



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

PROPOSTA CONCEITUAL DE BIODIGESTOR AGRÍCOLA PARA AGRICULTURA FAMILIAR DO SEMIÁRIDO COMO FORMA DE GARANTIA DA SEGURANÇA ENERGÉTICA

Aline Castro Praciano ^(a), Leonardo de Almeida Monteiro ^(b),

Adryane Gorayeb ^(c)

^(a) Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará,
alinecastro.praciano@gmail.com

^(b) Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, aiveca@ufc.br

^(c) Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, gorayeb@ufc.br

Eixo: Paisagens semiáridas: estrutura, dinâmica e adaptação

Resumo

O Ceará possui 91,98% de seu território inserido na região semiárida, sendo que todos os municípios do Estado fazem parte do polígono de áreas vulneráveis à desertificação. Todo o Estado está inserido no bioma Caatinga. O Projeto Nexus Caatinga é um projeto multidisciplinar que tem por objetivo elaborar estratégias, ações educativas e desenvolvimento tecnológico visando a redução da vulnerabilidade de comunidades rurais inseridas no bioma Caatinga. A proposta conceitual do biodigestor surgiu a partir de estudos de avaliação da vulnerabilidade da segurança energética em Forquilha, município foco deste projeto, e tem por intuito a diminuição do uso de lenha para a cocção de alimentos. Diante desse contexto, buscou-se uma alternativa viável economicamente para substituir o uso da lenha e do gás de cozinha, uma vez que grande parte das famílias do meio rural não tem condições de comprar botijão de gás de cozinha (GLP).

Palavras chave: Biogás, Energia Térmica, GEE, Energia Renovável.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1. Introdução

A comunidade científica tem relatado o aumento das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) e alertado sobre as interferências que esses gases causam no balanço radiativo da atmosfera, ocasionando o aumento da temperatura média da terra (KOEHLER *et al.*, 2002). Ainda segundo Koehler *et al.*(2002), as principais fontes antrópicas de emissões de gases de GEEs, principalmente de CO₂, são as queimadas e a pecuária extensiva. O Ceará é um estado de clima predominantemente semiárido, pertencente ao bioma caatinga, com grandes áreas desertificadas e outras em processo de desertificação (BRASILEIRO, 2009). O bioma caatinga abriga aproximadamente 27 milhões de pessoas (GARIGLIO *et al.*, 2010), parte significativa dessa população pratica agricultura de subsistência, realizando corte da vegetação nativa com o objetivo de gerar energia térmica e aceiro das propriedades para converter em áreas agricultáveis ou de pastagens (SOUZA *et al.*, 2015). Essas atividades têm ameaçado os recursos naturais e a biodiversidade do bioma caatinga, causando diversos processos de degradação (MORAIS *et al.*, 2017).

O Nordeste brasileiro ocupa 1.600.000 km² do território nacional, 62% dessa área estão inseridos no Polígono das Secas, uma região semiárida que abrange nove Estados do Nordeste. O clima semiárido é marcado por problemas crônicos de falta de água, pois as precipitações anuais são menores que 800 mm (MARENGO, 2008). O Nordeste abriga 15% da população nacional, a maior população do mundo em região seca, sendo que as atividades agrícolas são as principais fontes de renda e de subsistência das famílias inseridas nessas regiões. Portanto, a irregularidade das chuvas tornam-se um empecilho para o desenvolvimento economicamente viável, colocando a população



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

dessas regiões em uma condição de vulnerabilidade socioeconômica bastante severa (MARENGO, 2008).

O manejo incorreto dos dejetos dos animais de produção é responsável por grande parte das emissões de GEEs (EMBRAPA, 2019). O desmatamento da caatinga para obtenção de lenha para a cocção de alimentos e o uso de combustíveis de origem fóssil, como o gás GLP (Gás Liquefeito de Petróleo), são atividades com elevada emissão de GEEs. Portanto, acredita-se que o uso de biodigestores podem ser uma alternativa de estratégia de convivência com o semiárido capaz de mitigar as emissões de GEEs, reduzindo impactos ambientais, gerando renda e melhor qualidade de vida.

O objetivo desse trabalho é propor um projeto conceitual de biodigestor agrícola de pequeno porte, construído com materiais de fácil acesso e baixo custo, capaz de ser montado sem o auxílio de mão de obra tecnicamente especializada. O projeto tem como público alvo famílias de agricultura familiar produtoras de suíno no município de Forquilha – Ceará.

2. Materiais e Métodos

O Projeto Conceitual é a fase inicial do processo de projeto de um produto. O processo de desenvolvimento da proposta conceitual do biodigestor, foi desenvolvido à luz da metodologia de fluxograma criada por Back (1983), que visa compor uma sequência de fatos, em ordem cronológica, que podem ser divididos em etapas, que são representados por gráficos distintos para cada descrição. A Figura 1 apresenta a representação gráfica do fluxograma adotado.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Fase do Evento	Representação Gráfica	Descrição
Processo		Processo ou operação executada
Resultado		Dados de saída do processo
Avaliação		Comparação de dados e tomada de decisão
Dados		Informações ou dados de qualquer natureza

Figura 1. Convenções de fases do processo de projetar (Back, 1983)

Com o fluxograma definido, a próxima etapa do processo de construção do conceito deste reator químico consiste em adotar uma metodologia que melhor se encaixasse a esse projeto, dessa forma adotou-se a técnica de projeto de máquinas de análise de sistemas técnicos conhecidos, descrita por Pahl *et al.* (2005). Esse processo versa analisar sistemas relacionados à problemática que se pretende solucionar, aproveitando informações de sistemas consagrados, permitindo encontrar soluções como ponto de partida para novas variantes (PAHL *et al.*, 2005). O desenho conceitual da máquina proposta foi desenvolvido através do software Solid Edge ST6.

3. Resultados e Discussão

O desenvolvimento do fluxograma do processo de construção do conceito desse reator químico se deu a partir da identificação do problema, a segunda etapa foi o estudo do caso, com base na literatura, que permitiu adotar decisões e estabelecer as próximas atividades, em seguida foram elaboradas as fases de planejamento do projeto, com a



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

definição e detalhamento das atividades desenvolvidas pelo biodigestor. A Figura 2 apresenta o fluxograma desenvolvido.

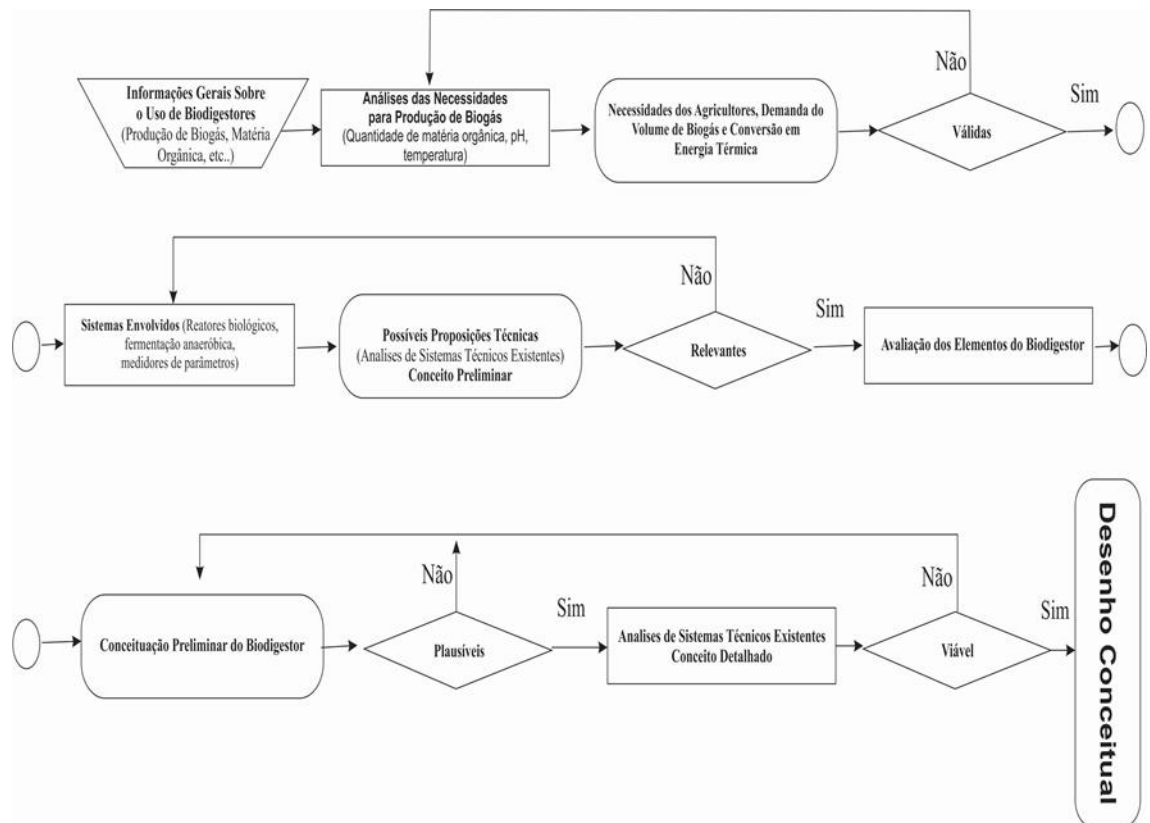


Figura 2. Fluxograma das fases do projeto biodigestor.

Com base nas informações elencadas no fluxograma e análise de sistemas técnicos conhecidos, foi possível desenvolver o desenho conceitual da máquina proposta, representada pela Figura 3.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

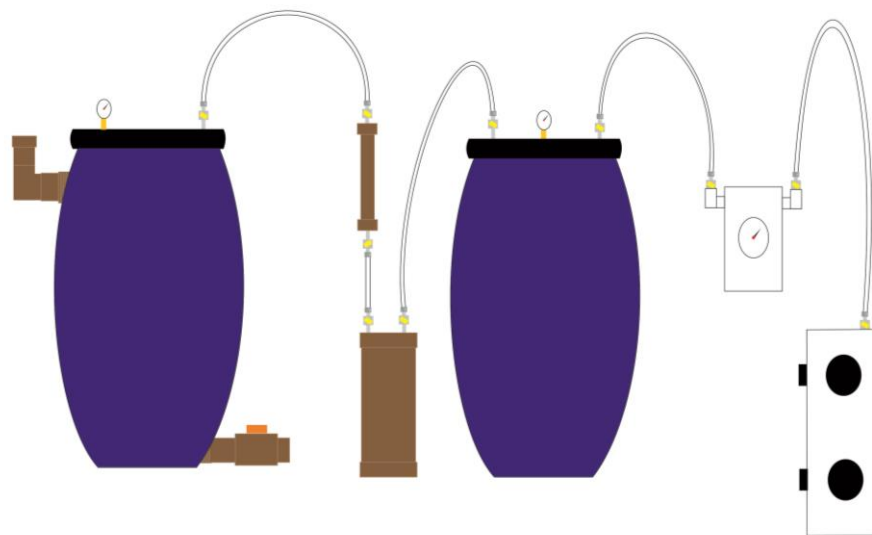


Figura 3. Desenho Conceitual do Biodigestor.

3.1 Recursos materiais necessários para implementação da tecnologia

Na Tabela I estão elencados os materiais necessários para a construção do biodigestor, os mesmos são de baixo custo e fácil acesso, pois estão disponíveis, em grande parte, em depósitos de construção, tornando-se viável a construção do biodigestor em qualquer região. Além de dispensar mão de obra especializada, pois a montagem do biodigestor envolve atividades simples de perfurações e acoplamento de conexões roscáveis.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Tabela I. Materiais necessários para a construção do biodigestor.

Descrição	Quantidade
Bombona 200L	02
Manômetros	02
Flanges de 25 mm	05
Flanges de 50 mm	02
Registros esfera para Gás	10
Registro esfera de PVC de 50 mm	01
Curva de PVC de 50 mm	01
Tubo de PVC de 25 mm	01
Tubo de PVC de 50 mm	01
Tubo de PVC de 100 mm	01
CAP de 25 mm	02
CAP de 100 mm	02
Mangueira para gás	05
Medidor de Gás	01
Palha de aço	01

3.2 Valor estimado para a implementação da tecnologia

Na Tabela II encontra-se o custo de cada elemento necessário para a construção do biodigestor, totalizando um custo estimado de R\$1.343,00 (Hum mil trezentos e quarenta e três reais). É possível financiar esse valor através do PRONAF Eco que é uma linha de crédito do governo voltada exclusivamente para a agricultura familiar, visando financiar projetos na utilização de tecnologias de energia renovável, com juros de 2,5% ao ano, o BNDES financia até 100% do valor dos itens financiáveis. Os valores podem variar de até 88 mil reais por beneficiário e 165 mil por ano agrícola e os prazos são de 10 anos, com 3 anos de carência. A



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

mesma unidade familiar de produção pode contratar até dois financiamentos consecutivos (BNDES, 2018). É importante ressaltar que esse valor trata-se do custo de construção de um protótipo para pesquisa, portanto, é possível que ao final desse estudo o custo possa sofrer reduções significativas, através de adaptações e melhorias do projeto.

Tabela II. Valor estimado para construção do biodigestor (Fortaleza, 2018).

Descrição	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor (R\$)
Bombona 200L	02	150,00	300,00
Manômetros	02	72,00	144,00
Flanges de 25 mm	05	10,00	50,00
Flanges de 50 mm	02	20,00	40,00
Registros esfera para Gás	10	30,00	300,00
Registro esfera de PVC de 50 mm	01	20,00	20,00
Curva de PVC de 50 mm	1	5,00	5,00
Tubo de PVC de 25 mm	1	25,00	35,00
Tubo de PVC de 50 mm	1	60,00	60,00
Tubo de PVC de 100 mm	1	56,00	56,00
Cap de 25 mm	2	5,00	10,00
Cap de 100 mm	2	10,00	20,00
Mangueira para gás	5	10,00	50,00
Medidor de Gás	1	250,00	250,00
Palha de aço	1	3,00	3,00
		Total (R\$)	1343,00



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

3.3 Como funciona o biodigestor proposto

O processo de geração de biogás ocorre a partir da fermentação anaeróbica da matéria orgânica, nesse caso, a matéria orgânica utilizada é o esterco dos animais de produção (bovinos, suínos, caprinos, ovinos e aves). A mistura de esterco e água entra no biodigestor através de uma tubulação de PVC de 50 mm, denominada de entrada da matéria orgânica. Este material ficará reservado de forma hermética no primeiro reservatório de 200 L onde ocorrerá a fermentação anaeróbica. O biogás gerado passará pela primeira mangueira que dará acesso ao primeiro filtro, que trata-se de um filtro de palha de aço, que através de reações químicas removerá impurezas do biogás como o gás sulfídrico (H_2S). Após passar por esta purificação, o biogás passará por um segundo filtro, um filtro de água, onde ocorrerá a lavagem do biogás que removerá CO_2 e H_2S , eliminando impurezas que causam corrosão e gases inertes, tornando o biogás com maior concentração de metano, portanto, melhorando a combustão. Ao final da purificação o biogás será armazenado no segundo reservatório de 200 L, onde ocorrerá o armazenamento do biogás que será utilizado para gerar energia térmica através de um fogão. O volume de gás gerado poderá ser aferido através do medidor de gás instalado no sistema.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

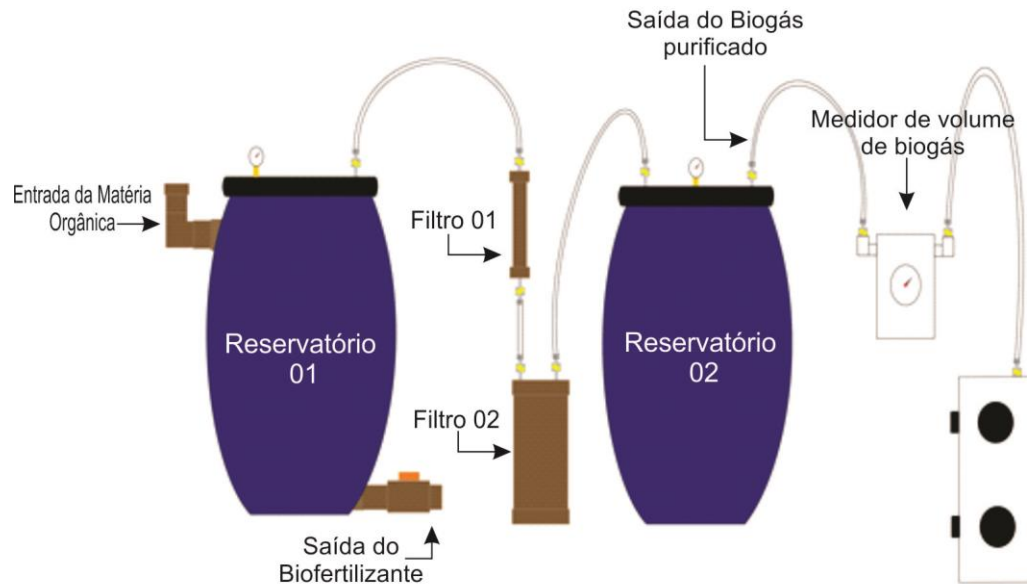


Figura 3. Esquema de funcionamento do biodigestor.

3.4 Aplicação da Tecnologia

A proposta conceitual desse biodigestor surgiu em rodas de conversas realizadas pelo Projeto Nexus Caatinga com agricultores, no Sindicato dos Trabalhadores Rurais do município de Forquilha. Em estudos de avaliação da vulnerabilidade da segurança energética das famílias de agricultura familiar de Forquilha, observou-se que o uso de lenha para a cocção de alimentos faz parte da rotina dessas famílias. Também foi relatado que o custo do botijão de gás de cozinha (GLP) é bastante oneroso para a renda familiar. Diante desse contexto, buscou-se uma alternativa, viável economicamente, para substituir o uso da lenha e do gás de cozinha. Tendo em vista que esses agricultores sobrevivem da agropecuária de subsistência, acredita-se que o uso de biodigestores possa ser uma alternativa viável para geração de energia térmica para a cocção de alimentos.

Forquilha pertence ao bioma caatinga, e o desmatamento para a obtenção de lenha é um hábito comum entre as famílias de agricultores que vivem em constante condição



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

de vulnerabilidade. Essa atividade além de árdua, causa sérios impactos ambientais, haja vista, que essas regiões estão suscetíveis ou em processo de desertificação, além disso, a combustão desse material gera GEEs. O uso do gás de cozinha, além de ser bastante oneroso para essas famílias, que em sua maioria vive em condição de extrema pobreza, é um combustível de origem fóssil e sua combustão também gera GEEs. Diante desse cenário, a produção de biogás a partir dos dejetos dos animais de produção, mostra-se como uma alternativa atraente, pois a partir dele é possível gerar renda e reduzir a emissão de GEEs.

Para avaliar a eficiência do uso desse biodigestor, pretende-se implementar seis biodigestores em unidades agrícolas de agricultura familiar em Forquilha para avaliar a produção de biogás gerado e calcular a mitigação da emissão de GEEs gerada a partir do uso desse biodigestor. Para isso, será calculada a emissão de carbono equivalente gerado por essas famílias sem o uso do biodigestor, aferindo a massa (em kg) de lenha e gás GLP usada por mês. Posteriormente, será aferida a emissão de carbono equivalente com o uso do biodigestor através da medição do volume (em m³) de biogás gerado e consumido, também serão aferidos o consumo de lenha e gás GLP usada por mês, conforme citado anteriormente, dessa forma será possível avaliar se houve ou não a redução da emissão de GEEs. Com esses dados também será possível avaliar economicamente o impacto do uso do biodigestor na renda dessas famílias.

4.Considerações Finais

Com base nos conhecimentos elencados no fluxograma foi possível desenvolver o desenho conceitual, o próximo passo desse projeto é desenvolver e avaliar um protótipo do biodigestor para avaliar a eficiência econômica e o impacto na mitigação de GGEs. Esta análise comparativa será feita com seis famílias de pequenos agricultores da zona rural de Forquilha em 2019.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

6.Referências Bibliográficas

BACK, N. Metodologia de projeto de produtos industriais. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1983.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento. **Pronaf Eco**. 2018. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-eco>>. Acesso em: 01 jun. 2018

BRASILEIRO, Robson S. Alternativas de desenvolvimento sustentável no semiárido nordestino: da degradação à conservação. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 5, n. 5, p.1-12, 16 maio 2009. Disponível em: <<https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/629>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

Embrapa Suínos e Aves. **Emissões de Gases de Efeito Estufa**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/biogasfert/gee/gases-de-efeito-estufa>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

GARIGLIO, M.A.; SAMPAIO, E.V.S.B.; CESTARO, L.A.; KAGEYAMA, P.Y. **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da Caatinga**. Serviço Florestal Brasileiro: Brasília, 2010. 368 p.

KOEHLER, H.S.; WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. In: SANQUETTA, C.R.; WATZLAWICK, L.F.; BALBINOT, R. (Ed.). **As florestas e o carbono**. Curitiba: FUPEF/Imprensa da UFPR, 2002. p. 251-264.

MARENCO, Jose A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 27, p.149-176, dez. 2008. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/329/323>. Acesso em: 07 fev. 2019.

MORAIS, Ygor Cristiano Brito et al. Análise do Sequestro de Carbono em Áreas de Caatinga do Semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 32, n. 4, p.585-599, dez. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-7786324007>.

PAHL, G. *et. al.* PROJETO NA ENGENHARIA: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos métodos e aplicações. Tradução de Hans Andreas Werner; revisão de Nazen Nascimento. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

SOUZA, B.I.; ARTIGAS, R.C.; LIMA, E.R.V. Caatinga e Desertificação. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.