte de animais	-	-	3,32
Barracas	4,96	4,58	0,65
Hotéis da cidade	0,30	0,50	0,03
GLP do Comércio	0,97	1,67	4,38
Geração de Resíduos do Evento	4,89	8,08	9,08
Geração de Resíduos da Divulgação	12,35	5,55	3,11
Pecuária - Minifazenda/Exposição/Leilão	-	0,57	4,33
Geração de Resíduos de Emissões Evitadas	0,01	0,02	0,77
Subtotal	32,19	25,50	39,50
Total	40,76	39,01	48,71

Fonte: UFV (2011 e 2012)

Para a criação de um indicador é preciso ter conhecimento de qual a importância de cada variável no valor total das emissões. Desta maneira é possível designar qual destes você irá descartar ou não na sua coleta, devido a sua relevância, além de poder relacionar os principais com informações que podem ser mensuradas com dados que não tem influência nenhuma na emissão.

A Tabela 16 demonstra que o Escopo 3 tem a maior participação no total das emissões, correspondendo a 75,15% de tudo que foi lançado para atmosfera. Em seguida vem o Escopo 1 e o Escopo 2, com 20,34% e 4,51%, respectivamente. Através destes dados pode-se inferir que a geração de indicadores deve envolver, preferencialmente, o Escopo 3 e Escopo 1, dada a sua significância.

Tabela 16 – Valores da participação de cada variável na emissão do referido escopo e no total das emissões

Escopo 1 - Emissões diretas de GEEs	Participação no Escopo 1 (% Média)	Participação do Escopo 1 no Total (%)
Álcool	2,60%	0,63%
Gasolina	26,59%	6,24%
Diesel	62,67%	11,81%
Biomassa para Energia	1,30%	0,25%
Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)	6,84%	1,40%
Total Escopo 1	100,00%	20,34%
Escopo 2 - Emissões indiretas de GEEs	Participação no Escopo 2 (%)	Participação do Escopo 2 no Total (%)
Energia Elétrica	80,10%	3,63%
Tratamento de Água	2,72%	0,09%
Geração de Efluentes	17,19%	0,79%
Total Escopo 2	100,00%	4,51%
Escopo 3 - Outras emissões indiretas de GEEs	Participação no Escopo 3 (%)	Participação do Escopo 3 no Total (%)
Exposição	8,47%	6,81%
Polícia Militar	0,01%	0,01%
Músicos/Avião	4,24%	3,22%
Infraestrutura	16,75%	12,74%
Transporte de animais	2,72%	2,21%
Barracas	11,67%	8,41%
Hotéis da cidade	0,98%	0,68%
GLP do Comércio	6,88%	5,21%
Geração de Resíduos do Evento	23,28%	17,11%
Geração de Resíduos da Divulgação	22,67%	16,97%
Pecuária - Minifazenda/Exposição/Leilão	1,68%	1,24%
Geração de Resíduos de Emissões Evitadas	0,67%	0,54%
Total Escopo 3	100,00%	75,15%
Total Geral		100,00%

Fonte: Elaborada pelo autor.

A criação de indicadores é realizada a partir de uma função matemática – equação 23 – com variáveis que tem relação direta com as emissões, como o número estimado de pessoas que passaram por todo o evento (a), o total de pessoas inscritas no evento (b) e a área total do evento (c), os quais foram utilizados neste estudo. Dessa forma, através de dados fáceis de serem obtidos, espera-se chegar ao valor final das emissões, com uma pequena margem de incerteza.

$$F(a, b, c) = [(a) \cdot \alpha_1 + (b) \cdot \alpha_2 + (c) \cdot \alpha_3] \cdot P \quad (23)$$

Onde:

F(a, b, c) = valor esperado da emissão de GEE, já em tCO_{2e}.

a = número estimado de pessoas que passaram por todo o evento

b = total de pessoas inscritas no evento

c = área total do evento (m²)

α_1 = coeficiente gerado entre o total de pessoas que passaram pelo evento e a emissão relacionada

α_2 = coeficiente gerado entre o total de pessoas inscritas e a emissão relacionada

α_3 = coeficiente gerado entre a área total ocupada pelo evento e a emissão relacionada

P = média do valor proporcional às demais emissões que não foram contabilizadas

Para criar cada coeficiente, foram feitas divisões entre as emissões das principais variáveis relacionadas, conforme a Tabela 17, com a importância, e a Tabela 16, com o valor real da emissão. Para o coeficiente 1 foram utilizadas as emissões do “GLP do Comércio”, “Geração de Resíduos do Evento” e “Geração de Resíduos da Divulgação”, pois estas emissões tem influência direta do público total que passa pelo evento. Para o coeficiente 2 foram utilizadas todas as emissões do Escopo 1, já que todo o consumo de qualquer fonte de energia tem relação direta com as pessoas que participam ativamente do evento, principalmente o consumo de diesel para transporte para os cursos. Já para o coeficiente 3 foram utilizadas as emissões da “Infraestrutura”, “Barracas” e “Exposição”, já que a área do evento irá influenciar no transporte de toda a estrutura, seja a estrutura

da organização ou dos expositores, além do transporte destes. A Tabela 17 resume o método de obtenção dos coeficientes.

Tabela 17 – Criação dos coeficientes através da divisão das emissões do evento com as variáveis escolhidas para cada coeficiente

	Unidade	2010	2011	2012	
Total de pessoas que passaram por todo o evento	Número	50000	60000	100000	
Emissões do GLP do Comércio, Geração de Resíduos do Evento e da Divulgação	kgCO ₂ e.	18210	15300	16570	Coefficiente Médio
Coeficiente $\alpha 1$	kgCO ₂ e. / total de pessoas estimadas	0,364	0,255	0,166	0,262
Total de pessoas inscritas nos cursos	Número	1500	1500	2000	
Emissões do Escopo 1	kgCO ₂ e.	7240	10590	7850	Coefficiente Médio
Coeficiente $\alpha 2$	kgCO ₂ e. / total de pessoas inscritas	4,827	7,060	3,925	5,271
Área ocupada pelo evento	m ²	4500	4772	4810	
Emissões da Infraestrutura, Barracas e Exposição	kgCO ₂ e.	12,6	8,19	18,78	Coefficiente Médio
Coeficiente $\alpha 3$	kgCO ₂ e. / m ²	2,800	1,716	3,235	2,584

Por fim, como as emissões escolhidas não representam a emissão total, é necessário realizar o cálculo do valor de P, este que será utilizado para transformar o valor final obtido com os coeficientes no valor próximo do real. Para elaboração do valor, utilizou-se a média da percentagem das emissões não utilizadas na geração dos coeficientes, já que estes valores estariam em defasagem. Assim, é possível obter o valor de P somando-se o valor ao número 1. A Tabela 18 demonstra como foi obtido o valor de P a ser empregado na equação final.

Tabela 18 – Cálculo do valor de P

	2010	2011	2012		
Percentual das emissões utilizadas	93,34%	87,35%	88,70%	Média das emissões não utilizadas	P
Percentual das emissões não utilizadas	6,66%	12,65%	11,30%	10,20%	1,1020

Através dos dados demonstrados acima é possível obter a equação final para cálculo da emissão de gases de efeito estufa através de indicadores. Assim, através da equação 24 espera-se obter um valor próximo do final para eventos similares à Semana do Fazendeiro.

$$F(a, b, c) = [(a) * 0,262 + (b) * 5,271 + (c) * 2,584] * 1,1020 \quad (24)$$

Onde:

F(a, b, c) = valor esperado da emissão de GEE, em kgCO_{2e}.

a = número estimado de pessoas que passaram por todo o evento

b = total de pessoas inscritas no evento

c = área total do evento (m²)

Para testar a aplicabilidade da função foi feita uma simulação com as mesmas informações utilizadas para se gerar os coeficientes. Através dos resultados da Tabela 19 é possível verificar que a diferença das emissões foi de aproximadamente 11%, para mais e para menos, no primeiro e último ano, respectivamente. Já a diferença para o segundo ano foi de apenas -1,58%. Os valores de desvio padrão enfatizam o valor observado na diferença.

Tabela 19 – Comparativo entre as emissões calculadas através da coleta de dados e emissões geradas através dos indicadores

Ano	a	b	c	Emissão Indicadores (kgCO2e.)	Emissão Indicadores (tCO2e.)	Emissão Calculada (tCO2e.)	Diferença (tCO2e.)	Desvio Padrão
2010	50000	1500	4500	35963,22	35,96	40,76	11,77%	3,39
2011	60000	1500	4772	39625,00	39,62	39,01	-1,58%	0,43
2012	100000	2000	4810	54186,49	54,19	48,71	-11,24%	3,87

P	1,102
---	-------

Através dos valores de emissão da Tabela 15 e do público total participante do evento é possível verificar a emissão per capita nos três últimos anos do evento. A Tabela 20 demonstra que a emissão per capita nos três anos analisados reduziu. Esta informação contribui para que a alta administração tome conhecimento da importância de readequação de suas atividades garantindo uma expansão vinculada a práticas corretas.

Tabela 20 – Emissão per capita de gases de efeito estufa da Semana do Fazendeiro para os anos de 2010, 2011 e 2012

	2010	2011	2012
Emissões (kgCO2e.)	40.760	39.010	48.710
Público Total	51.500	61.500	102.000
Emissão per capita	0,79	0,63	0,47

5 CONCLUSÕES

O sistema criado para o cálculo do balanço de carbono em propriedades rurais atende às necessidades de produtores que queiram conhecer a realidade de sua propriedade, como aumentar sua consciência ambiental e social, além de, servir de parâmetro para justificar a busca por incentivos e financiamentos que contemplem a adoção de técnicas para uma agricultura de baixo carbono.

A adoção de novas variáveis e o pensamento de melhoria constante pode garantir ao sistema o uso contínuo, desde que sejam tomadas as devidas precauções e as atualizações acompanhem a dinâmica das metodologias para balanço de carbono em propriedades rurais.

O cálculo de indicadores para a neutralização de eventos é uma iniciativa pioneira no Brasil, sendo portanto, possível o seu uso em eventos do mesmo padrão da Semana do Fazendeiro.

O modelo deve ser aplicado a um estudo de caso para sua validação. Além disso, é preciso incluir aplicação de ferramentas estatísticas para aprimoramento da equação.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ, R.; WUTKE, A. C. P.; ARRUDA, H. V.; VAN RAIJ, B.; GOMES, A. C.; ZINK, F. Adubação da cana-de-açúcar: XIV. Adubação NPK em Latossolo Roxo. Revista **Bragantia – Instituto Periódico de Campinas**, Campinas, vol. 50, p. 359-374, 1991. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v50n2/14.pdf>>. Acesso em: 10 de dez. 2013.

AMARO, M. A. **Quantificação do estoque volumétrico, de biomassa e de carbono em uma floresta estacional semidecidual no município de Viçosa - MG**. 2010, 168f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa , MG, 2010.

AVIGO, R. A. **A aplicação dos princípios da sustentabilidade em eventos corporativos**. In: XVIII Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sudeste (Anais). Bauru, 2013.

BARBOSA, M. P. F.; SILVA, O. F. Adubação e calagem para o feijoeiro irrigado em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1317-1324, jul. 2000.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; FERNANDES, M. G.; NOGUEIRA, R. F. **Efeitos da adubação nitrogenada em algodoeiro sobre a biologia de *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae)**. Crop protection, p. 752-758. 2007.

BENEDINI, M. S.; PENATTI, C. P. Recomendação de adubação da cana-de-açúcar pela estimativa de produtividade. **Revista Coplana**, p. 20-21, 2008.

BERTOLINI, E. V.; GAMERO, C. A. Demanda energética e produtividade da cultura do milho com adubação de pré-semeadura em dois sistemas de manejo do solo. **Revista Energia na Agricultura**. Botucatu, vol. 25, n.3, p.01-23, 2010.

BONO, J. A. M.; SETTI, J. C. A.; SIMON, P. S. S. O nitrogênio protegido como alternativa de fertilizante para o uso no plantio da cultura do algodão. **Ensaio e Ciência**, Vol. 10, p. 39-45, n. 1, 2006.

BRIANEZI, D. **Estocagem e compensação de carbono pelas árvores do campus-sede da Universidade Federal de Viçosa**. 2012, 159p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG 2012.

BUTLER, J. H. **CO₂ at NOAA's Mauna Loa Observatory reaches new milestone: Tops 400 ppm**. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). U.S. Department of Commerce. 2013. Disponível em: <<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/news/pdfs/7074.pdf>>. Acesso em: 12 de ago. de 2013.

BUZETTI, S.; BAZANINI, G. C.; FREITAS, J. G.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, E.; MEIRA, F. A. Resposta de cultivares de arroz a doses de nitrogênio e do regulador de crescimento cloreto de clormequat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 12, p. 1731-1737, 2006.

CAETANO, M. **Fertilizante agravam emissões de gases de efeito estufa na cultura de café**. Disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI222202-18287,00-FERTILIZANTES+AGRAVAM+EMISSOES+DE+GASES+DE+EFEITO+ESTUFA+NA+CULTURA+DE+CAFE.html>>. Acesso em: 12 de out. de 2012.

CAIRES, E. F.; BLUM, G.; BARTH, F.J. Alterações química do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 27, p. 275-286, 2003.

CANELLAS, L. P.; VELLOSO, A. C. X.; MARCIANO, C. R.; RAMALHO, J. F. G. P.; ROUMJANEK, V. M.; REZENDE, C. E.; SANTOS, G. A. Propriedades químicas de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação de palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, n. 5, p.935-944, 2003.

CARVALHO, E. A. **Avaliação agrônômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta**. 2002, 80f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

CASTRO, A. C. de. **Oportunidades de Projetos de Redução de Emissões de Gases do Efeito Estufa no Setor de Transportes Através do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo – MDL**. 2007, 103f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório do inventário estadual de fontes fixas de emissões de CO₂ – Fontes industriais – Combustíveis Fósseis.** CETESB, 2008. Disponível em: <http://pm.al.gov.br/bpa/publicacoes/100_emissores_sp.pdf>. Acesso em: 14 de out. de 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. 1994. **Resolução CONAMA nº 021.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res94/res2994.html>>. Acesso em: 15 de set. de 2013.

CORDEIRO, L. A. M.; ASSAD, E. D.; FRANCHINI, J. C.; SÁ, J. C. DE M.; LANDERS, J. N.; AMADO, T. J. C.; RODRIGUES, R. DE A. R.; ROLOFF, G.; BLEY JÚNIOR, C.; ALMEIDA, H. G.; MOZZER, G. B.; BALBINO, L. C.; GALERANI, P. R.; EVANGELISTA, B. A.; PELLEGRINO, G. Q.; MENDES, T. DE A.; AMARAL, D. D.; RAMOS, E.; MELLO, I.; RALISCH, R. **O Aquecimento Global e a Agricultura de Baixa Emissão de Carbono.** Brasília. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2012.

COSTA, F. M. P. **Crescimento e desenvolvimento do cafeeiro sob efeito da adubação nitrogenada.** 2006, 81f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006.

CQFSERSSC - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 394p., 2004.

DINIZ, F. O. **Qualidade fisiológica e sanitária, teor de óleo e proteína de sementes de cultivares de soja, em três épocas de colheita.** 2009, 78f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultura do Algodão Herbáceo na Agricultura Familiar.** Sistema de Produção, nº 1. 2003a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/L/Algodao/AlgodaoAgriculturaFamiliar/adubacao.htm>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Arroz em Terras Altas.** Sistemas de Produção, nº 1. 2003b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrSulMG/>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Feijoeiro Comum.** Sistemas de Produção, nº 2, 2003c. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/index.htm>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo da Mandioca na região centro sul do Brasil.** Sistemas de Produção, nº 7, 2003d. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_centrosul/adubacao.htm>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo de Feijão-Caupi**. Sistemas de Produção, nº 2. 2003e. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoCaupi/solosa_dubacao.htm>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Arroz Irrigado no Estado do Tocantins**. Sistemas de Produção, nº 3. 2004. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Feijão da Primeira e Segunda Safras na Região Sul de Minas Gerais**. Sistemas de Produção, nº 6. 2005a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Arroz Irrigado no Brasil**. Sistemas de Produção, nº 3. 2005b. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoBrasil/cap04_tabelas.htm>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Café Robusta em Rondônia**. Sistemas de Produção, nº 5, 2005c. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CultivodoCafeRobustarO/>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho**. Sistemas de Produção, nº 1. 2006. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Arroz irrigado – nova recomendação de adubação para o Rio Grande do Sul**. 2007.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recomendação de Calagem e Adubação para o Cultivo da Mandioca**. Comunicado Técnico 133. Cruz das Almas, 2009a. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/comunicados/comunicado_135.pdf>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Trigo**. Sistemas de Produção, nº 4. 2009b. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Trigo/CultivodeTrigo/>>. Acesso em: 22 de out. 2013.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mandioca no Cerrado**. Orientações Técnicas. Planaltina, 2011. Disponível em: <http://www.fbb.org.br/data/files/8AE389DB3309CEE001331C7AC60B55C6/manual_mandioca_no_cerrado.pdf>. Acesso em: 22 de out. 2013.

ESPINDULA, M. C. **Adubação nitrogenada e redutores de crescimento na cultura do trigo**. 2007, 86f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

FEARNSIDE, P. M., GUIMARÃES, W. M. **Carbon uptake by secondary forests in Brazilian**. Amazonia. For. Ecol. Manage. v. 80, p. 35-46, 1996.

FERREIRA, G. B.; CARVALHO, M. C. S. **Adubação do algodoeiro no cerrado: Com resultados de pesquisa em Goiás e Bahia**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 71p. Documentos, 138, 2005.

FIGUEIREDO, F. C.; FURTINI NETO, A. E.; GUIMARÃES, P. T. G.; SILVA, E. DE B.; BOTREL, P. P. Eficiência da Adubação com NPK na Produção de Cafezais Adensados na Região Sul de Minas Gerais. **Revista Coffee Science**, v. 1, n. 2, p. 135-142, 2006.

GVces – Centro de Estudos em Sustentabilidade. **Contabilização, Quantificação e Publicação de Inventários Corporativos de Emissões de Gases de Efeito Estufa**. São Paulo, Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EASP). Disponível em: <http://ghgprotocolbrasil.com.br/arquivos/152/especificacoes_pb_ghgprotocol.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2013.

HANSEN, J.; SATO, M; KHARECHA, P.; BEERLING, D.; BERNER, R.; MASSON-DELMOTTE, V.; PAGANI, M.; RAYMO, M.; ROYER, D. L.; ZACHOS, J. C. Target Atmospheric CO₂: Where Should Humanity Aim? **The Open Atmospheric Science Journal**. Oak Park, 2008, vol. 2, p. 217-231. 2008. Disponível em: <http://pubs.giss.nasa.gov/docs/2008/2008_Hansen_etal.pdf>. Acesso em: 01 de set. de 2013.

Higuchi, N.; Chambers, J.; Santos, J.; Ribeiro, R. J.; Pinto, A. C. M.; Silva, R. P. da; Rocha, R. de M.; Tribuzy, E. S. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. **Revista Floresta**, v. 34, n. 3, p. 295-304, 2004.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Geneva, Switzerland. 126 p., 2013.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Geneva: Switzerland, 104 p., 2007.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme**. Eggleston H. S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. 2006.

JONES, N. Troubling milestone for CO₂. **Nature Geoscience**. Londres, vol. 3, p. 589. 2013. Disponível em: <<http://www.readcube.com/articles/10.1038/ngeo1900?locale=en>>. Acesso em: 01 de set. de 2013.

LUZ, M. J. S.; FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. **Adubação e correção do solo: procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 35p. (Circular técnica, 63), 2002.

MARQUES, M. C. **Adaptabilidade, estabilidade e diversidade genética de cultivares de soja em três épocas de semeadura, em Uberlândia - MG.** 2010, 95f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2010.

MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima.** Brasília, 276p., 2004a. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 set. de 2013.

MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia. **Comunicação Inicial do Brasil - Parte II: Inventário de Emissões e Remoções Antrópicas de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal.** Brasília, 86p., 2004b. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 set. de 2013.

MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Emissões de Metano da Pecuária.** Brasília, 77p., 2006a. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 set. de 2013.

MCT – Ministério da Ciência, Tecnologia. **Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Emissões de Óxido Nitroso (N₂O) Provenientes de Solos Agrícolas.** Brasília, 77p., 2006b. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 set. de 2013.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Fatores de emissão de CO₂ pela geração de energia elétrica no Sistema Integrado Nacional.** Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 de out. de 2013.

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas por Fontes e Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa não Controlados pelo Protocolo de Montreal – Parte 2.** Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança no Clima. Brasília, 154p., 2010. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br>>. Acesso em 10 de out. de 2013.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Técnico de Monitoramento do Desmatamento no Bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados.** Brasília, 71p., 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/relatorio_tecnico_monitoramento_desmate_bioma_cerrado_csr_rev_72_72.pdf>. Acesso em: 20 de out. 2013.

MORELLI, J. L.; DALBEN, A. R.; ALMEIDA, J. O. C.; DEMATTÊ, J. L. I. Calcário e gesso na produtividade da cana-de-açúcar e nas características químicas de um latossolo de textura média álico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo.** V. 16, n. 2, p. 187-94, 1992.

NAZARENO, R. B.; OLIVEIRA, C. A. S.; SANZONOWICZ, C.; SAMPAIO, J. B. R.; SILVA, J. C. P.; GUERRA, A. F. Crescimento inicial do cafeeiro Rubi em resposta a doses de nitrogênio, fósforo e potássio e a regimes hídricos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.903-910, 2003

NUNES, J. L. S. **Adubação e Calagem – Arroz de Sequeiro**. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/culturas/arroz/AdubacaoCalagem.aspx>>. Acesso em: 01 de out. 2012.

OLIVEIRA, S. C.; COSTA, M. C. G.; CHAGAS, R. C. S.; FENILLI, T. A. B.; HEINRICHS, R.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E. Resposta de duas cultivares de arroz a doses de zinco aplicado como oxissulfato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.387-396, 2003.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1079-1087, 2002.

PIRES, F. R.; SOUZA, C. M.; QUEIROZ, D. M.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C. Alteração de atributos químicos do solo e estado nutricional e características agrônomicas de plantas de milho, considerando as modalidades de calagem em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.121-131, 2003.

REIS, A. R.; FURLANI JÚNIOR, E.; BENKE, F. M.; PERSEGIL, E. O.; FERRARIO, S. **Atividade da enzima redutase do nitrato de nitrato de cafeeiro em produção cultivado em diferentes níveis e sistemas de aplicação de nitrogênio**. In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil (Anais). Londrina, 2005. Disponível em: <<http://www.sbicafe.ufv.br/handle/10820/1638>>. Acesso em: 10 de out. 2013.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H. (ed). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG, 359p., 1999.

RIBEIRO, S. C. **Quantificação do estoque de biomassa e análise econômica da implementação de projetos visando a geração de créditos de carbono em pastagem, capoeira e floresta primária**. 2007, 139f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

ROCHA, M. R., Y. CARVALHO, G. C. CORRÊA, G. P. CATTINI; G. PAOLINI. Efeito de doses crescentes de calcário sobre a população de *Heterodera glycines* em soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 36 (2): 89-94, 2006.

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, p.301-309, 2003.

ROSSETTO, R.; DIAS, F. L. F. Nutrição e Adubação da Cana-de-açúcar: indagações e reflexões. **Encarte de Informações Agrônomicas**, Instituto Agrônomico de Campinas, 2005. Disponível: <<http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/AD1D0D>>

574326386683257AA1006BC3D8/\$FILE/Enc6-11-110.pdf>. Acesso em: 10 de out. 2013.

SANTOS, M. M. **Nitrogênio e as atividades das enzimas redutase do nitrato e glutamina sintetase na cultura do milho em plantio direto**. 2008, 55f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

SANTOS, V. M. **Potencial da escória silicatada na correção da acidez do solo em plantio direto**. Viçosa, 48f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.

SEMANA DO FAZENDEIRO. **A Semana do Fazendeiro**. Disponível em: <http://www.semanadofazendeiro.ufv.br/?area=semana_faz>. Acesso em: 16 de julho de 2013.

SILVA, A. J. N.; RIBEIRO, M. R. Caracterização de latossolo amarelo sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar no estado de Alagoas: atributos morfológicos e físicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, p.684-688, 1997.

SILVA, Gabriela Tunes da; BRASIL JÚNIOR, Antônio C. P. **Sobre a sustentabilidade de projetos de sequestro de carbono na Amazônia brasileira**. Palmas. Disponível em: <http://www.ecoeco.org.br/conteudo/publicacoes/encontros/iv_en/mesa2/6.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2013.

SILVEIRA JUNIOR, E. G. et al. **Silicato de cálcio e calcário na produção e qualidade da cana-de-açúcar – Usina Catanduva**. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo (Anais). Ribeirão Preto, 2003, p.66.

SILVEIRA, G. M. DA; MACHADO, M. S. O desafio do desenvolvimento frente aos marcos ecológico e de mercado em direção à sustentabilidade no século XXI. **PRACS: Revista de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**. Macapá, n. 3, p.123-39, 2010. Disponível em: <<http://periodicos.unifap.br/index.php/pracs/article/view/93/n3Silveira.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2013.

SORDI, A.; DIECKOW, J; MOARAES, A. DE; PIVA, J. T.; ALBUQUERQUE, M. A.; BAYER, C.; TOMAZI, M. **Emissão de Óxido Nitroso a partir de Urina e Esterco de Bovinos em Pastagem**. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo (Anais). Uberlândia, 4p., 2010.

SOUZA, C. A.; FILHO, J. R. F.; SILVA, J. **Instruções práticas para a cultura da mandioca**. Casa familiar rural Presidente Tancredo Neves, módulo 1, 2010.

TITO, M. R.; CHACÓN, M. L.; PORRO R. **Guia para Determinação de Carbono em Pequenas Propriedades Rurais**. Belém, 1ª ed, 81p. Centro Mundial Agroflorestal (ICRAF) / Consórcio Iniciativa Amazônica, 2009

UFV – Universidade Federal de Viçosa. **82ª Semana do Fazendeiro – Carbono Zero: Inventário e Neutralizações das Emissões de Gases de Efeitos Estufa**. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura. Viçosa, 2011.

UFV – Universidade Federal de Viçosa. **82ª Semana do Fazendeiro – Carbono Zero: Inventário e Neutralizações das Emissões de Gases de Efeitos Estufa**. Pró-Reitoria de Extensão e Cultura. Viçosa, 2012.

UFV – Universidade Federal de Viçosa. **Síntese histórica da Universidade Federal de Viçosa**. Disponível em <http://www.portal.ufv.br/?page_id=552013>. Acesso em: 16 de julho de 2013.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **Kyoto Protocol**. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php>. Acesso em: 15 out. 2013a.

UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change. **The Mechanisms under the Kyoto Protocol**. Disponível em: <http://unfccc.int/kyoto_protocol/mechanisms/items/1673.php>. Acesso em: 15 out. 2013b.