

MODELAGEM DO IMPACTO DA CULTURA DO CAFÉ  
SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**JANIO GLORIA DE OLIVEIRA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO  
CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
NOVEMBRO - 2012

MODELAGEM DO IMPACTO DA CULTURA DO CAFÉ  
SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**JANIO GLORIA DE OLIVEIRA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Orientador: Geraldo de Amaral Gravina

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
NOVEMBRO - 2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA / UENF 084/2012

Oliveira, Janio Gloria de

Modelagem do impacto da cultura do café sobre os estoques de carbono no solo no estado do Espírito Santo / Janio Gloria de Oliveira. – 2012.

88 f. : il.

Orientador: Geraldo de Amaral Gravina

Tese (Doutorado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.

Bibliografia: f. 50 – 53.

1. Modelo de simulação 2. Estoque de carbono 3. Café I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD –  
633.73

MODELAGEM DO IMPACTO DA CULTURA DO CAFÉ  
SOBRE OS ESTOQUES DE CARBONO NO SOLO  
NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

**JANIO GLORIA DE OLIVEIRA**

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Produção Vegetal.

Aprovada em:14/11/2012

Comissão Examinadora



---

Prof. Eduardo de Sá Mendonça (PhD., Ciência do Solo) – UFES



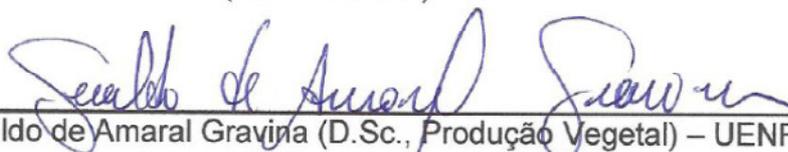
---

Prof. Elias Fernandes de Sousa (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



---

Prof. Ricardo Ferreira Garcia (D.Sc., Engenharia Agrícola) – UENF  
(Co-orientador)



---

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF  
(Orientador)

## AGRADECIMENTO

A Deus, acima de tudo, por todas as bênçãos derramadas.

A minha esposa Susana, por sua cumplicidade, compreensão e incentivo em cada momento.

Aos meus filhos, pelo carinho, pela compreensão e por tudo que aprendo com eles.

Ao professor Geraldo de Amaral Gravina, meu orientador por seus ensinamentos que foram tão ricos para mim e por seu exemplo como profissional que, certamente, guardarei para sempre.

Ao professor Eduardo de Sá Mendonça, pelo apoio ao desenvolvimento desse trabalho.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes – Campus de Alegre) pela oportunidade e suporte para a realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de estágio obrigatório referente ao Projeto Nº AUX-PE-DINTER-2460/2008.

A todos os professores do programa de pós-graduação em Produção Vegetal da UENF, por seus ensinamentos.

Aos amigos de turma de doutorado, pelo companheirismo e troca de conhecimento.

Aos professores e funcionários do Ifes Campus Santa Tereza, pelo acolhimento e auxílio na coleta de dados para esse trabalho.

Ao Instituto nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), por ter cedido dados climáticos simulados por modelo de simulação climática.

A Cindy Keough, do Laboratório de Ecologia de Recursos Naturais da Universidade do Estado do Colorado – EUA, pelos esclarecimentos de dúvidas e suporte na utilização do modelo CENTURY.

Ao INCAPER, por ter permitido acesso as fazendas experimentais para coleta de dados.

Aos pesquisadores e funcionários das fazendas do INCAPER visitadas no desenvolvimento deste trabalho pelo auxílio na coleta de dados.

A todos os meus familiares pelo apoio e incentivo.

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL .....	x
GENERAL ABSTRACT .....	xii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	4
2.1. O café no mundo e no Brasil .....	4
2.2. O café no Espírito Santo.....	5
2.3. O solo .....	7
2.4. Modelos de simulação .....	9
2.5. O modelo CENTURY .....	11
2.6. O modelo ETA .....	14
3. TRABALHOS .....	15
ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM FUNÇÃO DA CUTURA DO CAFÉ E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SIMULADAS COM O MODELO CENTURY. 15	
Resumo .....	15
Abstract .....	16
1. INTRODUÇÃO .....	17
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
3.1 Simulações de equilíbrio .....	22
3.2. Simulação dos estoques de C do solo nos cenários de campo nas condições climáticas atuais.....	24
3.3. Comparação entre os estoques de C nas condições de temperatura simuladas .....	26

3.3.1 Aumento da média da temperatura atual em 3°C.....	26
3.3.2 Redução da média da temperatura atual em 3°C.....	27
4. CONCLUSÃO.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
AVALIAÇÃO DO MODELO CENTURY COM USO DE DADOS CLIMÁTICOS SIMULADOS POR MODELO CLIMÁTICO EM CULTURAS DE CAFÉ.....	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
1. INTRODUÇÃO .....	32
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
3.1 Simulações de equilíbrio .....	41
3.2. Simulação dos cenários de campo nas condições climáticas históricas ...	42
3.3 Comparação entre os estoques de C nas condições de clima simuladas..	45
4. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
4. CONCLUSÕES.....	49
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	50
ANEXO 1: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Alegre – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009). .....	54
ANEXO 2: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Marilândia – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).....	55
ANEXO 3: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Sooretama – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).....	56
ANEXO 4: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Santa Tereza – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009). .....	57
ANEXO 5: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Venda Nova – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009). .....	58
ANEXO 6: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Alegre (INPE, 2012). .....	59
ANEXO 7: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Marilândia (INPE, 2012). .....	60

ANEXO 8: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Sooretama (INPE, 2012). .....	61
ANEXO 9: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Santa Tereza (INPE, 2012). .....	62
ANEXO 10: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Venda Nova (INPE, 2012). .....	63
ANEXO 11: Dados de solo e clima usados na simulação Ifes Campus de Alegre (arquivo Site.100). .....	64
ANEXO 12 : Os dados do arquivo de cultura usados no arquivo “CROP.100” para o Ifes Campus de Alegre.....	67
ANEXO 13: Exemplo de arquivo de manejo usado para parametrização no estudo do Efes Campus de Alegre. ....	72
ANEXO 14: Exemplo de arquivo fixo “FIX.100” padrão usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Alegre.....	75
ANEXO 15: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Alegre. ....	77
ANEXO 16: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Santa Tereza. ....	80
ANEXO 17: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Venda Nova. ....	83
ANEXO 18: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Marilândia. ....	85
ANEXO 19: Exemplo de arquivo manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Sooretama. ....	87

## RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Janio Gloria; D.Sc.;Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Novembro – 2012. Modelo Para Avaliação do Impacto da Cultura do Café Sobre os Estoques de Carbono no Solo; Professor Orientador: Geraldo de Amaral Gravina; Co-Orientador: Ricardo Ferreira Garcia.

Este trabalho, teve como objetivo geral avaliar que a utilização de dados gerados por modelo climático conduz o modelo Century a simular resultados mais fidedignos com a realidade. Conduziu-se o trabalho em duas etapas, sendo a primeira utilizada para validação do modelo Century com as características da área experimental do Ifes – Campus de Alegre, apresentado no capítulo denominado “Estoque de carbono do solo em função das mudanças climáticas simuladas com o modelo CENTURY”. Neste capítulo, avalia-se a influência sobre os estoques de carbono total (COT) em função da variação da média da temperatura ao longo dos anos sob o cultivo do café. No segundo capítulo, intitulado “Avaliação do modelo CENTURY com uso de dados climáticos simulados por modelo climático em culturas de café”, avaliaram-se os estoques de COT em função de dados climáticos históricos e, a partir de 2010 até 2099, comparou-se a simulação com dados climáticos históricos com a simulação com dados gerados por modelo de previsão climática, fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Como resultados, tem-se que, no primeiro trabalho observa-se uma tendência de redução ou aumento de COT em função da diminuição ou aumento da média da temperatura ambiental, apresentando variação de 2,7% e 3,7%,respectivamente. No segundo trabalho observou-se que os resultados

simulados, utilizando dados climáticos simulados pelo INPE, apresentaram uma variação compatível com as frequentes alterações climáticas a que está sujeita a atmosfera terrestre. Em todos os casos estudados, aplicou-se o teste t de Student, com uso do pacote R versão 2.15.0 (R, 2012), apresentando diferenças significativas a 5% de probabilidade entre os valores simulados e com dados climáticos médios e dados climáticos simulados por modelo de previsão climática.

Palavras-chave: modelo de simulação; estoque de carbono.

## GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Janio Gloria; D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, November - 2012. Model for Evaluation of the Impact of Coffee Culture on Carbon Stocks in the Soil; Advisor: Geraldo de Amaral Gravina, Co-Advisor: Ricardo Ferreira Garcia.

This work, organized into two chapters, aimed to prove that the use of data generated by climate model leads the Century model to simulate more reliable results with reality. The work was conducted in two stages, the first being used to validate the model with the characteristics of Ifes's experimental area - Campus Alegre, presented in the chapter "Soil carbon stock due to variations simulated with the CENTURY model ". This chapter demonstrates the influence on stocks of total carbon (COT) due to the increase or decrease in the average temperature over the years under coffee cultivation. In the second chapter, entitled "Evaluation of the CENTURY model using climate data simulated by climate model in coffee cultures," COT stocks were evaluated in terms of historical weather data, and from 2010 to 2099, the simulation with historical weather data was compared to the simulation with data generated by climate forecast model provided by the National Institute for Space Research (INPE). As a result, in the first work there is a tendency of reduction or increase of COT according to the reduction or increase of the ambient average temperature, showing variation of 2.7% and 3.7%, respectively. In the second study it was observed that the results simulated using climate data simulated by INPE,

showed consistent behavior with the frequent climate changes that Earth's atmosphere may suffer. In all cases, it was applied the Student t test, using the R package version 2.15.0 (R, 2012), with significant differences at 5% of probability between the simulated and measured values.

Keywords: simulation model; carbon stock

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A produção de café é uma das atividades mais importantes sob os aspectos sociais e econômicos do mundo. Mais de sessenta países estão envolvidos somente no setor de produção, circulando cerca de cem bilhões de dólares por ano (Ferrão et al., 2008).

Segundo a CONAB (2012) o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, produção resultante de uma área plantada de 2,2 milhões de hectare e parque cafeeiro de aproximadamente 5,7 bilhões de covas.

O estado do Espírito Santo é o segundo estado brasileiro com maior produção, levando essa atividade a ter grande importância social e econômica para o desenvolvimento local. São mais de 130 mil famílias em mais de 50 mil propriedades envolvidas nesse mercado, sendo a agricultura familiar responsável por 60% da produção de café no ES (Bridi, 2010).

Segundo Schmidt (2007), de uma forma geral, pode-se afirmar que a agricultura é uma atividade que está fortemente relacionada com o ambiente, com incidências negativas e positivas. Dos impactos negativos destacam-se: erosão física, química e biológica dos solos; perda da capacidade de retenção de água do solo; contaminação dos solos, das águas, do ar e de alimentos; produção de resíduos; alterações dos ecossistemas e perda da biodiversidade (flora e fauna).

Ao longo das últimas décadas, houve perda progressiva da capacidade produtiva de solos. Só é possível alcançar bons rendimentos produtivos e mantê-los ao longo do tempo compreendendo e respeitando as características dos agroecossistemas. Para isso, devem-se levar em conta as relações entre os organismos vivos (plantas e animais) e entre estes e o seu meio ambiente. A

planta cultivada ocupa posição central no ecossistema cultivado. O seu desenvolvimento e estado sanitário são condicionados por um conjunto de fatores interdependentes como clima, solo, natureza dos cultivares, rotação de cultura, fertilização, irrigação, desenvolvimento de pragas, doenças, ervas daninhas e intervenções culturais (Schmidt, 2007).

A forma de plantio também deve ser observada. O adensamento dos pés reduz a erosão do solo, permite a maior infiltração de água e deixa que o material orgânico como folhas e sementes seja mais aproveitado naturalmente como adubo (Bridi, 2010).

O Painel Intergovernamental sobre mudança climática (IPCC/ONU 2007) apresentou os cenários climáticos que estão previstos em função de dados atuais e de pesquisas sobre os diversos setores e atividades realizadas no planeta. Segundo o relatório, a concentração de dióxido de carbono, de gás metano e de óxido nitroso na atmosfera global tem aumentado influenciada pelas atividades antropicas. O combustível fóssil, juntamente com a mudança no uso do solo contribui para o aumento da concentração desses gases de efeito estufa.

Segundo Mendonça *et al.* (2009), a predição dos efeitos do clima, da composição atmosférica e das mudanças no uso da terra sobre a dinâmica da matéria orgânica no solo é essencial na formulação de políticas agrícolas, ambientais e socioeconômicas. Os modelos de simulação podem ser utilizados para a otimização do entendimento do impacto daqueles efeitos sobre a dinâmica da matéria orgânica no solo em programas de gestão ambiental.

Em nosso trabalho para simulação do impacto da produção de alimentos sobre a matéria orgânica (MO) do solo foi utilizado o modelo CENTURY (Metherel *et al.*, 1993) desenvolvido por Parton (1987). Este modelo simula a dinâmica do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre através de um ciclo anual em diferentes escalas de tempo. O modelo CENTURY foi concebido especialmente para lidar com uma vasta gama de rotações do sistema de cultivo e práticas de preparo do solo para análise dos efeitos do sistema de gestão e mudanças globais na produtividade e na sustentabilidade dos agroecossistemas (Metherell *et al.*, 1993).

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar que a utilização de dados gerados por modelo climático conduz o modelo Century a simular resultados mais fidedignos com a realidade.

Os objetivos específicos foram:

Desenvolver aplicativo para converter dados do modelo climático para o formato utilizado no modelo CENTURY;

Simular com o modelo CENTURY o impacto da cultura do café sobre o estoque de carbono do solo com dados de climáticos históricos e simulados por modelo de simulação;

Comparar a acurácia do modelo CENTURY, quanto aos estoques de carbono do solo para cultura de café, em cinco localidades do estado do Espírito Santo, com o uso de dados climáticos históricos e simulados por modelo climático.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. O café no mundo e no Brasil

A importância do café para a economia mundial não pode ser desprezada. É um dos mais valiosos produtos primários no comércio mundial, sendo uma importante fonte de divisas para os países produtores. Seu cultivo, processamento, transporte e comercialização proporcionam emprego para centenas de milhões de pessoas. O café é crucial para a economia e política de muitos países, pois para alguns, as exportações de café representam mais de cinquenta por cento de sua receita cambial (Londono, 2010).

O café é um dos maiores geradores de riquezas do planeta. É responsável pela geração de um grande número de empregos em todos os setores da economia, indo desde os setores de máquinas, equipamentos e insumos, passando pela produção no campo e pela indústria, até o setor de serviços, como logística e comércio (Embrapa, 2010).

O Brasil é o maior produtor de café do mundo seguido por Vietnã, Colômbia, Indonésia, Etiópia, Índia, México e Guatemala que são responsáveis por mais de 85% da produção mundial (Ferrão *et al.*, 2008).

Segundo Ferrão *et al.* (2008), o Brasil responde por, cerca de, 36% da produção mundial, tendo produzido, em 2012, aproximadamente 43 milhões de sacas de 60 quilos. A cafeicultura está em 370 mil propriedades em 2000 municípios de 18 estados, empregando oito milhões de pessoas. Apresenta uma produtividade média de 19 sacas beneficiadas por hectare.

O Brasil difere dos demais países produtores por também ser um grande consumidor do produto ficando atrás somente dos Estados Unidos que é o maior consumidor de café mundial (Ferrão *et al.*, 2008).

## **2.2. O café no Espírito Santo**

O cultivo dos cafezais capixabas iniciou-se sob influência do Rio de Janeiro na metade do século XIX. Rapidamente, a cafeicultura foi se consolidando como atividade econômica para o estado. Com vantagens competitivas sobre a cultura da cana-de-açúcar, assumiu a estrutura produtiva canavieira que era monocultura e escravocrata (Cooabriael, 1997).

Inicialmente, a cafeicultura somente substituiu o modelo do setor canavieiro assumindo o posto de protagonista nas exportações. A expansão da cafeicultura foi rápida, passando a ter, já no ano de 1850, grande importância na economia capixaba. Graças a ela, foram surgindo estradas de rodagem, navegação interprovincial, construção de ferrovias, crescimento das atividades do Porto de Vitória, que favoreceram o desenvolvimento econômico para o estado do Espírito Santo.

A cultura do café repetiu no Espírito Santo o que tinha induzido em outras regiões por onde passou gerando excedentes econômicos que possibilitavam o investimento em outros setores da economia como ferrovias, estradas, navegação, bem como a fixação de numerosos núcleos de imigrantes (Cooabriael, 1997).

Atualmente, o Espírito Santo é o maior produtor brasileiro de Conilon, com cerca de 70% da produção nacional da variedade Robusta, com variação de 2,5 a 3,5 milhões de sacas por ano (CONAB, 2012). Dados da distribuição da produção nacional podem ser vistos na Figura 1. Verifica-se que o estado do Espírito Santo ocupa o segundo lugar na produção de café com 24,8% da produção nacional, atrás do estado de Minas Gerais com 52,8% da produção nacional de café.

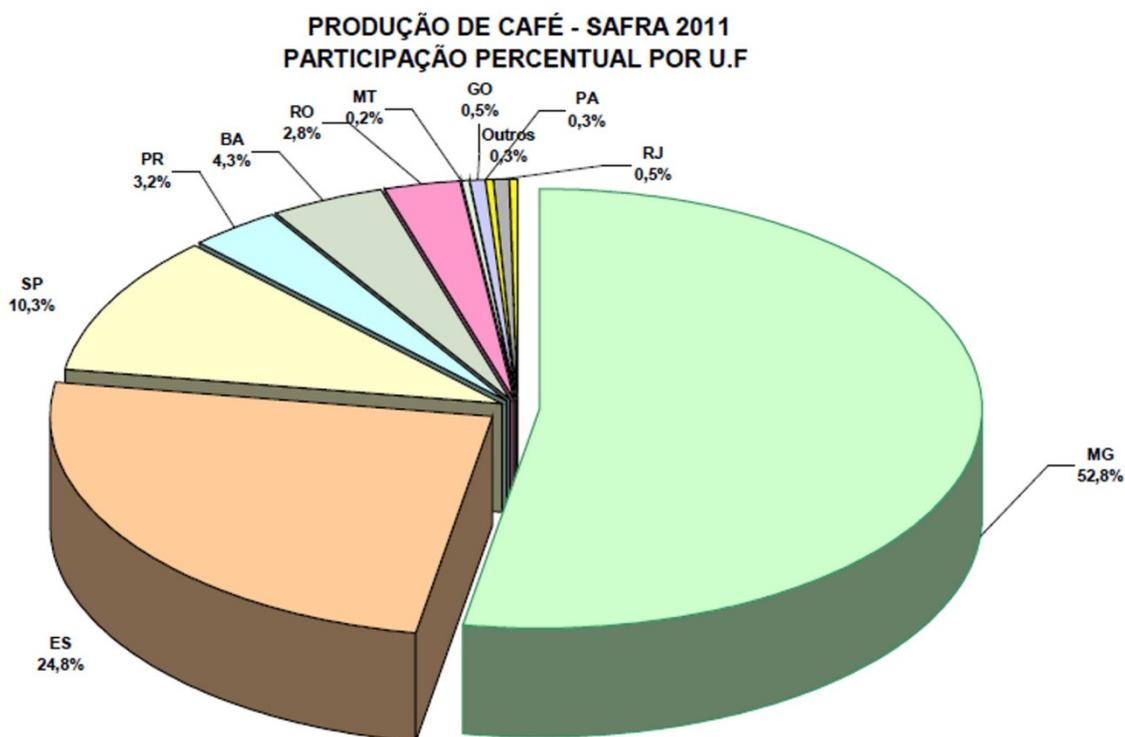


Figura 1: Participação (%) do Espírito Santo na produção brasileira de café em 2011 (CONAB, 2012).

A produção cafeeira do Estado do Espírito Santo está dividida entre café conilon e arábica. A atividade da cafeicultura está presente em mais de 56 mil propriedades, envolvendo cerca de 130 mil famílias, gerando aproximadamente 400 mil postos de trabalhos diretos e indiretos, em 77 dos 78 municípios capixabas, sendo conduzida basicamente por propriedades de base familiar, e representando mais de 35% do PIB agropecuário do Espírito Santo (Ferrão *et al.*, 2008). Alguns municípios se destacam na produção do café conilon e outros na produção do café arábica conforme apresentado na Figura 2, devido a fatores relacionados às condições de produção de cada variedade.



Figura 2: Municípios com maior produção de café do Espírito Santo (Bridi, 2010).

### 2.3.O solo

O uso do solo na agricultura, depois de retirada da vegetação natural, tem frequentemente mostrado alterações nas propriedades químicas e biológicas do solo, as quais são dependentes das condições do solo, do clima, do tipo de cultura e das práticas culturais adotadas. A interação destas condições estabelece uma nova condição de equilíbrio no sistema solo (Marchiori, 2000).

A matéria orgânica do solo controla muitas das propriedades do solo e é frequentemente vista como forte indicador da fertilidade e degradação do solo. A crescente demanda da sociedade pela avaliação do custo ambiental da produção levou à intensificação do uso de modernas práticas agrícolas. Conduziu ao interesse crescente na agricultura orgânica, sistemas agroflorestais, manejo, conservação e uso da cobertura vegetal e a investigar o potencial da matéria

orgânica do solo como um sumidouro de carbono causador do efeito estufa em resposta às preocupações sobre a mudança climática global (Manlay *et al.*, 2007).

Resíduos orgânicos têm sido aplicados ao solo, como meio de fornecer nutrientes para as culturas e manter os teores de matéria orgânica, resultando em benefícios para a estrutura do solo e retenção de água (Salton & Carvalho, 2007). Nas últimas décadas foi reconhecido que a quantidade de carbono armazenado no solo é significativa em escala global e que as práticas de manejo do solo podem aumentar ou diminuir a quantidade de carbono orgânico do solo. Essas práticas sendo aplicadas em grandes regiões geográficas podem causar impacto em nível global (Powlson *et al.*, 2011).

Segundo o IPCC (2007), o carbono do solo é um importante componente do ecossistema terrestre, com estoque variando de  $1.115 \times 10^9$  t a  $2.220 \times 10^9$  t, maior que aquele estocado na vegetação que é de  $600 \times 10^9$  t. Nos oceanos e na atmosfera, há aproximadamente  $39.000 \times 10^9$  t e  $750 \times 10^9$  t, respectivamente.

O aumento de carbono orgânico do solo tenderá a atenuar as alterações climáticas, pois parte do carbono foto-sintetizado pelas plantas é transferido para as frações relativamente estáveis de matéria orgânica do solo. Em contrapartida, a redução de carbono orgânico do solo irá aumentar as alterações no clima, pois o carbono orgânico do solo será convertido em dióxido de carbono e liberado para a atmosfera, o que pode ocorrer sob a influência das alterações climáticas (Jones *et al.*, 2005) ou através de mudanças no manejo do solo (Milne *et al.*, 2007).

As emissões anuais de dióxido de carbono a partir do carbono orgânico do solo são de uma magnitude superior a todo o conjunto de emissões antrópicas de carbono (desmatamento, queima de combustível fóssil). O aumento global da concentração de dióxido de carbono ocorre principalmente devido ao uso de combustível fóssil e a mudança no uso do solo, enquanto o aumento da concentração de gás metano e de óxido nitroso ocorre principalmente devido à agricultura (IPCC, 2007). O solo é um compartimento da superfície terrestre com grande dinamismo de seus constituintes minerais e orgânicos e está ligado às características e processos que ocorrem na hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera (Mendonça *et al.*, 2009). O aumento de matéria orgânica nos seus estoques melhora a ciclagem de nutrientes, a agregação do solo, a permeabilidade e a capacidade de retenção de água e reduz o escoamento superficial e a erosão. Como componente central do balanço global do carbono, a

matéria orgânica do solo pode contribuir para o sequestro de dióxido de carbono e a mitigação de mudanças climáticas (Lal , 2008).

Em avaliação feita por Guo & Gifford (2002), em 74 estudos sobre o uso do solo alterando o estoque de carbono orgânico do solo, observaram que, como regra geral, todas as intervenções nos ecossistemas naturais pelo homem, como agricultura, pastagens e florestamento, provocaram perdas entre 10% a 59% dos estoques originais. Em contrapartida a mudança de lavouras para outros usos do solo, como reflorestamento, apresentaram incrementos de 8% a 53% nos referidos estoques.

Segundo Jandl *et al.* (2007), em floresta cultivada ou nativa, práticas de manejo como fertilização e redução da população de árvores pode contribuir para aumentar o acúmulo de carbono orgânico do solo, mudanças do uso da terra, como as que resultam de arborização e manejo de espécies arbóreas de rápido crescimento, têm efeito imediato sobre a taxa regional de seqüestro de carbono, incorporando o dióxido de carbono na biomassa da planta.

Para o estudo dos efeitos do uso do solo são utilizados cenários construídos a partir de discussões na comunidade científica. Cenários fornecem uma metodologia para orientar percepções sobre os ambientes nos quais as decisões de hoje podem determinar alterações futuras. Na prática, os cenários se assemelham a um conjunto de histórias, escritas ou faladas, construídas ao redor de enredos cuidadosamente construídos(Verburg *et al.*, 2008).

Nesse sentido, a predição dos efeitos do clima, da composição atmosférica e das mudanças no uso da terra sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo é essencial na formulação de políticas agrícolas, ambientais e socioeconômicas (Mendonça *et al.*, 2009).

#### **2.4. Modelos de simulação**

A agricultura tem transformado significativamente a face do planeta. Em especial, áreas de cultivo têm substituído a vegetação natural em grandes áreas da superfície terrestre. Implicando na necessidade de análises para avaliar as mudanças passadas e presentes no estoque de carbono do solo em escala regional e global. Esse processo permite projeções dos potenciais impactos das

mudanças no clima, taxa de dióxido de carbono e padrões de composição de carbono do solo nos agroecossistemas (Paustian *et al.*, 1995).

Modelos de simulação e modelos analíticos são utilizados para prever as mudanças e o potencial de armazenamento de carbono do solo sob possíveis cenários de manejo do solo e mudança do clima (Cole *et al.*, 1993).

Para entender, gerenciar e controlar os impactos ambientais, é preciso ser capaz de prever seus efeitos. Essas previsões são essenciais para que essas atividades se desenvolvam de forma ecologicamente correta e compatível com a demanda da sociedade. A modelagem deve ser complementada com sofisticado e abrangente gerenciamento de dados, e os resultados gerados pelo modelo devem ser apresentados de forma clara e transparente (Silvert, 2005).

Segundo Mendonça *et al.* (2009) os modelos de simulação podem ser utilizados para o entendimento do impacto da utilização do solo sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo em programas de gestão ambiental. Com essas ferramentas, podem-se estimar mudanças climáticas, testar cenários específicos e desenvolver estratégias que mitiguem os impactos antrópicos sobre a qualidade do solo e do ambiente.

O grande interesse da sociedade em manter ou aumentar os estoques de matéria orgânica do solo e sequestrar carbono (Lal *et al.*, 2008) requer ferramentas confiáveis para se avaliar as mudanças ambientais. Para que tenham valor prático para o produtor e empresário rural e o profissional da assistência técnica, essas mudanças devem ser avaliadas em períodos relativamente curtos, que podem variar de alguns anos até, no máximo, uma década. No entanto, as mudanças na matéria orgânica são de velocidade variada, dificultando a tomada de decisões para se estabelecer sistemas sustentáveis de manejo. Nesse sentido, a predição baseada em modelos validados a partir de experimentos de longa duração torna-se importante opção. Para esse propósito, o modelo deve ser fácil de usar, baseado em detalhada descrição teórica dos processos de dinâmica da matéria orgânica do solo e conter variáveis que sejam fisicamente significativas e experimentalmente quantificáveis (Cheng & Kimble, 2001).

Modelos complexos são comumente utilizados para as simulações de cenários em agroecossistemas. No entanto, tais modelos têm sido criticados por seus resultados serem de difícil interpretação. Modelos simples têm contribuído

para o desenvolvimento do estudo de agroecossistemas (Van Nes & Scheffer, 2005).

Segundo Jorgensen & Bendoricchio (2001), na sua formulação matemática, um modelo em ciência ambiental tem cinco componentes:

- ✓ funções de estado ou variáveis externas;
- ✓ variáveis de estado;
- ✓ equações matemáticas;
- ✓ parâmetros;
- ✓ constantes.

E três etapas no processo de modelagem:

- ✓ verificação: a checagem da lógica interna do modelo, se o modelo reage como esperado, se é estável ao longo do tempo, se segue as leis de conservação de massa.
- ✓ calibração: é a tentativa de encontrar a melhor combinação entre os dados observados e computados através da variação dos parâmetros selecionados.
- ✓ validação: verificada através da coincidência entre os dados observados e os obtidos pela aplicação do modelo. A validação do modelo é o procedimento pelo qual a fidelidade de um modelo é avaliada (Mccuskeri *et al.*, 2010).

## 2.5.O modelo CENTURY

O modelo CENTURY foi desenvolvido especialmente para lidar com uma vasta gama de rotações do sistema de cultivo e práticas de preparo do solo para análise dos efeitos do sistema de gestão e mudanças globais na produtividade e na sustentabilidade dos agroecossistemas (Metherell *et al.*, 1993). O CENTURY é um modelo geral para avaliação do ecossistema solo-planta que tem sido usado para representar a dinâmica de nutrientes e carbono para diferentes tipos de ecossistemas (campos, florestas, culturas, e savanas). O modelo representa a dinâmica de nutrientes (carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre) e da água do solo, além do crescimento vegetal, em diferentes ecossistemas, com ciclo mensal, anual ou de séculos em uma camada superficial do solo ( Paustian *et al.*, 1993).

Ao longo do tempo o modelo tem sido testado em diversos ecossistemas e sistemas de uso e manejo de solos (Paustian *et al.*, 1992; Gilmanov *et al.*, 1997; Kelly *et al.*, 1997). Foi também comprovada sua eficácia no território brasileiro (Silveira *et al.*, 2000; Leite *et al.*, 2003a, 2004; Cerri *et al.*, 2007; Tornquist, 2007; Galdos *et al.*, 2009; Carvalho, 2010).

Conforme ilustrado na Figura 3, o modelo integra os efeitos de clima e solo, variáveis de condução e manejo agrícola para simular carbono, nitrogênio e dinâmica da água no sistema solo-planta, tornando possível a simulação de sistemas complexos de gerenciamento agrícola, incluindo a rotação de culturas, práticas de manejo, adubação, irrigação, pastagem e métodos de colheita.

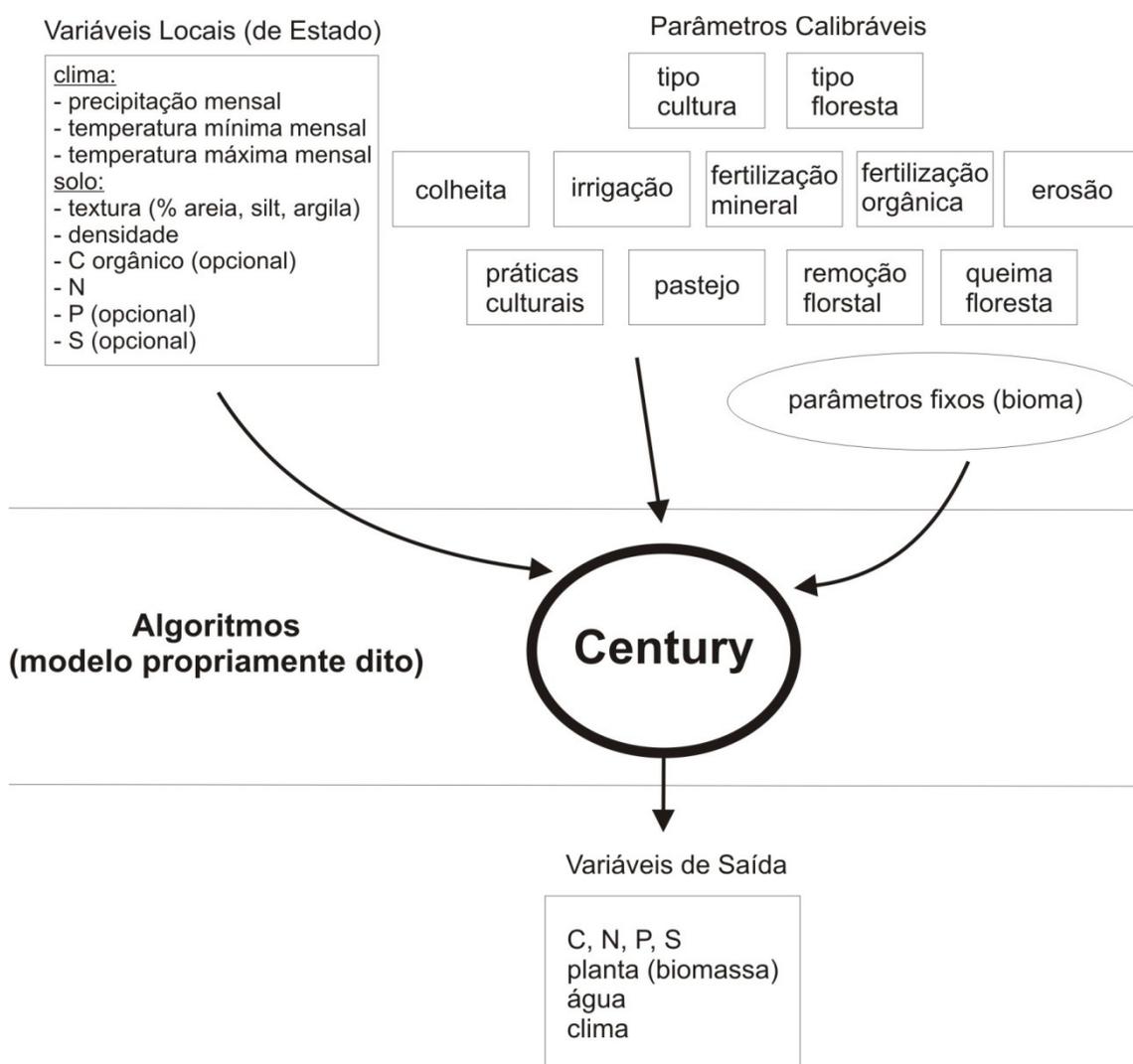


Figura 3: Estrutura do modelo CENTURY (modificado por Tornquist, 2007 de Parton *et al.*, 1987; Metherell *et al.*, 1993; Noorgard, 2004).

O modelo CENTURY obtém valores de entrada através de doze arquivos de dados. Cada arquivo contém um subconjunto de variáveis, por exemplo, o arquivo cult.100 contém os valores relacionados à cultura. Dentro de cada arquivo, pode haver várias opções em que as variáveis são definidas por diversos eventos (Leite & Mendonça, 2003b). Para cada opção, as variáveis são definidas para simular essa opção particular. Cada arquivo de entrada de dados é nomeado com uma extensão ".100" para designá-lo como um arquivo CENTURY. Esses arquivos podem ser atualizados e novas opções criadas através do programa FILE100(Metherell et al., 1993).

A sequência em que os eventos ocorrerão, durante a simulação, são mantidas no arquivo de agendamento, identificado pela extensão ". Sch". Este arquivo pode ser criado e atualizado por meio do programa EVENT100.

A estrutura do modelo CENTURY é mostrada na Figura 4. Para a execução do programa principal o modelo tem como programas auxiliares o programa de impressão VIEW, e dois utilitários: FILE100 e EVENT100. O programa FILE100 auxilia o usuário na criação e atualização de qualquer um dos doze arquivos de dados usados. A execução do modelo cria um arquivo com variáveis de saída selecionáveis pelo arquivo que contém a programação de plantas agrícolas e de eventos que devem ocorrer, gerados pelo aplicativo EVENT100.

O modelo contém parâmetros internos padrão ou fixos, que estão incluídos no arquivo fix.100. Pode ser necessário alterar estes parâmetros para calibração do modelo em aplicações adversas daquelas da concepção do modelo.

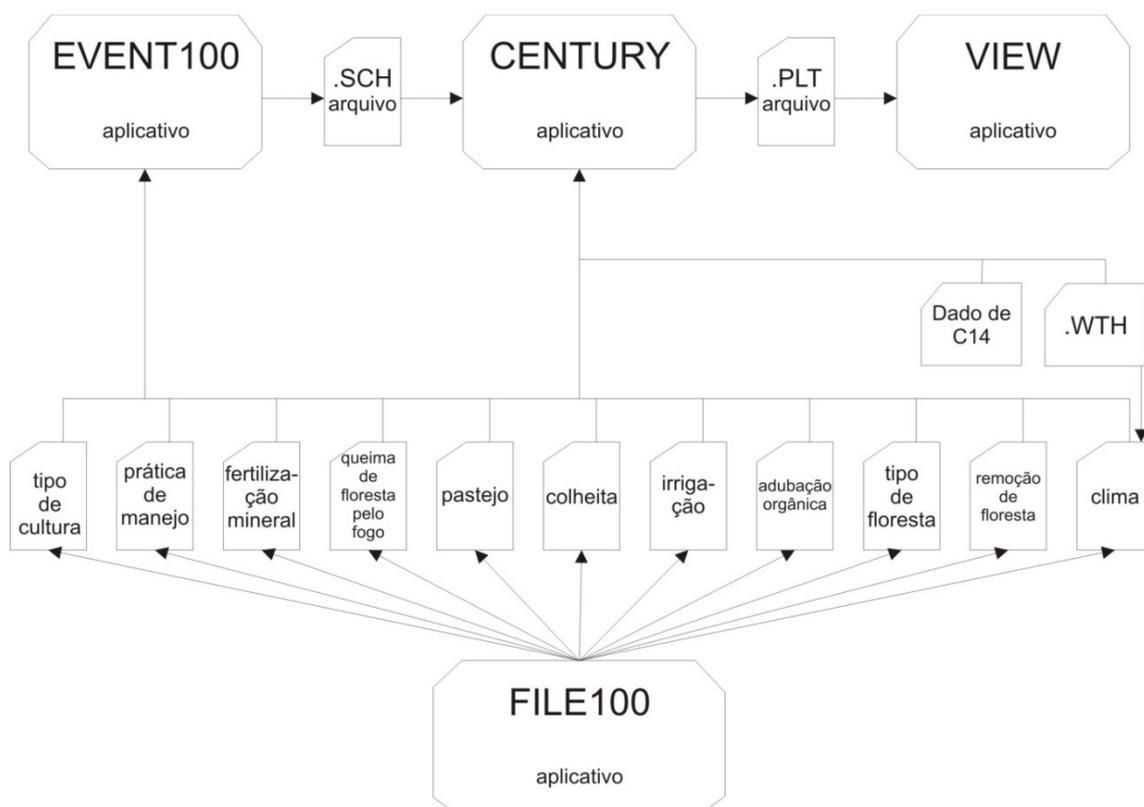


Figura 4: Diagrama de blocos modificado de Metherell *et al.*(1993)

Os anexos de 1 a 10 contêm dados climáticos das áreas do estudo e os ANEXOS de 11 a 19 são exemplos dos arquivos de parametrização utilizados para executar o aplicativo Century. Os parâmetros iniciais para execução do modelo para mata atlântica e café foram os mesmos utilizados por Vilela *et al.* (2009).

## 2.6.O modelo ETA

O modelo de previsão climática de área limitada Eta, foi desenvolvido pela Universidade de Belgrado em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia, e se tornou operacional no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Mesinger *et al.*, 1988; Black, 1994). Esse modelo foi instalado no CPTEC/INPE em 1996 com o fim de complementar a previsão numérica de tempo que vem sendo realizada desde o início de 1995 com o modelo de circulação geral atmosférica ( INPE, 2012).

### 3. TRABALHOS

## ESTOQUE DE CARBONO DO SOLO EM FUNÇÃO DA CUTURA DO CAFÉ E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SIMULADAS COM O MODELO CENTURY

(Formatado de acordo com as normas da revista COFFEE SCIENCE)

#### 1 **Resumo**

2 Um dos fatores preponderantes na produção agrícola é a qualidade do solo, que pode ser  
3 avaliada a partir de um conjunto de atributos físicos, químicos e biológicos. O carbono (C)  
4 é um dos elementos que podem ser tomados como indicadores do efeito do ciclo da  
5 matéria orgânica no sistema solo-planta. O Century é um modelo de simulação que analisa,  
6 em longo prazo, a dinâmica da matéria orgânica do solo e dos nutrientes no sistema solo-  
7 planta em diversos agroecossistemas. Este trabalho teve como objetivo simular, utilizando  
8 o modelo Century, o impacto do cultivo do café conilon sobre os estoques de C no solo na  
9 região sul do Estado do Espírito Santo. Com base na previsão do IPCC (2007) foi estimado  
10 o impacto do aumento da temperatura na região sobre os estoques de C no solo. O estudo  
11 foi realizado em uma área experimental do Instituto Federal do Espírito Santo, Alegre, ES  
12 situada a uma altitude de 107 metros, sob topografia suave ondulada. A região possui

13 temperatura média anual de 23°C e precipitação média anual de 1.295 mm, apresentando  
14 um período seco de 2 a 4 meses. Foram utilizados dados climáticos, de manejo, adubação,  
15 produção da área estudada. Com a variação da média da temperatura ambiental houve  
16 alteração significativa nos estoques de C do solo, tanto para o acréscimo quanto para o  
17 decréscimo da média da temperatura, apresentando variação de 3,7% e 2,7%,  
18 respectivamente, no estoque de C.

19 Palavras-chave: matéria orgânica; Café; IPCC; simulação.

20

## 21 SOIL CARBON STOCK IN THE LIGHT OF CLIMATE CHANGE 22 SIMULATED WITH THE CENTURY MODEL

23

### 24 **Abstract**

25 One of the most important factors in agricultural production is soil quality, which  
26 can be evaluated from a physical, chemical and biological set. Carbon (C) is one of the  
27 elements that can be used as indicators of the effect of the organic matter cycle in soil-plant  
28 system. The Century is a simulation model that, in the long run, analyzes the dynamics of  
29 soil organic matter and nutrients in the soil-plant system in several agroecosystems. This  
30 study aimed to simulate, using the Century model, the impact of conilon coffee's growing  
31 on C stocks in the southern region of Espírito Santo's soil. Based on the IPCC forecast was  
32 estimated the impact of rising temperatures in the region on C stocks in the soil. The study  
33 was conducted in an experimental area of the Federal Institute of Espírito Santo (Ifes),  
34 Alegre, situated at an altitude of 107 meters, on a gentle undulating topography. The region  
35 has an average annual temperature of 23 ° C and average annual rainfall of 1295 mm, with  
36 a dry period from 2 to 4 months. It was used climate, management, fertilization and  
37 production data of the studied area. There was a significant change in C soil stocks, with  
38 the increase and the decrease of the average temperature, respectively, showing variation of  
39 3.7% and 2.7% in the C stock.

40 Keywords: organic matter; Coffee; IPCC; simulation.

41

## 42 1. INTRODUÇÃO

43 Segundo a CONAB (2012) o Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo,  
44 produção resultante de uma área plantada de 2,3 milhões de hectares e parque cafeeiro de  
45 aproximadamente 5,7 bilhões de covas.

46 O estado do Espírito Santo (ES) é o segundo estado brasileiro com maior produção,  
47 levando essa atividade a ter grande importância social e econômica para o  
48 desenvolvimento local. São mais de 130 mil famílias em mais de 50 mil propriedades  
49 envolvidas nesse mercado, sendo a agricultura familiar responsável por 60% da produção  
50 de café no estado do Espírito Santo (FERRÃO et al., 2008).

51 Só é possível alcançar bons rendimentos produtivos e mantê-los ao longo do tempo  
52 compreendendo a dinâmica de C e nutrientes dos agroecossistemas. Para isso devem-se  
53 levar em conta as relações entre os organismos vivos (plantas e animais) e entre estes e o  
54 seu meio ambiente. A produção vegetal ocupa posição central no agroecossistema, o seu  
55 desenvolvimento e estado sanitário são condicionados por um conjunto de fatores  
56 interdependentes: clima, solo, natureza dos cultivares, rotação de cultura, fertilização,  
57 irrigação, desenvolvimento de pragas, doenças, ervas daninhas e intervenções culturais  
58 (SCHMIDT, 2010).

59 A forma de plantio também deve ser observada, o adensamento dos pés de café reduz a  
60 erosão do solo, permite a maior infiltração de água e deixa o material orgânico sobre o solo  
61 reduzindo a erosão hídrica (FERRÃO et al., 2008).

62 O Painel Intergovernamental sobre mudanças climáticas - IPCC (IPCC/ONU, 2007)  
63 apresenta os cenários climáticos que estão previstos em função de dados atuais e de  
64 pesquisas sobre os diversos setores e atividades realizadas no planeta. Segundo o relatório,  
65 a concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), de gás metano e de óxido nitroso na  
66 atmosfera global tem aumentado influenciada pelas atividades antrópicas. O combustível

67 fósfil, juntamente com a mudança no uso do solo contribui para o aumento da  
68 concentração desses gases na atmosfera.

69 A predição dos efeitos do clima, da composição atmosférica e das mudanças no uso da  
70 terra sobre a dinâmica da matéria orgânica no solo é essencial na formulação de políticas  
71 agrícolas, ambientais e socioeconômicas. Os modelos de simulação podem ser utilizados  
72 para a otimização do entendimento do impacto daqueles efeitos sobre a dinâmica da  
73 matéria orgânica no solo em programas de gestão ambiental (LEITE & MENDONÇA,  
74 2003).

75 A elevação na temperatura aumenta a capacidade do ar em reter vapor d'água e,  
76 conseqüentemente, há maior demanda hídrica no sistema de produção de alimentos  
77 (ASSAD et al., 2004).

78 O modelo Century (METHERELL et al., 1993) foi concebido especialmente para lidar  
79 com uma vasta gama de rotações do sistema de cultivo e práticas de preparo do solo para  
80 análise dos efeitos do sistema de gestão e mudanças globais na produtividade e na  
81 sustentabilidade dos agroecossistemas.

82 Os modelos de simulação otimizam o entendimento da dinâmica da matéria orgânica do  
83 solo e são ferramentas úteis para estimar mudanças climáticas, testar cenários específicos e  
84 desenvolver estratégias que mitiguem os impactos negativos dessas mudanças (LEITE &  
85 MENDONÇA, 2003). O modelo Century se destaca entre os mais usados e tem sido  
86 amplamente utilizado em ecossistemas tropicais (BORTOLON et al., 2009; TORNQUIST,  
87 2007; LEITE & MENDONÇA, 2003), apresentando boa capacidade para simular os  
88 efeitos de diferentes usos e manejos. As principais variáveis de entrada do modelo,  
89 segundo METHERELL et al. (1993) são temperatura do ar, precipitação mensal, conteúdo  
90 de lignina do material vegetal, teores de N, P e S do material vegetal, textura do solo,  
91 aporte de N do solo e da atmosfera e teor inicial de C, N, P e S nos diferentes  
92 compartimentos do solo.

93 O modelo contém vários submodelos, a saber: o submodelo de água, o submodelo de  
94 produção vegetal e o submodelo de dinâmica da matéria orgânica do solo, baseado em  
95 múltiplos compartimentos com diferentes características de decomposição ou taxas de  
96 transformação ativo, lento e passivo. O compartimento ativo é representado pela biomassa  
97 microbiana e produtos derivados, com tempo de ciclagem até 5 anos, o lento é  
98 representado pela matéria orgânica leve, derivada do material vegetal das culturas ou da  
99 aplicação orgânica ao solo, com tempo de reciclagem estimado entre 20 e 40 anos e o  
100 passivo, representado pelo material muito resistente a decomposição e protegido  
101 fisicamente pelo solo, podendo alcançar tempos de reciclagem entre 200 a 500 anos  
102 (TORNQUIST, 2007).

103 Os objetivos desse trabalho foram estimar, por meio do modelo Century, o impacto  
104 do cultivo do café sobre os estoques de C do solo e simular como a variação da  
105 temperatura ambiente poderá influenciar a dinâmica de matéria orgânica no sistema solo-  
106 planta no sistema cafeeiro do sul capixaba.

107

## 108 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

109 O estudo foi desenvolvido em área experimental da fazenda do Instituto Federal do  
110 Espírito Santo – Campus de Alegre (IFES), localizada no município de Alegre - ES na  
111 região do Caparaó. O município abrange uma área de 778,6 km<sup>2</sup>. O clima é quente e  
112 chuvoso no verão, seco no inverno, com temperaturas que variam entre 17 e 31°C.  
113 Segundo dados do IBGE, a população do município é de 30.784 habitantes (IBGE, 2011).  
114 Destes, cerca de 20.000 residem na sede, e os demais em sete distritos: Araraí, Café, Rive,  
115 Celina, Santa Angélica, Anutiba e São João do Norte (PREFEITURA MUNICIPAL DE  
116 ALEGRE, 2011).

117 Situada a uma altitude de 107 metros, a área em estudo apresenta topografia suave  
118 ondulada. Possui temperatura média anual de aproximadamente 23.4°C e precipitação  
119 média anual de 1.295 mm, apresentando um período seco de 2 a 4 meses (PREFEITURA  
120 MUNICIPAL DE ALEGRE, 2011).

121 O critério de seleção foi priorizar o estudo de uma área utilizada para cultura de café, por  
122 ser esta uma cultura de alta relevância para a agricultura regional. Foi utilizada uma mata  
123 secundária como referência para calibração inicial do modelo e café em sistema de plantio  
124 direto sob as mesmas condições ambientais para as simulações.

125 O estudo de simulação da dinâmica da matéria orgânica e nutriente foi realizado por meio  
126 da utilização do modelo Century. Foram utilizados dados de manejo, adubação, produção e  
127 climáticos da área estudada.

128 O trabalho foi composto pela seguintes etapas - obtenção de dados sobre a cultura  
129 do café em sistema de monocultivo; do solo, clima e manejo; preparo dos arquivos de  
130 manejo, solo e clima; execução do modelo para estabilização com a simulação da mata;  
131 execução do modelo para simulação nas condições de mudança de temperatura;  
132 comparação dos resultados obtidos.

133 Para cada simulação foram alteradas as temperaturas médias históricas mensais mínimas e  
134 máximas com diminuição de 3°C e acréscimo de 3°C, respectivamente, o aumento da  
135 temperatura está dentro da faixa prevista no relatório do IPCC (IPCC/ONU, 2007).

136 A atual área de cafeicultura, na época de desapropriação da fazenda (1960) era usada como  
137 área de pastagem nativa (Colonião, Jaraguá, Gordura, Pernambuco, etc.). De 1960 até  
138 1974, a área passou a ser usada como campo de produção de milho e feijão, passando a  
139 receber duas a três arações e gradagens anuais. De 1974 a 1988, a área passou a ser usada  
140 para produção de olerícolas, no inverno, e milho e feijão, no verão, com uso intensivo de  
141 aração e gradagem. A partir de 1988, parte da área passou a ser usada para produção de  
142 olerícolas e outra parte na produção de milho e sorgo forrageiro. Em 2001 o café conilon

143 foi implantado em parte da área, com espaçamento de 3 m entre fileiras e 1,1 m entre  
 144 plantas dentro da fileira, com adubação química e manejo da área através de roçada e uma  
 145 capina anual. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. As análises  
 146 de solo passaram a ter periodicidade anual após a implantação da cafeicultura. As  
 147 adubações e calagens anteriores à cafeicultura eram realizadas em função das  
 148 recomendações da literatura.

149 A coleta de solo foi realizada na área de estudo, em uma profundidade de 0-20 cm, com  
 150 escolha de pontos aleatórios e com afastamento de aproximadamente 30 metros entre si.  
 151 Foram coletadas cinco amostras simples, que formaram uma amostra composta para  
 152 obtenção dos teores de matéria orgânica e características físico-químicas do  
 153 solo (YEOMANS JC & BREMNER JM, 1988) e cinco amostras simples, com equipamento  
 154 amostrador de solo para densidade (EMBRAPA, 1999), em pontos próximos aos de coleta  
 155 para obtenção de densidade do solo (Tabela 1).

156  
 157 Tabela 1 - Características químicas e físicas do solo sob mata secundária e café.

Características	Mata	Café
Areia	54,6%	65,2%
Silte	13,4%	3,7%
Argila	31,8%	31,1%
Densidade (Mg m <sup>-3</sup> )	1,46	1,64
pH H <sub>2</sub> O	5,86	6,0
COT <sup>1</sup> (g C/m <sup>2</sup> )	3.504	2.624

158 <sup>1</sup> Carbono Orgânico Total

159  
 160 Utilizando o modelo Century (METHERELL et al., 1993) foram feitas simulações de  
 161 equilíbrio de 15.000 anos para a área de mata, utilizando como dados de entrada no modelo  
 162 as variáveis do local da tabela 1 e dados médios climáticos da série histórica da estação  
 163 meteorológica localizada no município de Alegre-ES nas coordenadas LAT: -20,750° S  
 164 LON: -41,483 W ALT: 107m (Tabela 2).

165

166 Tabela 2 - Dados climáticos período: julho/1975 a março/2009

Parâm	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
TMMx <sup>1</sup>	32.1	33.1	32.4	30.4	28.3	27.7	27.2	28.5	28.7	29.9	30.0	31.0
TMMn <sup>2</sup>	21.3	21.1	21.0	19.7	17.5	15.8	15.2	15.8	17.2	19.1	20.2	20.9
TMax <sup>3</sup>	36.7	36.6	36.2	34.6	33.1	32.3	32.2	34.5	35.5	36.5	35.7	36.0
TMin <sup>4</sup>	18.5	18.7	18.1	16.2	13.2	11.7	11.3	11.1	12.8	14.8	16.2	17.7
PrecT <sup>5</sup>	20.0	12.4	13.5	9.8	5.1	1.8	2.4	2.5	5.5	10.4	20.4	25.7

167 <sup>1</sup>TMMx: Temperatura Média Máxima; <sup>2</sup>TMMn: Temperatura Média Mínima; <sup>3</sup>TMax:  
 168 Temperatura Máxima absoluta; <sup>4</sup>TMin: Temperatura Mínima absoluta; <sup>5</sup>PrecT: Total  
 169 precipitação. Temperatura em °C e precipitação em cm.

170

171 Foi criado um arquivo para realizar a simulação de equilíbrio para a vegetação do tipo

172 Mata Atlântica. Antes da calibração do estoque de C no solo foi feito um ajuste na

173 produção de biomassa para Mata Atlântica. Todas as estimativas feitas pelo modelo

174 Century foram baseadas na camada de 0-20 cm. No ano de 2012, os valores simulados e

175 observados de Carbono Orgânico Total (COT) foram analisados com a aplicação do teste t

176 de Student, com uso do pacote R versão 2.15.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM,

177 2010), testando os resultados utilizando nível de significância de 5% de probabilidade

178 entre os valores medidos e simulados.

179

### 180 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 181 3.1 Simulações de equilíbrio

182 Para a simulação de equilíbrio foram necessárias algumas alterações no arquivo de

183 variáveis fixas do modelo, para que as taxas de decomposição dos compartimentos se

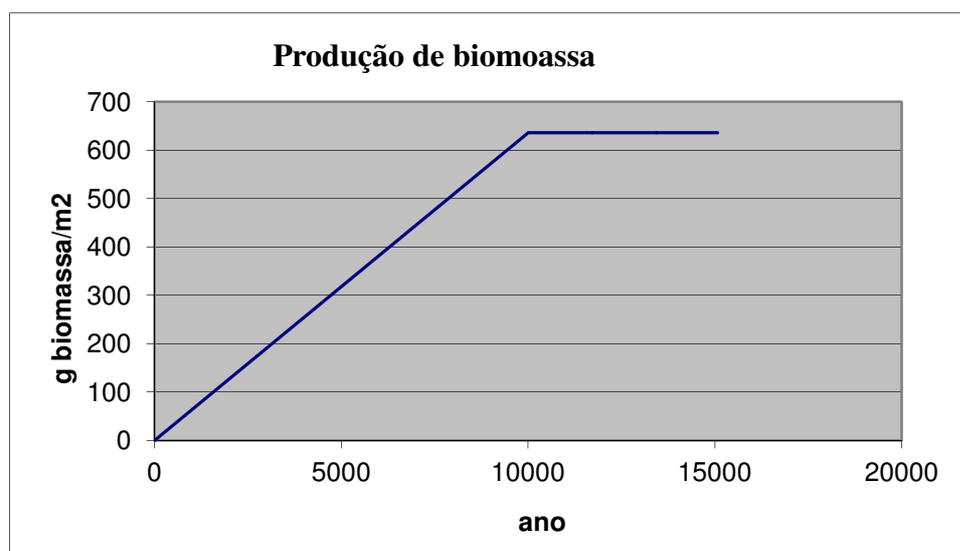
184 ajustassem ao modelo da mata em estudo (Tabela 3).

185 Tabela 3- Variáveis modificadas para ajuste da simulação de  
 186 equilíbrio com o modelo Century

Arquivo	Variável	Valor padrão	Valor utilizado
FIX.100	DEC4	0.0066	0.0118
FIX.100	DEC5	0.2	1.435
SITE.100	EPFNS(1)	-0.92	0.119
SITE.100	EPFNS(2)	0.03	0.00121

187 DEC4: Taxa máxima de decomposição do compartimento passivo; DEC5: Taxa  
 188 decomposição da MOS do compartimento lento; EPFNS(\*): Taxa de fixação de nitrogênio  
 189 em função da precipitação anual.

190  
191 O parâmetro fixo do modelo DEC4, que representa a máxima taxa de decomposição do  
192 compartimento passivo, foi alterado de 0,0066 para 0,0118. O parâmetro fixo DEC5, que  
193 representa a decomposição de MOS do compartimento lento, foi alterado de 0,2 para  
194 1,435. O parâmetro EPFNS(\*), que representa a taxa de fixação de nitrogênio em função  
195 da precipitação anual sofreram alteração de -0,92 para 0,119 e 0,03 para 0,00121,  
196 respectivamente. Ajustes necessários para que seja possível rodar o modelo para condições  
197 tropicais, uma vez que este foi concebido e validado para situações de clima temperado.  
198 Para a mata, considerou-se produção primária de  $600 \text{ gC/m}^2$  (Tabela 4). Depois destes  
199 ajustes o modelo foi rodado simulando um período de 15.000 anos, possibilitando a  
200 estabilização de C no solo. A figura 1 apresenta dados de produção de biomassa da mata  
201 atlântica, simulado.



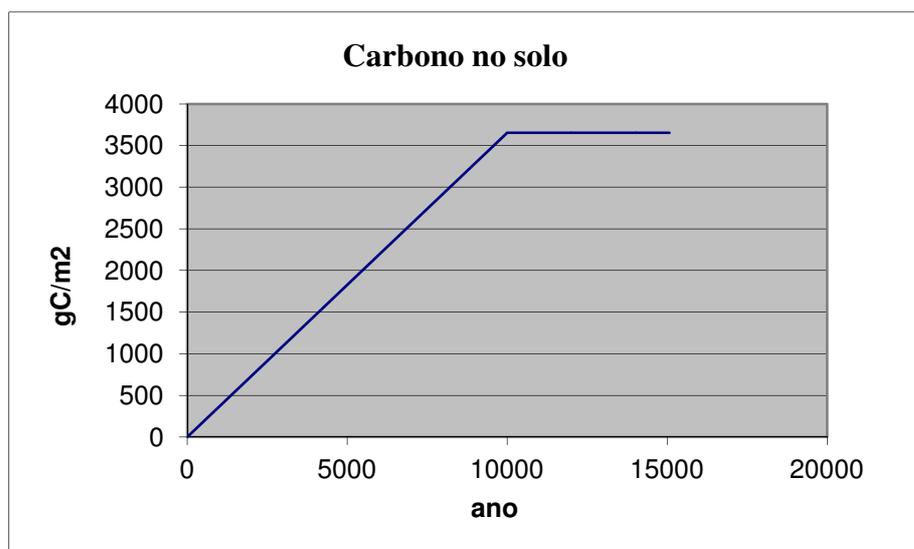
202

203 Figura 1 - Produção de biomassa da mata atlântica na região sul capixaba estimada pelo  
204 modelo Century.

205

206 No final dos 15.000 anos (Figura 2) o total de C do solo simulado foi próximo ao medido  
207 na mata natural em 2012 (Tabela 4). Com esses resultados espera-se que o modelo seja  
208 capaz de simular de maneira satisfatória os estoques de C do solo sobre influência de  
209 sistemas de manejo do café.

210



211

212 Figura 2 - Estoque de C total do solo sob mata Atlântica estimado pelo modelo Century.

213

214 Tabela 4 - Resumo dados da execução para equilíbrio utilizando o modelo Century  
215 em condições de mata natural

	Valores	
	Medidos	Simulados
Biomassa (g C/m <sub>2</sub> )	600	636
Carbono Total (g C/m <sub>2</sub> )	3.504	3.653

216 **3.2. Simulação dos estoques de C do solo nos cenários de campo nas condições**  
217 **climáticas atuais**218 Observa-se na Figura 3 que, a partir dos valores obtidos pelas simulações de equilíbrio da  
219 mata, o estoque de COT se manteve constante entre 1909 e 1961, período de pastagem.

220 Esse resultado é esperado uma vez que a pastagem funciona como repositores de biomassa,

221 devido à grande renovação do sistema radicular, e o gado deposita na forma de fezes e

222 urina nessa mesma área parte do C consumido (SALTON &amp; CARVALHO, 2007). Esse

223 comportamento evidencia a potencialidade de pastagens bem manejadas em manter os

224 estoques de COT do solo.

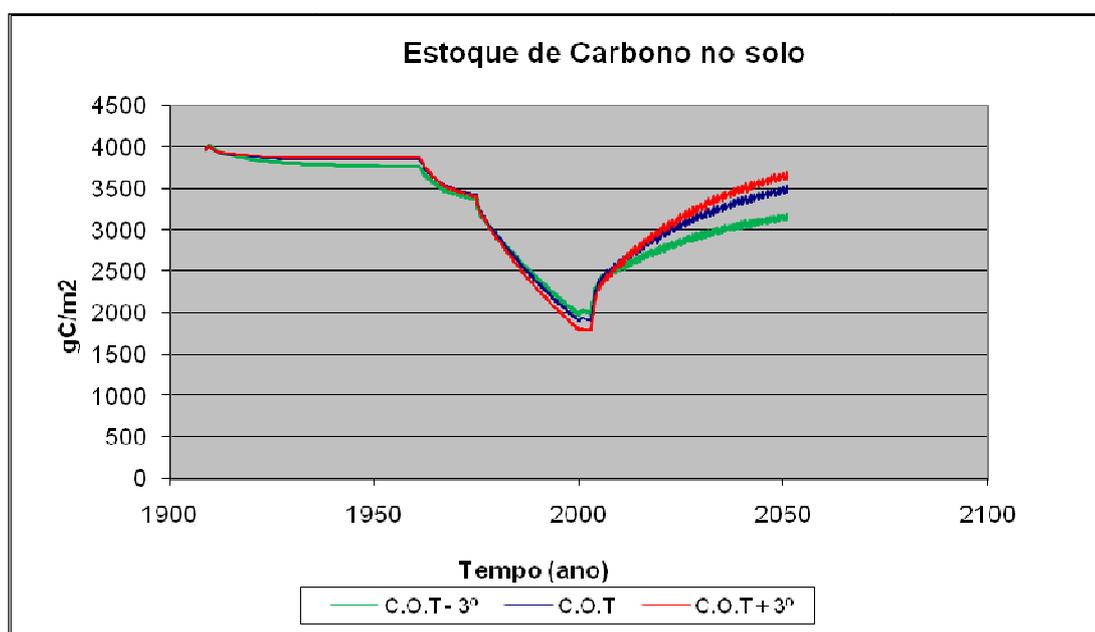
225 No período compreendido entre 1961 e 2000, quando houve a substituição da pastagem

226 pelo cultivo de milho, feijão, sorgo e olericultura, o estoque de C apresentou queda

227 acentuada. Esse efeito foi proporcionado pelo uso intensivo de aração e gradagem, que  
228 quebra os agregados do solo expondo o C dentro dos agregados e protegido de forma  
229 coloidal a ação dos microrganismos, além de acelerar a decomposição dos resíduos  
230 vegetais (SILVA & MENDONÇA, 2007). A partir de 2001, ano de início do plantio e  
231 posterior produção de café, houve recomposição dos estoques de C.

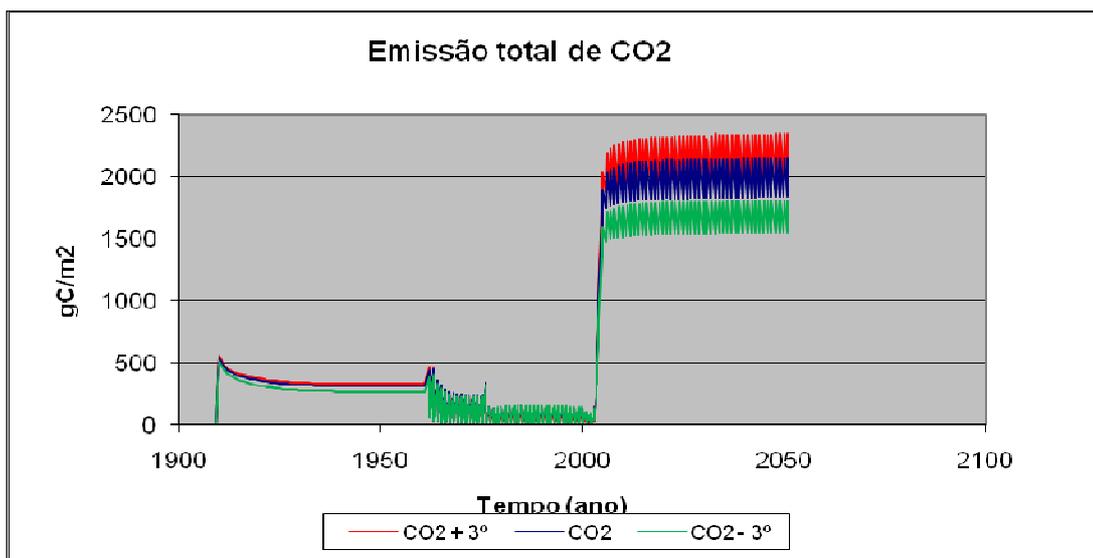
232 As estimativas das emissões de CO<sub>2</sub> (Figura 4) refletem o comportamento dos estoques de  
233 C do solo. No período de pastagem há estabilização das emissões, com significativa queda  
234 no período de redução do estoque de C, e posterior aumento. Esse comportamento segue o  
235 estoque de matéria orgânica do solo (SILVA & MENDONÇA, 2007), quanto maior os  
236 estoques de matéria orgânica maior a quantidade de substrato para ação dos  
237 microrganismos possibilitando aumento das emissões de C para a atmosfera.

238



239

240 Figura 3 - Variação dos estoques de C total estimados pelo modelo Century com temp.  
241 atual (C.O.T.), temp. atual acrescida de 3°C (C.O.T. +3), Temp. atual subtraída de 3°C  
242 (C.O.T. - 3).  
243



244

245 Figura 4 - Variação dos estoques da emissão total de CO<sub>2</sub> estimadas pelo modelo  
 246 CENTURY com temp. atual (CO<sub>2</sub>), temp. atual acrescida de 3°C (CO<sub>2</sub> + 3°), Temp. atual  
 247 subtraída de 3°C (CO<sub>2</sub> - 3°)

### 248 3.3. Comparação entre os estoques de C nas condições de temperatura simuladas

#### 249 3.3.1 Aumento da média da temperatura atual em 3°C

250 Com o aumento da temperatura, houve acréscimo na atividade fotossintética dos vegetais,  
 251 gerando um aumento no aporte de matéria orgânica que terá como consequência aumento  
 252 da quantidade de C no solo, o que pode ser verificado com a sobreposição dos resultados  
 253 das simulações (Figura 3), onde C.O.T. apresenta o resultado da simulação na temperatura  
 254 atual e C.O.T. + 3°, o aumento da temperatura de 3°C . Pelos resultados da simulação para  
 255 estas condições, a variação no estoque de C no solo foi de aproximadamente 2,7%.

256 O aumento da atividade de fotossíntese associado ao aumento da velocidade de  
 257 decomposição da biomassa justifica o aumento da emissão de C-CO<sub>2</sub> como pode ser  
 258 observado na Figura 4, onde há a sobreposição das emissões de C-CO<sub>2</sub> geradas na  
 259 simulação com a temperatura atual CO<sub>2</sub> e o aumento de temperatura CO<sub>2</sub> + 3°.

### 260 3.3.2 Redução da média da temperatura atual em 3°C

261 Com a redução da temperatura ambiente, houve diminuição na atividade fotossintética,  
262 gerando redução na produção de matéria orgânica que terá como consequência diminuição  
263 da quantidade de C no solo, havendo ainda a redução da velocidade de decomposição da  
264 matéria orgânica. Este resultado pode ser verificado graficamente com a sobreposição dos  
265 resultados das simulações na Figura 3. Onde C.O.T. apresenta o resultado da simulação na  
266 temperatura atual e C.O.T. – 3° apresenta o resultado com a redução da temperatura em  
267 3°C. Pelos resultados da simulação para estas condições, a variação no estoque de C no  
268 solo foi de aproximadamente 3,7%.

269 A diminuição da atividade fotossintética associada à diminuição da velocidade de  
270 decomposição da biomassa justifica a redução da emissão de C-CO<sub>2</sub>, como pode ser  
271 observado na Figura 4, onde há a sobreposição das emissões de C-CO<sub>2</sub> geradas na  
272 simulação com a temperatura atual CO<sub>2</sub> e com a redução de temperatura CO<sub>2</sub> – 3°.

273

## 274 4. CONCLUSÃO

275 Os resultados das simulações indicam que há relação direta do efeito da temperatura com o  
276 estoque de C no solo. No entanto, é importante salientar que, nos testes realizados neste  
277 trabalho, os demais fatores foram fixados a partir da execução do aplicativo para equilíbrio  
278 do modelo. Quanto ao aumento da média da temperatura, há de se considerar ainda, a  
279 necessidade de adequar a cultura do café às novas condições climáticas, uma vez que  
280 poderão ser ultrapassados os limites de sustentabilidade da planta. Os dados indicam  
281 também que o modelo Century é sensível a pequenas variações de temperatura, indicando  
282 que a dinâmica de C no sistema solo-planta poderá sofrer mudanças com pequenas  
283 alterações da temperatura ambiente decorrente do aquecimento global.

284

## 285 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 286 ASSAD, E. D., PINTO, H. S., ZULLO JUNIOR, J., & ÁVILA, A. M. Impacto das  
287 mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. **Pesquisa**  
288 **Agropecuária Brasileira.**, , v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.  
289
- 290 BORTOLON, E. S., MIELMICZUK, J., TORNQUIST, G. C., LOPES, F., &  
291 FERNANDES, F. F. Simulação da Dinâmica do Carbono e Nitrogênio em um Argissolo  
292 do Rio Grande do Sul usando Modelo Century. **Revista Brasileira Ciência do Solo** , vol.  
293 33, n. 6, 1635-1646, 2009.  
294
- 295 CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, DF. **Cafés do Brasil.**  
296 Disponível em: < <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=> >. Acesso em: 10  
297 mai. 2012.  
298
- 299 COLE, V. C.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E. T.; METHERELL, A. K.; OJIMA, D. S.  
300 **Water, Air, & Soil Pollution**, 1993, Volume\_70, Numbers 1-4, Pages 357-371. 1993.  
301 ISSN 0049-6979. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1007/BF01105007> >. Acesso em  
302 04 set. 2012.  
303
- 304 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (1999)  
305 **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa  
306 de Solos. 412p  
307
- 308 FERRÃO, R. G.; FORNAZIER, M.; FERRÃO, M. A. G.; PREZOTTI, L. C.; FONSECA,  
309 A. F. A.; ALIXANDRE, F. T.; FERRÃO, L. F. V. Estado da Arte da Cafeicultura no  
310 Espírito Santo. **Seminário para a Sustentabilidade da Cafeicultura**, 2008, Universidade  
311 Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, p. 29-47.  
312
- 313 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Dados Censo 2010.** Disponível em:  
314 <[http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados\\_divulgados/index.php?uf=32](http://www.censo2010.ibge.gov.br/dados_divulgados/index.php?uf=32)>. Acesso em: 05  
315 out. 2011.  
316
- 317 IPCC/ONU. Novos Cenários Climáticos. **Conferência Latino Americana sobre Meio**  
318 **Ambiente e Responsabilidade Social**, Paris, p. Relatório do IPCC/ONU divulgado em 02  
319 fev. 2007, 2007.  
320
- 321 LEITE, L. F., & MENDONÇA, E. D. Modelo Century de Dinâmica da Matéria orgânica  
322 do solo: Equações e Pressupostos. **Ciência Rural** , vol 33, n.4, 679-688, 2003.  
323
- 324 METHERELL, A. K., HARDING, L. A., COLE, C. V., & PARTON, W. J. **Century Soil**  
325 **Organic Matter Model Environment**, Colorado, EUA. Disponível em:  
326 <[http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html\\_manual/man96.html](http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html_manual/man96.html)>.  
327 Acesso em: 10 ago. 2011.  
328
- 329 PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE. (27 de 11 de 2011). disponível em  
330 **PREFEITURA DE ALEGRE:** Disponível em: <<http://www.alegre.es.gov.br/>>. Acesso  
331 em: 27 nov. 2011.

- 332 R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical**  
333 **Computing**. Vienna, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 31  
334 jun. 2012.  
335
- 336 SALTON, J.C.; CARVALHO, P.C.F. Heterogeneidade da Pastagem – Causas e  
337 Consequências. **EMBRAPA**. 2007. Disponível em <<http://www.cpao.embrapa.br/publicacoes/online/zip/DOC200791.pdf>>. Acessado em 04/08/2011.  
338  
339
- 340 SCHMIDT, H. C. **Boas Práticas Agrícolas na Produção do Café**. Disponível em: <  
341 <http://www.revistacafeicultura.com.br/index.php?tipo=ler&mat=8879>>. Acesso em: 20  
342 mai. 2010.  
343
- 344 SILVA, I.R., MENDONÇA, Matéria orgânica do solo. In: Novais, Fertilidade do solo.  
345 **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, pp. 275–374, 2007.  
346
- 347 TORNQUIST, C. G. **Simulação da Dinâmica da Matéria Orgânica do solo em Escala**  
348 **Regional: Aplicação do Modelo Century e Sistemas de Informações Geográficas**.  
349 Tese(Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) . Universidade Federal do Rio  
350 Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2007.  
351
- 352 YEOMANS JC & BREMNER JM (1988) **A rapid and precise method for routine**  
353 **determination of carbon in soil**. Communications in Soil Science and Plant Analysis,  
354 19:1467-1476.

# AVALIAÇÃO DO MODELO CENTURY COM USO DE DADOS CLIMÁTICOS SIMULADOS POR MODELO CLIMÁTICO EM CULTURAS DE CAFÉ

(Formatado de acordo com as normas da revista COFFEE SCIENCE)

## 1 **Resumo**

2 São necessárias análises para avaliar as mudanças passadas e presentes no estoque de  
3 carbono do solo em escala regional e global para fazer projeções dos potenciais impactos  
4 das mudanças no clima, taxa de dióxido de carbono e padrões de composição de carbono  
5 do solo em agroecossistemas. O Century é um modelo de simulação que analisa, em longo  
6 prazo, a dinâmica da matéria orgânica do solo e dos nutrientes no sistema solo-planta em  
7 diversos agroecossistemas. Este trabalho teve como objetivo simular e comparar,  
8 utilizando o modelo Century, o impacto do cultivo do café sobre os estoques de C no solo  
9 no Estado do Espírito Santo até o ano de 2099, com dados climáticos históricos e dados  
10 climáticos gerados pelo modelo de simulação climática ETA. O estudo foi realizado em  
11 cinco áreas experimentais cobrindo regiões de norte a sul do Estado do Espírito Santo:  
12 Instituto Federal do Espírito Santo (nos Campi de Alegre e Santa Tereza); Fazenda  
13 experimental do Incaper nos municípios de Venda Nova do Imigrante, Marilândia e  
14 Sooretama. Foram utilizados dados climáticos, de manejo, adubação e produção das áreas  
15 estudadas. Foi verificada a congruência do modelo com as características atuais do solo das  
16 áreas amostradas em duas situações: a) com a utilização da série histórica de dados  
17 climáticos de precipitação, temperatura média máxima e temperatura média mínima. b)  
18 com a utilização da série histórica de dados climáticos de precipitação, temperatura média  
19 máxima e temperatura média mínima e, a partir do ano de 2010, com dados simulados por

20 modelo de previsão climática para o período 2010 a 2099. Em todas as áreas de estudo, as  
21 simulações com dados climáticos gerados por modelo de simulação, apresentaram  
22 diferenças significativas em relação às simulações com dados climáticos históricos,  
23 testados com teste t de Student a probabilidade de 5%.

24 Palavras-chave: matéria orgânica; simulação.

25

26 EVALUATION OF THE CENTURY MODEL WITH USE OF CLIMATE DATA  
27 SIMULATED FOR CLIMATE MODEL IN COFFEE CULTURES

28

29 **Abstract**

30 Analyzes are needed to evaluate the present and past changes in soil carbon stocks in  
31 regional and global scale to make projections of potential impacts of climate change, the  
32 rate of carbon dioxide and composition patterns of soil carbon in agroecosystems. The  
33 Century is a simulation model that looks at long-term dynamics of soil organic matter and  
34 nutrients in the soil-plant system in several agroecosystems. This study aimed to simulate  
35 and compare, using the Century model, the impact of coffee cultivation on C stocks on  
36 soils from Espírito Santo until the year 2099, with historical weather data and climate data  
37 generated by the simulation climate model ETA. The study was conducted in five regions  
38 covering experimental areas from north to south of the Espírito Santo: Instituto Federal do  
39 Espírito Santo (in Alegre and Santa Tereza campi); Incaper Experimental Farm in Venda  
40 Nova do Imigrante, Marilândia and Sooretama. It was used climate data, management,  
41 fertilization, production of the studied areas. It was verified the model congruence with the  
42 current characteristics of the soil of the areas sampled in two situations: a) using the series  
43 of climatic data of precipitation, average maximum temperature and average minimum  
44 temperature. b) using the series of climatic data of precipitation, average maximum

45 temperature and average minimum temperature and, from year 2010, with simulated data  
46 for climate forecast model for the period 2010 to 2099. All estimates made by the Century  
47 model were based at 0-20 cm. In the year 2012, the simulated and observed values of COT  
48 were validated by applying the Student's t test, using the R package version 2.15.0, with  
49 significant results at 5% of probability.

50 Keywords: organic matter; simulation.

51

52

## 53 1. INTRODUÇÃO

54 A matéria orgânica do solo controla muitas das propriedades do solo e é frequentemente  
55 vista como indicador da fertilidade e degradação do solo. A crescente demanda da  
56 sociedade pela redução do custo ambiental da produção de alimentos levou à intensificação  
57 do uso de modernas práticas agrícolas e conduziu ao interesse crescente na agricultura  
58 orgânica, sistemas agroflorestais, manejo, conservação e uso da cobertura vegetal e a  
59 investigar o potencial da matéria orgânica do solo como sumidouro de carbono causador  
60 do efeito estufa em resposta às preocupações sobre a mudança climática global (MANLAY  
61 et al., 2007).

62 Resíduos orgânicos têm sido aplicados ao solo, como meio de fornecer nutrientes para as  
63 culturas e manter os teores de matéria orgânica, resultando em benefícios para a estrutura  
64 do solo e retenção de água (POWLSON et al., 2011).

65 Segundo relatório do IPCC (IPCC/ONU, 2007) as emissões anuais de dióxido de carbono a  
66 partir do carbono orgânico do solo são de magnitude superior a todo o conjunto de  
67 emissões antrópicas de carbono. O aumento global da concentração de dióxido de carbono  
68 ocorre principalmente devido ao uso de combustível fóssil e à mudança no uso do solo,  
69 enquanto o aumento da concentração de gás metano e de óxido nitroso ocorre  
70 principalmente devido à agricultura. O solo é um compartimento da superfície terrestre  
71 com grande dinamismo de seus constituintes minerais e orgânicos e está ligado às  
72 características e processos que ocorrem na hidrosfera, litosfera, atmosfera e biosfera  
73 (MENDONÇA et al., 2009). O aumento de matéria orgânica nos seus estoques melhora a  
74 ciclagem de nutrientes, a agregação do solo, a permeabilidade e a capacidade de retenção  
75 de umidade e reduz o escoamento superficial e a erosão. Como componente central do

76 balanço global do carbono, a matéria orgânica do solo pode contribuir para o sequestro de  
77 dióxido de carbono e a mitigação de mudanças climáticas (LAL et al., 2007).

78 Segundo o IPCC(2007), o carbono do solo é um importante componente do ecossistema  
79 terrestre, com estoque variando de  $1.115 \times 10^9$  t a  $2.220 \times 10^9$  t, maior que aquele estocado  
80 na vegetação que é de  $600 \times 10^9$  t. Nos oceanos e na atmosfera, há aproximadamente  
81  $39.000 \times 10^9$  t e  $750 \times 10^9$  t, respectivamente.

82 Em avaliação feita por Guo e Gifford (2002), em 74 estudos sobre o uso do solo  
83 verificando alterações no estoque de carbono orgânico do solo, observaram que, como  
84 regra geral, todas as intervenções nos ecossistemas naturais pelo homem, como agricultura,  
85 e pastagens, provocaram perdas entre 10% a 59% dos estoques originais de carbono  
86 orgânico do solo. Em contrapartida, a mudança de lavouras para outros usos do solo, como  
87 reflorestamento, apresentaram incrementos de 8% a 53% nos referidos estoques.

88 Para o estudo dos efeitos do uso do solo são utilizados cenários construídos a partir de  
89 discussões na comunidade científica. Cenários fornecem uma metodologia para orientar  
90 percepções sobre ambientes futuros nos quais as decisões de hoje podem determinar  
91 alterações. Na prática, os cenários se assemelham a um conjunto de histórias, escritas ou  
92 faladas, construídas ao redor de enredos cuidadosamente detalhados (VERBURG et al.,  
93 2008).

94 Segundo Mendonça et al. (2009), os modelos de simulação podem ser utilizados para o  
95 entendimento do impacto da utilização do solo sobre a dinâmica da matéria orgânica do  
96 solo em programas de gestão ambiental. Com essas ferramentas, podem-se estimar  
97 mudanças climáticas, testar cenários específicos e desenvolver estratégias que mitiguem os  
98 impactos antrópicos sobre a qualidade do solo e do ambiente.

99 Ferramentas confiáveis para se avaliar as mudanças ambientais podem ajudar a manter ou  
100 aumentar os estoques de matéria orgânica do solo e sequestrar carbono (LAL et al., 2007).

101 Para que tenham valor prático para o produtor e empresário rural e o profissional da  
102 assistência técnica, essas mudanças devem ser avaliadas em períodos relativamente curtos,  
103 que podem variar de alguns anos até, no máximo, uma década. No entanto, as mudanças na  
104 matéria orgânica são de velocidade variada, dificultando a tomada de decisões para se  
105 estabelecer sistemas sustentáveis de manejo.

106 Segundo Jorgensen e Bendoricchio (2001), na sua formulação matemática, um modelo em  
107 ciência ambiental tem cinco componentes: funções de estado ou variáveis externas;  
108 variáveis de estado; equações matemáticas; parâmetros; constantes e três etapas no  
109 processo de modelagem: verificação: a checagem da lógica interna do modelo, se o modelo

110 reage como esperado, se é estável ao longo do tempo, se segue as leis de conversão de  
111 massa; Calibração: é a tentativa de encontrar a melhor combinação entre os dados  
112 observados e computados através da variação dos parâmetros selecionados; Validação:  
113 verificada através da coincidência entre os dados observados e os obtidos pela aplicação do  
114 modelo. A validação do modelo é o procedimento pelo qual a fidelidade de um modelo é  
115 avaliada (MCCUSKER et al., 2010).

116 O modelo Century (METHEREL et al., 1993) foi desenvolvido especialmente para lidar  
117 com vasta gama de rotações do sistema de cultivo e práticas de preparo do solo para  
118 análise dos efeitos do sistema de gestão e mudanças globais na produtividade e na  
119 sustentabilidade dos agroecossistemas (METHERELL et al., 1993). Century é um modelo  
120 geral para avaliação do ecossistema solo-planta que tem sido usado para representar a  
121 dinâmica de nutrientes e carbono para diferentes tipos de ecossistemas (campos, florestas,  
122 culturas, e savanas).

123 O modelo integra os efeitos de clima e solo, variáveis de condução e manejo agrícola para  
124 simular Carbono, Nitrogênio e dinâmica da água no sistema solo-planta, tornando possível  
125 a simulação de sistemas complexos de gerenciamento agrícola, incluindo rotação de  
126 culturas, práticas de manejo, adubação, irrigação, pastagem e métodos de colheita (COLE  
127 et al., 1993).

128 O modelo Century é uma evolução do modelo originalmente desenvolvido por Parton et  
129 al. (1987). Ele simula a dinâmica do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre através de  
130 ciclos anuais por períodos de séculos e até milênios. Um sistema de pastagem/cultivo,  
131 floresta ou cerrado pode ser selecionado como submodelo de produção, com a flexibilidade  
132 de especificar curvas de potencial de produção primária que representam a comunidade de  
133 plantas de um local específico. Ao longo do tempo o modelo tem sido testado em diversos  
134 ecossistemas e sistemas de uso e manejo de solos (GILMANOV et al., 1997; KELLY et  
135 al., 1997; PAUSTIAN et al., 1992). Foi também comprovada sua eficácia no território  
136 brasileiro do Amazonas ao Rio Grande do Sul ( SILVEIRA et al., 2000; LEITE et al.,  
137 2004; CERRI et al., 2007; BORTOLON , 2009; CARVALHO, 2010).

138 O modelo de previsão climática de área limitada Eta, foi desenvolvido pela Universidade  
139 de Belgrado em conjunto com o Instituto de Hidrometeorologia da Iugoslávia, e se tornou  
140 operacional no National Centers for Environmental Prediction (NCEP) (Mesinger et al.,  
141 1988; Black, 1994). Esse modelo foi instalado no CPTEC/INPE em 1996 com o fim de  
142 complementar a previsão numérica de tempo que vem sendo realizada desde o início de  
143 1995 com o modelo de circulação geral atmosférica ( INPE, 2012).

144 Este trabalho tem como objetivo simular e comparar, utilizando o modelo Century, o  
145 impacto do cultivo do café sobre os estoques de C no solo no Estado do Espírito Santo até  
146 o ano de 2099, com dados climáticos históricos e dados climáticos gerados pelo modelo de  
147 simulação climática. Verificando a validade do uso de dados climáticos simulados por  
148 modelo de simulação climática nas simulações com o modelo Century.

149

## 150 2. MATERIAL E MÉTODOS

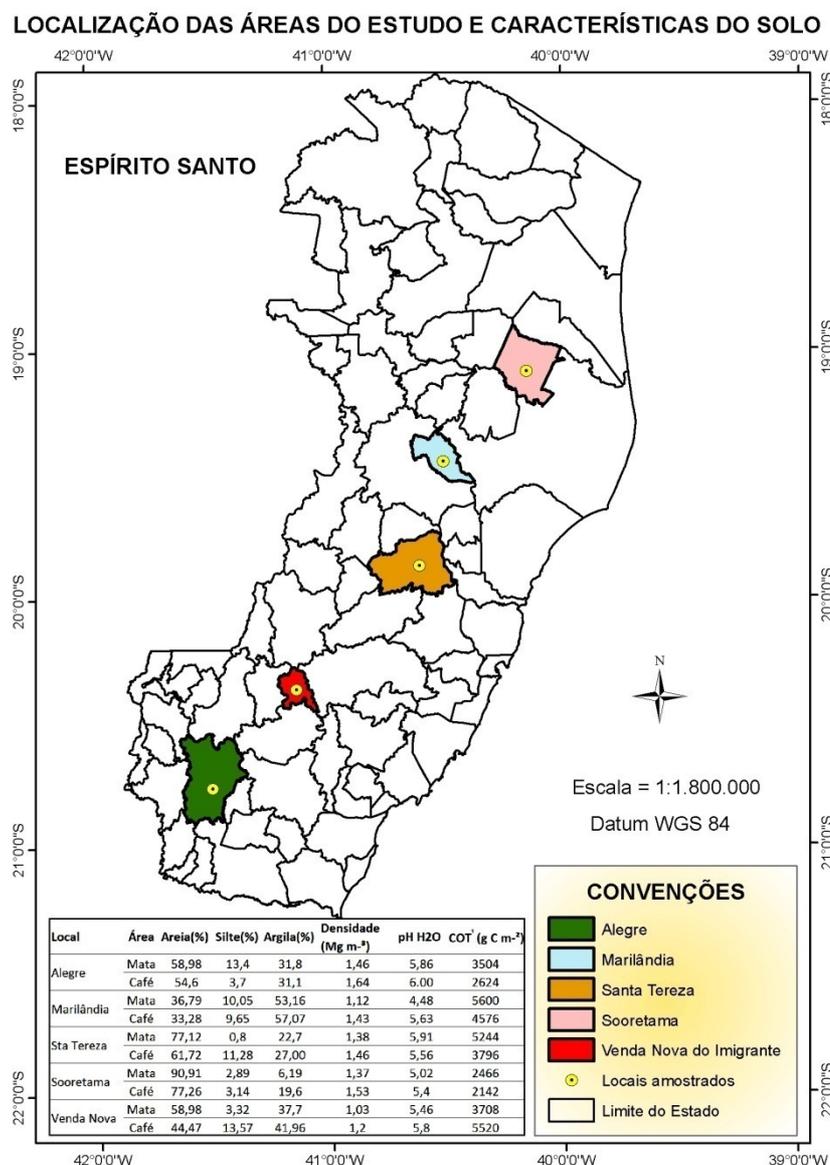
151 Este estudo foi desenvolvido nas seguintes localidades, identificadas na Figura 1:

152 ✓ Área experimental da fazenda do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus de  
153 Alegre (Ifes), localizada no município de Alegre na região do Caparaó. Situada a  
154 uma altitude de 107 metros, apresenta topografia suave ondulada. Possui  
155 temperatura média anual de aproximadamente 23.4°C e precipitação média anual  
156 de 1.295 mm, apresentando um período seco de 2 a 4 meses (PREFEITURA  
157 MUNICIPAL DE ALEGRE, 2011);

158 ✓ Incaper - Fazenda Experimental Venda Nova do Imigrante, localizada no  
159 município de Venda Nova. A sede do município está localizada nas coordenadas –  
160 41° 08' 06,00" W de e -20° 20' 24,00" S. O município está inserido no território  
161 Montanhas e Águas do Espírito Santo. O relevo tem como predominância o tipo  
162 montanhoso e escarpado abrangendo respectivamente, 45% e 35% da área total. A  
163 sede está a uma altitude de 730 m. O clima é mesotérmico de inverno seco com  
164 temperatura média em torno de 18,5 °C sendo a média das máximas em torno de  
165 24,5 °C e a média das mínimas de 12,3 °C. A umidade relativa do ar é em torno de  
166 85% (Incaper, 2012);

167 ✓ Incaper - Fazenda Experimental Marilândia, Situada no município de Marilândia.  
168 Localiza-se a 19°24'45" S e 40°32'38" W e possui área de 309,0 km<sup>2</sup>. Marilândia  
169 encontra-se na região noroeste, dentro do pólo Colatina e está da capital Vitória

170 cerca de 163 km. A sede está a uma altitude de 130 m. O clima é quente, com  
 171 temperatura média de 29°;



172

173

174

175

176

✓ Incaper - Fazenda Experimental Sooretama, localizada no município de Sooretama.

177

178

179

180

Figura 1 - Mapa do Estado do Espírito Santo com localização das áreas do estudo

O município de Sooretama, cujas coordenadas geográficas da sede são: 19°11'30''S e 40°05'46''W, encontra – se na zona natural de terras quentes, planas e secas. O clima é do tipo tropical quente úmido com chuvas no verão e inverno seco. O índice pluviométrico é de 1200 mm/ano e temperatura média de 23,4° C, 95% do

181 município apresenta relevo plano. A sede do município está situada a 58 m de  
182 altitude.

183 ✓ Área experimental da fazenda do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus  
184 Santa Tereza (Ifes). Localizado na região baixa do Município de Santa Tereza,  
185 localiza-se a 40° 35' 28 "W, 19° 56' 12" S. Possui duas regiões agroclimáticas  
186 distintas. Uma região mais elevada, onde está localizada a Sede do Município, de  
187 clima frio e úmido, relevo montanhoso com picos que ultrapassam os 1.000 metros  
188 de altitude, excelente cobertura vegetal nativa e de florestas econômicas, nascentes  
189 de vários rios importantes do Estado, e outra região baixa com clima quente e seco,  
190 o Vale do Rio Doce, abaixo dos 400 metros de altitude, com relevo plano ondulado  
191 e precipitação anual de 1.004 mm.

192 O critério de seleção das áreas foi priorizar áreas utilizadas para cultura de café, por ser  
193 esta uma atividade de alta relevância para a agricultura do Estado do Espírito Santo. Foram  
194 utilizadas as áreas de mata secundária como referência para calibração inicial do modelo e  
195 café em sistema de plantio direto sob as mesmas condições ambientais para as simulações.

196 O estudo de simulação da dinâmica da matéria orgânica foi realizado por meio da  
197 utilização do modelo Century. Foram utilizados dados de manejo, adubação, produção e  
198 climáticos das áreas estudadas.

199 Este trabalho foi realizado em oito etapas, a saber: obtenção de dados sobre a cultura do  
200 café em sistema de monocultivo de cada área; obtenção de dados de solo, clima e manejo  
201 de cada área; obtenção de dados climáticos gerados pelo INPE através do modelo de  
202 simulação ETA; preparo dos arquivos de manejo, solo e clima; execução do modelo para  
203 estabilização com a simulação da mata para cada área; execução do modelo para simulação  
204 utilizando a série histórica do clima de cada área; execução do modelo para simulação  
205 utilizando dados climáticos gerados por modelo de simulação climática para o período  
206 2010 a 2099 para cada área e comparação dos resultados obtidos.

207 A Tabela 1 apresenta síntese das fases de uso do solo pelas quais as áreas em estudo  
 208 passaram até a presente data. O período futuro se refere ao cenário esperado para gerar os  
 209 resultados do modelo Century.

210

Tabela 1. Áreas e cenários simulados pelo modelo.

Localização da área	Cenários simulados pelo modelo
1 - Ifes – Campus de Alegre	1908 – desmatamento
	1909 até 1960 – pastagem
	1961 – fim de pastagem
	1962 até 1974 – milho
	1975 até 1975 – início feijão
	1976 até 1999 – milho e feijão
	2000 – repouso
	2001 – plantio café
	2002 – café crescendo
	2003 – primeira produção café
	2004 até 2010 – café após primeira produção
2011 até 2099 – café após primeira produção	
2 - Incaper – Venda Nova	1959 – desmatamento
	1960 até 1970 – pastagem
	1971 – fim pastagem
	1972 – plantio café
	1973 – café crescendo
	1974 – café primeira produção
	1975 até 2010 – café após primeira produção
2011 até 2099 - café após primeira produção	
3 - Incaper - Marilândia	1959 – desmatamento
	1960 até 1985 – pastagem
	1986 – fim pastagem
	1987 até 1990 – milho e feijão
	1991 – plantio café
	1992 – café crescendo
	1993 – café primeira produção
	1994 até 2010 – café após primeira produção
	2011 até 2099 - café após primeira produção
4 - Incaper - Sooretama	1969 – desmatamento
	1970 até 1978 – pastagem
	1979 – fim pastagem
	1980 até 1988 – milho e feijão
	1989 – fim milho e feijão
	1990 – plantio café
	1991 – café crescendo
	1992 – café primeira produção
	1993 até 2010 – café após primeira produção
2011 até 2099 - café após primeira produção	
5 - Ifes – Campus Santa Tereza	1908 – desmatamento
	1909 até 1960 – pastagem
	1961 – fim pastagem
	1962 até 1974 – milho

---

1975 até 1975 – início feijão  
 1976 até 1999 – milho e feijão  
 2000 – repouso  
 2001 – plantio café  
 2002 – café crescendo  
 2003 – primeira produção café  
 2004 até 2010 – café após primeira produção  
 2011 até 2099 – café após primeira produção

---

211

212 As coletas de solos foram realizadas nas áreas de estudo, na profundidade de 0-20 cm, com  
 213 escolha de pontos aleatórios e com afastamento de aproximadamente 30 metros entre si.  
 214 Foram coletadas cinco amostras simples, formando uma amostra composta para obtenção  
 215 dos teores de matéria orgânica e características físico-químicas do solo (YEOMANS JC &  
 216 BREMNER JM, 1988) e cinco amostras simples, com equipamento amostrador de solo  
 217 para densidade (EMBRAPA, 1997), em pontos próximos aos de coleta para obtenção de  
 218 densidade do solo (Tabela 2).

219

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo sob mata secundária e café

Local	Latitu- de	Longi- tude	Altura (m)	Área	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)	Densidade (Mg m <sup>-3</sup> )	pH H <sub>2</sub> O	COT <sup>1</sup> (gC/m <sup>2</sup> )
Alegre	20,75	41,483	138	M	58,98	13,4	31,8	1,46	5,86	3504
				C	54,6	3,7	31,1	1,64	6,00	2624
Venda Nova	20,38	41,19	727	M	58,98	3,32	37,7	1,03	5,46	3708
				C	44,47	13,57	41,96	1,2	5,8	5520
Mari- lândia	19,407	40,539	104	M	36,79	10,05	53,16	1,12	4,48	5600
				C	33,28	9,65	57,07	1,43	5,63	4576
Soore- tama	19,114	40,079	75	M	90,91	2,89	6,19	1,37	5,02	2466
				C	77,26	3,14	19,6	1,53	5,4	2142
Santa Teresa	19,806	40,679	150	M	77,12	0,8	22,7	1,38	5,91	5244
				C	61,72	11,28	27,00	1,46	5,56	3796

220 <sup>1</sup> Carbono Orgânico Total, M = Mata, C = Café, 1 - Ifes Campus de Alegre, 2 – Incaper  
 221 Venda Nova, 3 – Incaper Marilândia, 4 – Incaper Sooretama, 5 – Ifes Campus Santa  
 222 Tereza.

223

224 Os dados gerados pelo INPE com uso modelo climático ETA, foram fornecidos pela  
 225 equipe de pesquisa responsável pelo uso do modelo no INPE, em formato de arquivo texto  
 226 (Tabela 3).

227

228

229  
230  
231

Tabela 3: Fragmento de arquivo fornecido pelo INPE - dados climáticos

Período	Precipitação	Temperatura máxima	Temperatura mínima
2010010100	0.00000	300.0040	6.7070
2010010106	0.00000	296.6360	1.3950
2010010112	0.00000	299.2120	1.3750
2010010118	0.00000	304.8410	6.8100
2010010200	0.00000	303.9750	6.6160
2010010206	0.00000	297.4050	3.1140

232  
233

234 Os arquivos fornecidos pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para cada  
235 uma das localidades contêm as informações de temperaturas máximas e mínimas e  
236 precipitação, sendo que: 1- As informações são para cada 6 horas de previsão; 2- As saídas  
237 estão em horário GMT; 3- Os valores de temperaturas máximas e mínimas são os valores  
238 máximos e mínimos que o modelo previu num intervalo de 6 horas e não a máxima e  
239 mínima do dia; 4- Os valores de precipitação são os valores acumulados em 6 horas e estão  
240 em metros; 5- Para obter a precipitação acumulada em um dia é necessário somar o  
241 período de 24 horas de acordo com o dado observado.

242 Foi gerado um aplicativo para converter os dados do INPE para o formato apresentado na  
243 Figura 2.

prec	2011	8.50	10.32	12.52	1.95	3.35	3.08	2.32	0.11	0.88	1.81	18.42	9.13
tmin	2011	18.12	18.67	18.85	16.89	14.77	14.51	13.96	14.11	16.34	17.75	18.88	17.99
tmax	2011	31.33	28.77	27.38	27.67	25.34	24.12	23.98	25.26	29.00	31.51	27.96	28.59
prec	2012	5.45	4.09	2.12	4.66	6.24	1.70	3.05	0.24	6.36	19.91	14.70	15.04
tmin	2012	17.46	18.58	19.49	17.31	16.43	14.40	15.47	15.11	15.58	16.41	18.42	18.59
tmax	2012	28.50	30.47	32.22	28.05	25.94	24.88	26.33	26.71	27.23	25.07	27.43	26.63
prec	2013	4.39	13.87	6.86	3.96	7.87	1.92	0.31	1.94	1.86	8.63	16.35	7.59
tmin	2013	18.07	18.52	18.15	16.53	14.28	14.71	13.10	15.02	17.38	15.21	17.47	19.20
tmax	2013	28.92	27.60	28.08	26.70	23.14	24.46	23.06	25.93	30.55	25.61	28.24	29.83
prec	2014	6.60	21.53	10.35	8.74	4.71	1.43	0.77	4.25	16.08	12.83	11.21	20.51
tmin	2014	17.71	19.51	18.45	18.71	13.97	14.66	13.40	13.65	14.63	17.22	17.65	18.34
tmax	2014	28.96	28.45	27.50	27.68	23.99	26.18	25.09	26.90	26.34	28.62	29.57	27.71

244

245 Figura 2. Dados climáticos no formato utilizado pelo modelo Century

246

247 Foram feitas simulações de equilíbrio de para cada área de mata, utilizando como dados  
248 para o modelo as variáveis do local da tabela 2 e dados médios da série histórica da estação  
249 meteorológica da cada localidade.

250 Foi criado um arquivo para realizar a simulação de equilíbrio para a vegetação do tipo  
251 Mata Atlântica. Antes da calibração do estoque de C no solo foi feito um ajuste na  
252 produção de biomassa para Mata Atlântica. Todas as estimativas feitas pelo modelo

253 Century foram baseadas na camada de 0-20 cm. No ano de 2012, os valores simulados e  
 254 observados de COT foram validados com a aplicação do teste t de Student, com uso do  
 255 pacote R versão 2.15.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2010), apresentando  
 256 resultados significativos ao nível de significância de 5% de probabilidade.

257

## 258 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 259 3.1 Simulações de equilíbrio

260 Para a simulação de equilíbrio foram necessárias algumas alterações, feitas  
 261 interativamente, no arquivo de variáveis fixas do modelo, para que as taxas de  
 262 decomposição dos compartimentos se ajustassem aos dados obtidos das matas em estudo  
 263 (Tabela 3).

264 Tabela 3. Variáveis modificadas para ajuste da simulação

Arquivo	Variável	V. padrão	Alegre	V. Nova	Marilândia	Sooretama	Sta Tereza
FIX.100	DEC4	0.0066	0.0118	0.0076	0.0070	0.0073	0.00365
FIX.100	DEC5	0.2	1.435	0.9000	0.9000	0.9000	1.33000
SITE.100	EPFNS(1)	-0.92	0.119	0.1190	0.11900	0.2800	0.33000
SITE.100	EPFNS(2)	0.03	0.00121	0.00121	0.00121	0.00640	0.00331

265 DEC4: Taxa máxima de decomposição MOS do compartimento passivo; DEC5: Taxa  
 266 decomposição da MOS do compartimento lento; EPFNS(\*): Taxa de fixação de nitrogênio  
 267 em função da precipitação anual.

268

269 Sem esses ajustes, não seria possível executar o modelo para condições tropicais, uma vez

270 que este foi concebido e validado para situações de clima temperado. Para a Mata

271 Atlântica, considerou-se produção primária de biomassa de 600 gC/m<sup>2</sup> (Tabela 4) (Leite et

272 al., 2003a). O ajuste dos parâmetros DEC4 e DEC5 estão associados à classificação

273 textural do solo e a acidez (pH) (Tabela 2), que determinam as diferentes taxas de

274 decomposição (Tabela 3). A taxa de fixação de nitrogênio acompanham o mesmo padrão

275 das taxas de decomposição da MOS.

276 O modelo foi executado simulando um período de 5.000 à 20000 anos, dependendo da  
277 área em estudo, possibilitando a estabilização de C no solo para cada área.

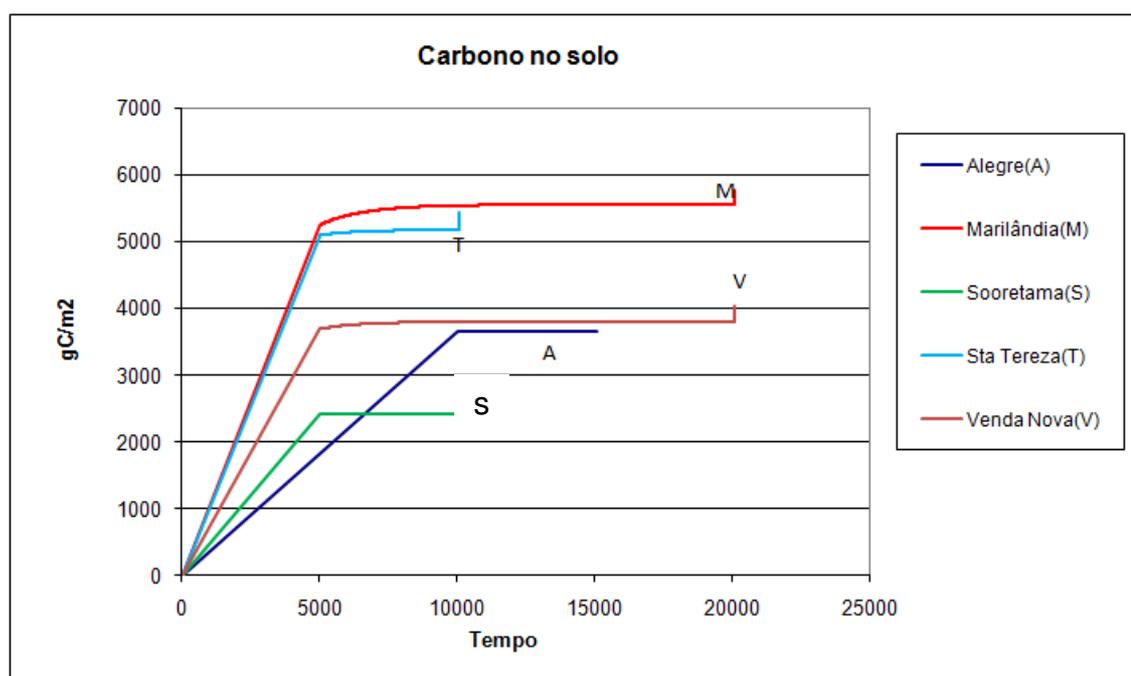
278 No final da execução do modelo Century para cada localidade, (Figura 4) o total de C  
279 simulado foi muito próximo do medido (Tabela 4). Com esses resultados espera-se que o  
280 modelo seja capaz de simular de maneira satisfatória os estoques de C sob influência de  
281 sistemas de produção do café até o ano de 2099.

282 Tabela 4. Resumo dados da execução para equilíbrio utilizando o modelo Century

		Alegre	V.Nova	Sooretama	Marilândia	Sta.Tereza
Biomass (g C/m <sup>2</sup> )	Simulado	636	610,88	592	624	600
COT solo (g C/m <sup>2</sup> )	Medido	3.504	3.708	2.466	5.600	5.244
	Simulado	3.653	3.807	2.421	5.557	5.169

283 <sup>1</sup> Carbono Orgânico Total do solo

284



285  
286

Figura 3. Estoque de C total do solo sob mata Atlântica estimado pelo modelo Century.

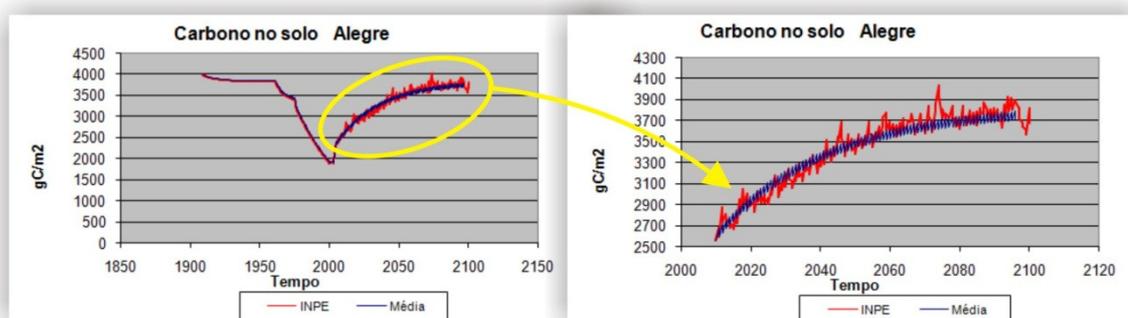
### 287 3.2. Simulação dos cenários de campo nas condições climáticas históricas

288 Os estoques estimados de C foram semelhantes ao medido em cada área avaliada. Observa-  
289 se nas Figuras 4 a 8 que, a partir dos valores obtidos pelas simulações de equilíbrio da

290 mata, o estoque de COT se manteve constante durante o período de pastagem. Esse  
 291 resultado é esperado uma vez que a pastagem funciona como repositor de biomassa, devido  
 292 à grande renovação do sistema radicular, e o gado deposita nessa mesma área parte do C  
 293 consumido na forma de fezes e urina (SALTON & CARVALHO, 2007). Esse resultado  
 294 evidencia a potencialidade de pastagens bem manejadas em manter os estoques de COT do  
 295 solo.

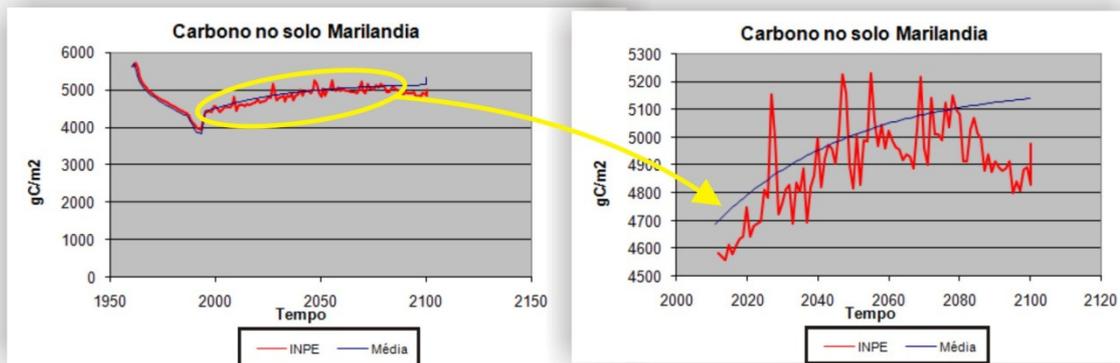
296 No período em que houve substituição da pastagem por culturas anuais (milho, feijão), o  
 297 estoque de C apresentou queda acentuada. Esse efeito foi proporcionado pelo uso intensivo  
 298 de aração e gradagem, que quebra os agregados do solo expondo o C dentro dos agregados  
 299 e protegido de forma coloidal à ação dos microrganismos, além de acelerar a  
 300 decomposição dos resíduos vegetais (SILVA & MENDONÇA, 2007). A partir do início do  
 301 plantio e posterior produção de café, houve recomposição dos estoques de C em todas as  
 302 condições simuladas. A recomposição do C está relacionado com o manejo das áreas (   
 303 Apêndice 15 a Apêndice 19).

304



305

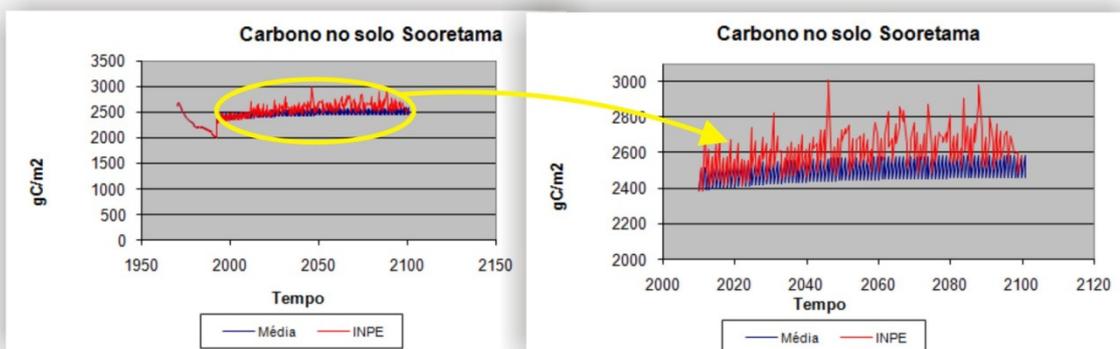
306 Figura 4- Variação dos estoques de C total estimado pelo modelo Century com série  
 307 história do clima (azul) e a partir de 2010 com valores simulados do clima (vermelho)  
 308 para: Ifes – Campus de Alegre.  
 309



310

311 Figura 5 - Variação dos estoques de C total estimado pelo modelo Century com série  
 312 história do clima (azul) e a partir de 2010 com valores simulados do clima (vermelho) para  
 313 Incaper - Marilândia.

314

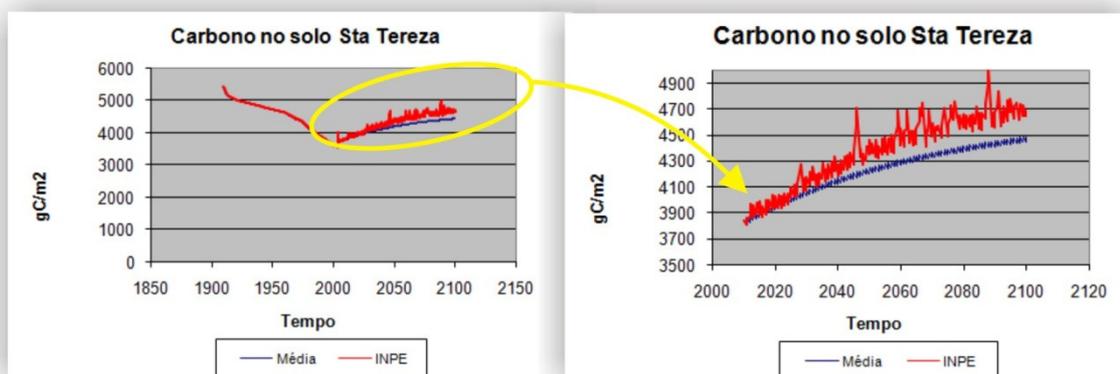


315

316 Figura 6- Variação dos estoques de C total estimado pelo modelo Century com série  
 317 história do clima (azul) e a partir de 2010 com valores simulados do clima (vermelho) para  
 318 Incaper - Sooretama.

319

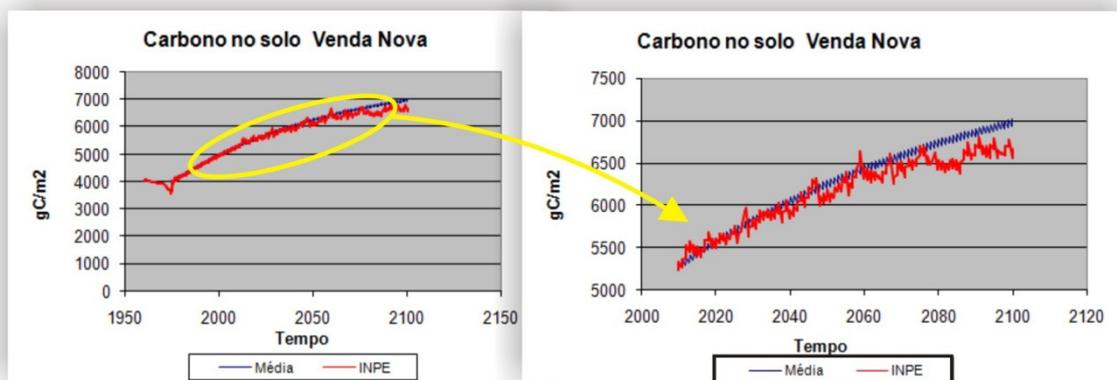
320



321

322 Figura 7 - Variação dos estoques de C total estimado pelo modelo Century com série  
 323 história do clima (azul) e a partir de 2010 com valores simulados do clima (vermelho) para  
 324 Ifes - Campus Santa Tereza.

325



326  
 327 Figura 8 - Variação dos estoques de C total estimado pelo modelo Century com série  
 328 história do clima (azul) e a partir de 2010 com valores simulados do clima (vermelho) para  
 329 Incaper – Venda Nova.  
 330

331 As diferenças dos estoques de C entre as áreas estão relacionadas ao teor de argila, clima e  
 332 intensidade de degradação do solo.

### 333 3.3 Comparação entre os estoques de C nas condições de clima simuladas

334 Com a substituição, a partir do ano 2010, dos dados climáticos históricos de cada área em  
 335 estudo pelos dados gerados por modelo de simulação climática houve uma significativa  
 336 variação dos estoques de C em todas as áreas avaliadas (Figuras 5 a 9). Os dados de COT  
 337 gerados pelo Century com o uso dos dados históricos, a partir da implantação da cultura do  
 338 café, apresentam uma variação homogênea indicando que o Century não é capaz de gerar  
 339 uma série de dados climáticos com o realismo dos modelos de previsão climática. Nos  
 340 períodos iniciais até o ano de 2010 os valores de COT são os mesmos, porém verifica-se  
 341 que a partir do ano de 2010, quando passou-se a utilizar dados do modelo climático, os  
 342 resultados gerados pelo modelo diferem dos dados iniciais gerados pelo Century. Aplicou-  
 343 se o teste t de Student, com uso do pacote R versão 2.15.0 (R, 2012), apresentando  
 344 diferenças significativas a 5% de probabilidade.

345

## 346 4. CONCLUSÃO

347 Os resultados das simulações indicam que a utilização de dados climáticos gerados por  
348 modelos de simulação climática refletem melhor as condições ambientais para uso do  
349 modelo Century, uma vez que, há uma relação direta do efeito da temperatura e  
350 precipitação com o estoque de C no solo. No entanto, é importante salientar que, nos testes  
351 realizados neste trabalho, os demais fatores foram fixados a partir da execução para  
352 equilíbrio do modelo. Quanto ao aumento da média da temperatura, há de se considerar  
353 ainda, a necessidade de adequar a cultura do café às novas condições climáticas, uma vez  
354 que poderão ser ultrapassados os limites de sustentabilidade da planta. Os dados indicam  
355 também que o modelo Century é sensível a pequenas variações de temperatura, apontando  
356 que a dinâmica de C no sistema solo-planta poderá sofrer mudanças com pequenas  
357 alterações da temperatura ambiente decorrente do aquecimento global.

358

## 359 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

360 BORTOLON, E. S. O.; MIELNICZUK, J.; TORNQUIST, C. G.; LOPES, F.; GIASSON, E.;  
361 BERGAMASCHI, H. **Simulação da dinâmica do carbono e nitrogênio em um**  
362 **Argissolo do Rio Grande do Sul usando modelo Century**. Rev. Bras. Ciênc. Solo,  
363 Viçosa, v. 33, n. 6, Dec. 2009.

364

365 CARVALHO, J. L. N. **Dinâmica do carbono e fluxo de gases do efeito estufa em**  
366 **sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia e no Cerrado**. 2010. Tese  
367 (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de  
368 Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

369

370 COLE, C. V.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E. T.; METHERELL, A. K.; OJIMA, D. S.;  
371 PARTON, W. J. **Analysis of Agroecosystem Carbon Pools**. Water, Air, & Soil Pollution,  
372 1993, Volume 70, Numbers 1-4, Pages 357-371.

373

374 CERRI, C.E.P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.;  
375 BERNOUX, M.; FALLOON, P.; POWLSON, D. S.; BATJES, N.; MILNE, E. **Simulating**  
376 **SOC changes in 11 land use change chronosequences from the Brazilian Amazon with**  
377 **Rothc and Century models**. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 122,  
378 Issue 1, September 2007, Pages 46-57.

379

380 GILMANOV, T. G.; PARTON, W. J.; OJIMA, D. S. **Testing the CENTURY ecosystem**  
381 **level model on data sets from eight grassland sites in the former USSR representing a**  
382 **wide climatic/soil gradient**. Ecological Modelling, v. 96, n. 1-3, p. 191-210, 1997. ISSN  
383 0304-3800.

- 384 INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.  
385 Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2012.  
386
- 387 IPCC. Novos Cenários Climáticos. **Conferência Latino Americana sobre Meio**  
388 **Ambiente e Responsabilidade Social**, Paris, p. Relatório do IPCC/ONU divulgado em 02  
389 fev. 2007, 2007.  
390
- 391 GUO, L. B.; GIFFORD, R. M. **Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis.**  
392 *Global Change Biology*, v. 8, n. 4, p. 345-360, 2002. ISSN 1365-2486.  
393
- 394 JORGENSEN, S.; BENDORICCHIO, G. **Fundamentals of ecological modelling.**  
395 Elsevier, 2001. ISBN 9780080440286.  
396
- 397 KELLY, R. H; PARTON, W.J. ; CROCKER, G.J. ; GRACED, P.R. ; KLÍR, J.;  
398 KÖRSCHENS, M. ; POULTON, P.R. ; RICHTER, D.D. **Simulating trends in soil**  
399 **organic carbon in long-term experiments using the Century model.** *Geoderma*, v. 81,  
400 n. 1-2, p. 75-90, 1997.
- 401 LAL, R.; **Carbon sequestration.** *Phil. Trans. R. Soc. B* February 27, 2008 vol. 363  
402 no.1492 p. 815-830.
- 403 LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O.; GALVÃO,  
404 A. J. C. C. **Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo**  
405 **sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica.** *Revista Brasileira*  
406 *Ciência do Solo*, 27:821-832, 2003a.  
407
- 408 \_\_\_\_\_; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.. **Simulação pelo modelo Century**  
409 **da dinâmica da matéria orgânica de um argissolo sob adubação mineral e orgânica.**  
410 *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 28:347-358, 2004.  
411
- 412 MANLAY, R. J.; FELLER, C.; SWIFT, M. J. **Historical evolution of soil organic matter**  
413 **concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping**  
414 **systems.** *Agriculture, ecosystems & environment*. 2007 vol:119 fasc:3 pág:217 -233  
415
- 416 MCCUSKER, J. R.; DANAI, K.; KAZMER, D. O. **Validation of dynamic models in the**  
417 **time-scale domain.** *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, v. 132, n. 6,  
418 p. 061402-9, 2010.  
419
- 420 MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; BENO, W. **Modelagem da dinâmica da matéria**  
421 **orgânica dos solos tropicais: uma proposta de ferramenta para a gestão ambiental.**  
422 *Informe Agropecuário - EMBRAPA*, Belo Horizonte, v. 30, p. 10, 2009.  
423
- 424 METHERELL, A. K.; HARDING, L. A.; COLE, C. V.; PARTON, W. J. **Century soil**  
425 **organic matter model environment**, Colorado, EUA, 1993. Disponível em: <[http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html\\_manual/man96.html](http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html_manual/man96.html)>. Acesso em: 10  
426 ago. 2011.  
427
- 428
- 429 PARTON, W. J. ; SCHIMEL, D. S. ; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. **Analysis of factors**  
430 **controlling soil organic matter levels in great plains grasslands.** *Soil Science Society of*  
431 *America journal*. 51: 1173–1179 ,1987.  
432

- 433 PAUSTIAN, K.; PARTON, W. J.; PERSON, J. **Modeling soil organic matter in organic-**  
434 **amended and nitrogen-fertilized long-term plots.** Soil Science Society of America  
435 journal, v. 56, p. 476-488, 1992.  
436
- 437 POWLSON, D. S., WHITMORE, A. P. AND GOULDING, K. W. T. **Soil carbon**  
438 **sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true**  
439 **and the false.** European Journal of Soil Science, 2011, V. 62: 42–55.  
440
- 441 PREFEITURA MUNICIPAL DE ALEGRE. (27 de 11 de 2011).Disponível em:  
442 <<http://www.alegre.es.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2012.  
443
- 444 PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA TERESA. (20 de 09 de 2012). Disponível em:  
445 <<http://www.santateresa.es.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2012.  
446
- 447 R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical**  
448 **Computing.** Vienna, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 31  
449 jun. 2012.  
450
- 451 SALTON, J.C.; CARVALHO, P.C.F. **Heterogeneidade da pastagem – causas e**  
452 **consequências.** EMBRAPA. 2007. Disponível em <[http://www.cpa0.embrapa.](http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/DOC200791.pdf)  
453 [br/publicacoes/online/zip/DOC200791.pdf](http://www.cpa0.embrapa.br/publicacoes/online/zip/DOC200791.pdf)>. Acessado em 04/08/2011.  
454
- 455 SILVA, I.R.; MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo.** In: Novais, Fertilidade do  
456 solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp. 275–374, 2007.  
457
- 458 SILVEIRA, A.M.; VICTORIA, R. L.; BALLESTER, M. V.; CAMARGO, P. B.;  
459 MARTINELLI, L.; PICCOLO, M. C. **Simulação dos efeitos das mudanças do uso da**  
460 **terra na dinâmica de carbono no solo na bacia do rio Piracicaba.** *Pesquisa*  
461 *Agropecuária Brasileira*, 35(2), 389-399. 2000.  
462
- 463 VERBURG, P. H.; EICKHOUT, B.; MEIJL, H. **A multi-scale, multi-model approach**  
464 **for analyzing the future dynamics of European land use.** The Annals of Regional  
465 Science. Volume 42, Number 1 (2008).

## 4. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que, com a utilização de dados climáticos gerados por modelo de simulação, o modelo CENTURY gerou simulações com características compatíveis com as variações climáticas. Considerando o pressuposto de que os dados gerados por modelos climáticos para cenários específicos têm confiabilidade, aponta-se então, para a utilização desses dados para execução do modelo CENTURY em oposição à utilização de dados históricos como parâmetro de entrada do modelo. Observa-se que o CENTURY apresentou resultados compatíveis com os dados dos solos coletados para todas as áreas em estudo, indicando que os resultados simulados podem ser considerados válidos. O aplicativo desenvolvido para conversão dos arquivos, fornecidos pelo INPE, do modelo climático para o formato dos arquivos do CENTURY pode ser utilizado como ferramenta complementar aos trabalhos de preparação e ajustes do modelo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLACK, T. L., 1994: **The new NMC mesoscale Eta model: Description and forecast examples**. Wea. and Forecasting, 9, 265-278
- BRIDI, R. **Café: Uma História Chamada Espírito Santo**. A GAZETA. Vitória: A Gazeta. 15/05/2010: 2 p. 15/05/2010.
- CARVALHO, J. L. N. **Dinâmica do carbono e fluxo de gases do efeito estufa em sistemas de integração lavoura-pecuária na Amazônia e no Cerrado**. 2010. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- CERRI, C.E.P.; EASTER, M.; PAUSTIAN, K.; KILLIAN, K.; COLEMAN, K.; BERNOUX, M.; FALLOON, P.; POWLSON, D. S.; BATJES, N.; MILNE, E. **Simulating SOC changes in 11 land use change chronosequences from the Brazilian Amazon with Rothc and Century models**. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 122, Issue 1, September 2007, Pages 46-57.
- CONAB. **Companhia Nacional de Abastecimento**. Brasília, DF. Cafés do Brasil 2012.
- COLE, C. V.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, E. T.; METHERELL, A. K.; OJIMA, D. S.; PARTON, W. J. **Analysis of Agroecosystem Carbon Pools**. Water, Air, & Soil Pollution, 1993, Volume 70, Numbers 1-4, Pages 357-371
- COOABRIEL. A MARCHA CAFEIEIRA NO ESPÍRITO SANTO. **A Marcha Cafeeira no Espírito Santo**, São Gabriel, p. Cooperativa Agrária dos Cafeicultores de São Gabriel, 1997. Disponível em:< <http://www.cooabriel.coop.br/v1/>> Acesso em: 26/05/2012.
- ELLIS, E. C.; RAMANKUTTY, N. **Putting people in the map: anthropogenic biomes of the world**. Frontiers in Ecology and the Environment. 2008; 6, doi: 10.1890/070062
- FERRÃO, R. G. et al. Estado da Arte da Cafeicultura no Espírito Santo. In: SANTO, U. F. D. E. (Ed.). **Seminário para a Sustentabilidade da**

**Cafeicultura.** Alegre: Universidade Federal do Espírito Santo, v.1, 2008. p.342.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** Disponível em: <http://www.embrapa.br/>. Acesso em: 20/12/2012.

INCAPER. **Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural.** Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/>>. Acesso em: 20 set. 2012.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 20/10/2012.

IPCC/ONU. Novos Cenários Climáticos. **Conferência Latino Americana sobre Meio Ambiente e Responsabilidade Social**, Paris, p. Relatório do IPCC/ONU divulgado em 02 fev. 2007, 2007.

GILMANOV, T. G.; PARTON, W. J.; OJIMA, D. S. **Testing the CENTURY ecosystem level model on data sets from eight grassland sites in the former USSR representing a wide climatic/soil gradient.** Ecological Modelling, v. 96, n. 1-3, p. 191-210, 1997. ISSN 0304-3800.

GUO, L. B.; GIFFORD, R. M. **Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis.** Global Change Biology, v. 8, n. 4, p. 345-360, 2002. ISSN 1365-2486.

JANDL, R.; LINDNER, M. B.; LARS, V. C.; BRAM, B. D.; RAINER, B. E.; FRANK, H. F., DALE W. J. G.; KARI, M. H.; KENNETH, A. B. **How strongly can forest management influence soil carbon sequestration?** Geoderma, v. 137, n. 3-4, p. 253-268, 2007. ISSN 0016-7061.

JORGENSEN, S.; BENDORICCHIO, G. **Fundamentals of ecological modelling.** Elsevier, 2001. ISBN 9780080440286.

KELLY, R. H; PARTON, W.J. ; CROCKER, G.J. ; GRACED, P.R. ; KLÍR, J.; KÖRSCHENS, M. ; POULTON, P.R. ; RICHTER, D.D. **Simulating trends in soil organic carbon in long-term experiments using the Century model.** Geoderma, v. 81, n. 1-2, p. 75-90, 1997.

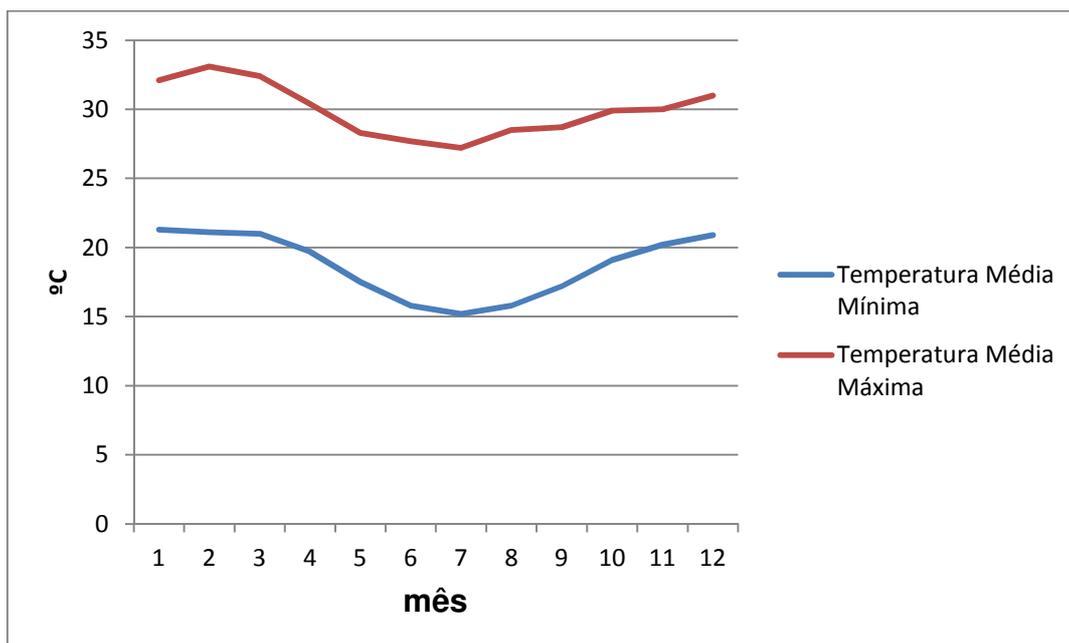
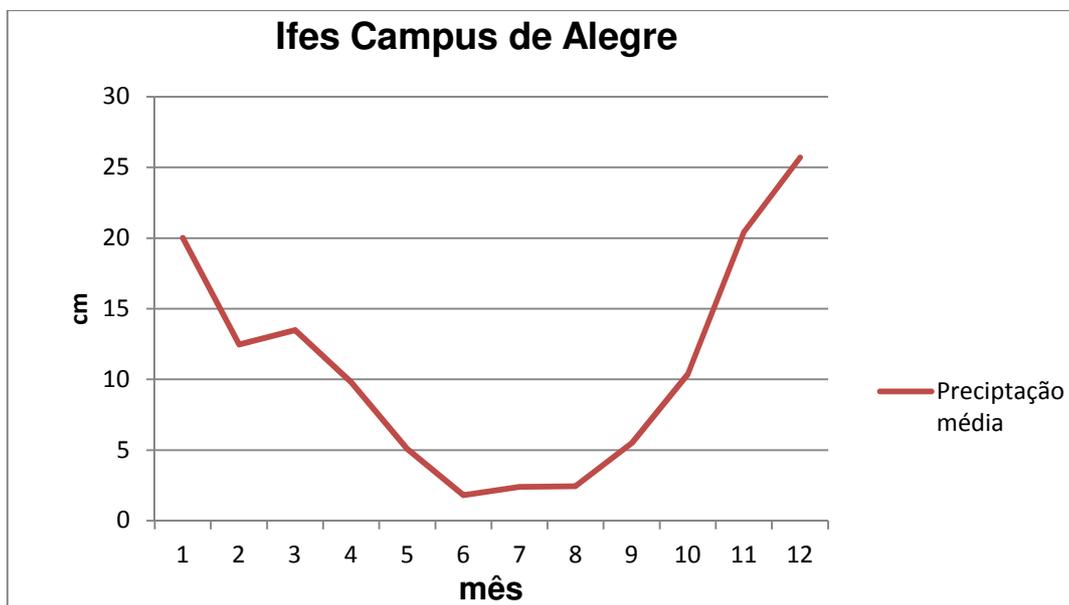
LAL, R. **Carbon sequestration.** Phil. Trans. R. Soc. B February 27, 2008 vol. 363 no.1492 p. 815-830.

LEITE, L. F. C.;MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O.; GALVÃO, A. J. C. C. **Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica.** Revista Brasileira Ciência do Solo, 27:821-832, 2003a

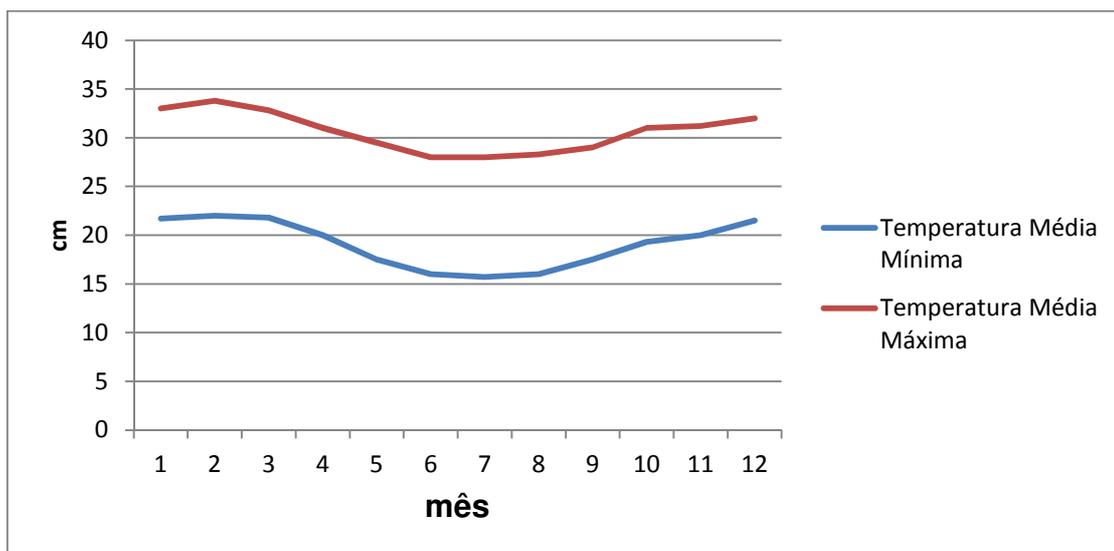
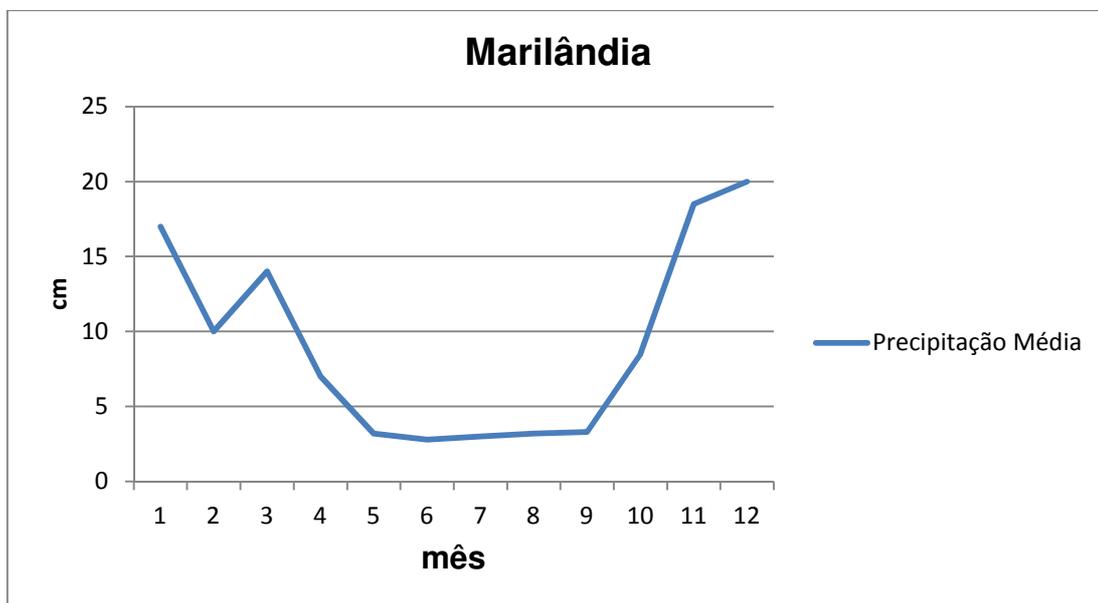
- \_\_\_\_\_. ; MENDONÇA, E. S. Modelo Century de dinâmica da matéria orgânica do solo: equações e pressupostos. **Ciência Rural** , vol 33, n.4, 679-688, 2003b.
- \_\_\_\_\_.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.. **Simulação pelo modelo Century da dinâmica da matéria orgânica de um argissolo sob adubação mineral e orgânica**. Revista Brasileira de Ciência Solo, 28:347-358, 2004
- MANLAY, R. J.; FELLER, C.; SWIFT, M. J. **Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems**. Agriculture, ecosystems & environment. 2007 vol:119 fasc:3 pág:217 -233
- MARCHIORI, M. **Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana**. Pesq. Agropecuaria Brasileira, Brasília, v. 35, p. 1177-1182, 2000.
- MCCUSKER, J. R.; DANAI, K.; KAZMER, D. O. **Validation of dynamic models in the time-scale domain**. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, v. 132, n. 6, p. 061402-9, 2010.
- MENDONÇA, E. S.; LEITE, L. F. C.; BENO, W. **Modelagem da dinâmica da matéria orgânica dos solos tropicais: uma proposta de ferramenta para a gestão ambiental**. Informe Agropecuário - EMBRAPA, Belo Horizonte, v. 30, p. 10, 2009.
- MESINGER, F., 1984: **A blocking technique for representation of mountains in atmospheric models**. Riv. Meteor. Aeronautica, 44, 195--202
- METHERELL, A. K.; HARDING, L. A.; COLE, C. V.; PARTON, W. J. **Century soil organic matter model environment**. Colorado. EUA. 1993. Disponível em: <[http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html\\_manual/man96.html](http://www.nrel.colostate.edu/projects/Century/MANUAL/html_manual/man96.html)>. Acesso em: 10 ago. 2011.
- MILNE, PAUSTIAN, E K.; EASTER, M.; SESSAY, M.; AL-ADAMAT, R.; BATJES, N. H BERNOUX, .; M.; BHATTACHARYYA, T.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P.; COLEMAN, K.; FALLOON, P.; FELLER, C.; GICHERU, P.; KAMONI, P.; KILLIAN, K.; PAL, D. K.; POWLSON, D. S.; WILLIAMS, S.; RAWAJFIH, Z. **An increased understanding of soil organic carbon stocks and changes in non-temperate areas: national and global implications**. Agriculture, Ecosystems and Environment. v. 122, n. Agriculture, Ecosystems and Environment, p. 125-136, 2007.
- PARTON, W. J. ; SCHIMEL, D. S. ; COLE, C. V.; OJIMA, D. S. **Analysis of factors controlling soil organic matter levels in great plains grasslands**. Soil Science Society of America journal. 51: 1173–1179 ,1987.
- PAUSTIAN, K.;PARTON, W. J.; PERSON, J. **Modeling soil organic matter in organic-amended and nitrogen-fertilized long-term plots**. Soil Science Society of America journal, v. 56, p. 476-488, 1992.

- POWLSON, D. S., WHITMORE, A. P.; GOULDING, K. W. T. **Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false**. European Journal of Soil Science, 2011, V. 62: 42–55.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, 2010. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 31 jun. 2012.
- SALTON, J.C.; CARVALHO, P.C.F. **Heterogeneidade da pastagem – causas e consequências**. EMBRAPA. 2007. Disponível em <<http://www.cpaio.embrapa.br/publicacoes/online/zip/DOC200791.pdf>>. Acessado em 04/08/2011.
- SCHMIDT, H. C. Boas Práticas Agrícolas na Produção do Café. 2007. ISSN: Disponível em: < <http://www.myendnoteweb.com/EndNoteWeb.html> >. Acesso em: 20/05/2010.
- SILVA, I.R.; MENDONÇA, E. S. **Matéria orgânica do solo**. In: Novais, Fertilidade do solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, pp. 275–374, 2007.
- SILVEIRA, A.M.; VICTORIA, R. L.; BALLESTER, M. V.; CAMARGO, P. B.; MARTINELLI, L.; PICCOLO, M. C. **Simulação dos efeitos das mudanças do uso da terra na dinâmica de carbono no solo na bacia do rio Piracicaba**. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35(2), 389-399. 2000.
- SILVERT, W. **Modelling the Environmental Impacts of Marine Aquaculture**. Strategic Management of Marine Ecosystems: Springer Netherlands, v.50, 2005. p.109-125. (Nato Science Series: IV: Earth and Environmental Sciences). ISBN 978-1-4020-3198-4.
- TORNQUIST, C. G. **Simulação da dinâmica da matéria orgânica do solo em escala regional: aplicação do modelo Century e sistemas de informações geográficas**. Tese(Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) . Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2007.
- VAN NES, E. H.; SCHEFFER, M. **A strategy to improve the contribution of complex simulation models to ecological theory**. Ecological Modelling, v. 185, n. 2-4, p. 153-164, 2005. ISSN 0304-3800.
- VERBURG, P. H.; EICKHOUT, B.; MEIJL, H. **A multi-scale, multi-model approach for analyzing the future dynamics of European land use**. The Annals of Regional Science. Volume 42, Number 1 (2008).
- VILELA, E.F.; PERRUSSI JUNIOR, A.D.; WENDLING, B.; MENDONÇA, E.S. **Estimativa da Emissão de CO<sub>2</sub> e N para a Atmosfera Pelo Solo**. UFV, XIX SIC. SOLOS. Outubro de 2009.

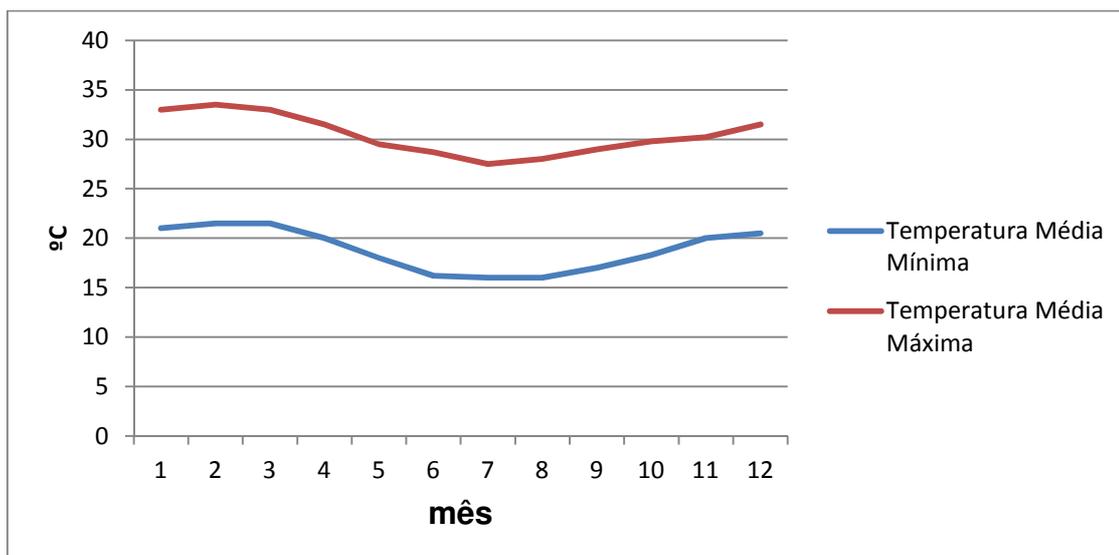
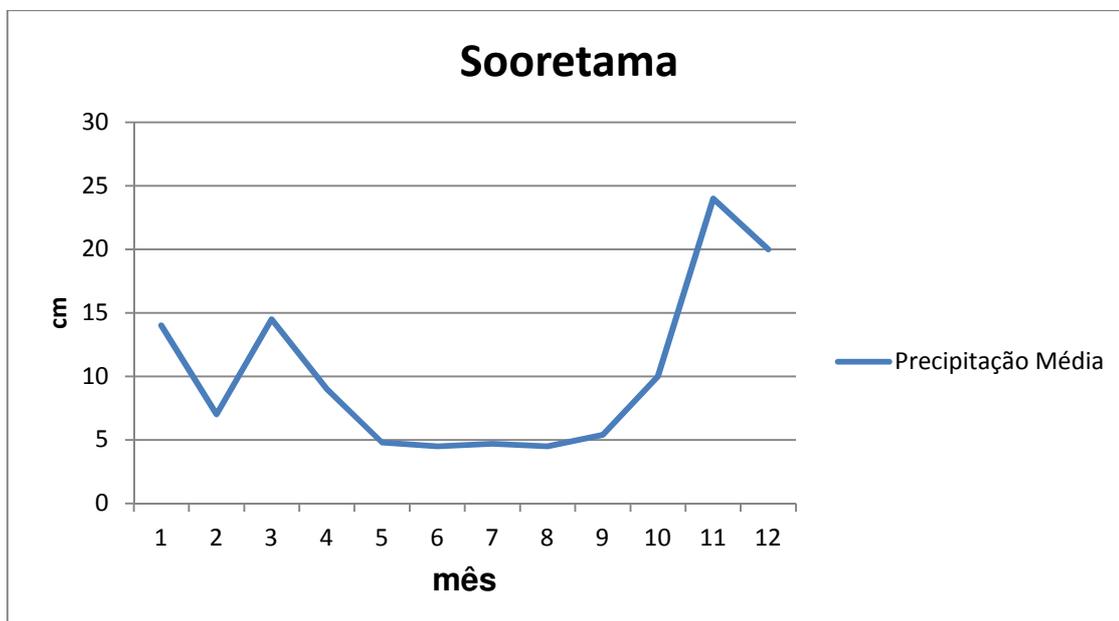
ANEXO 1: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Alegre – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).



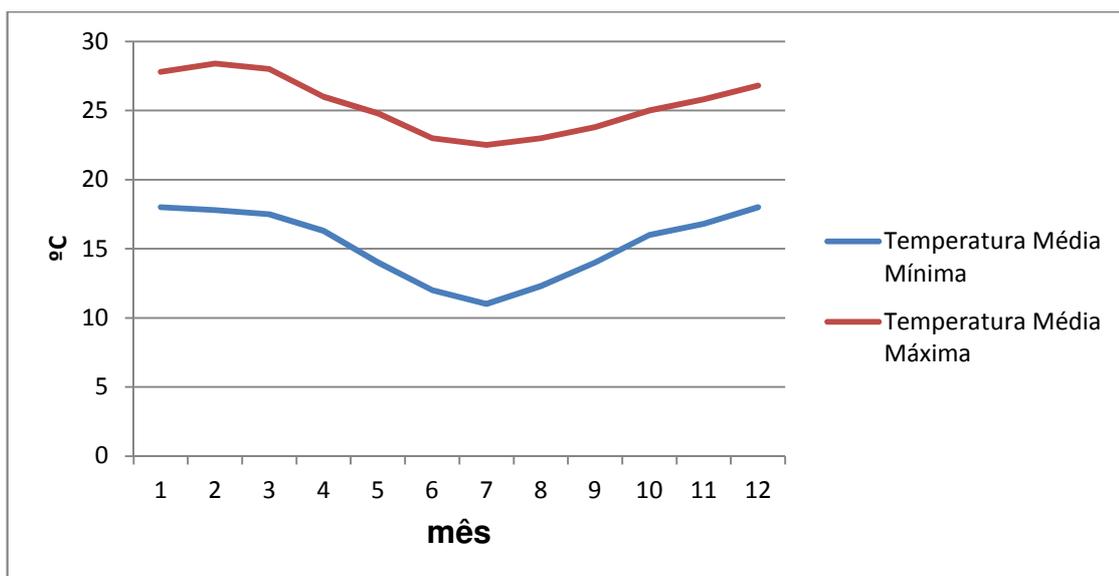
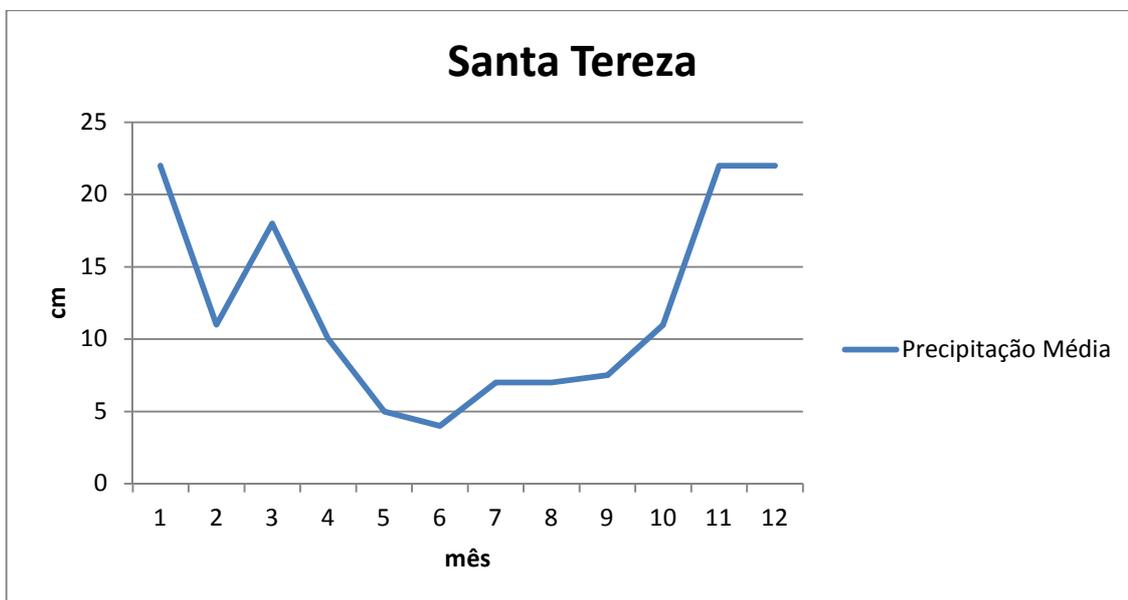
ANEXO 2: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Marilândia – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).



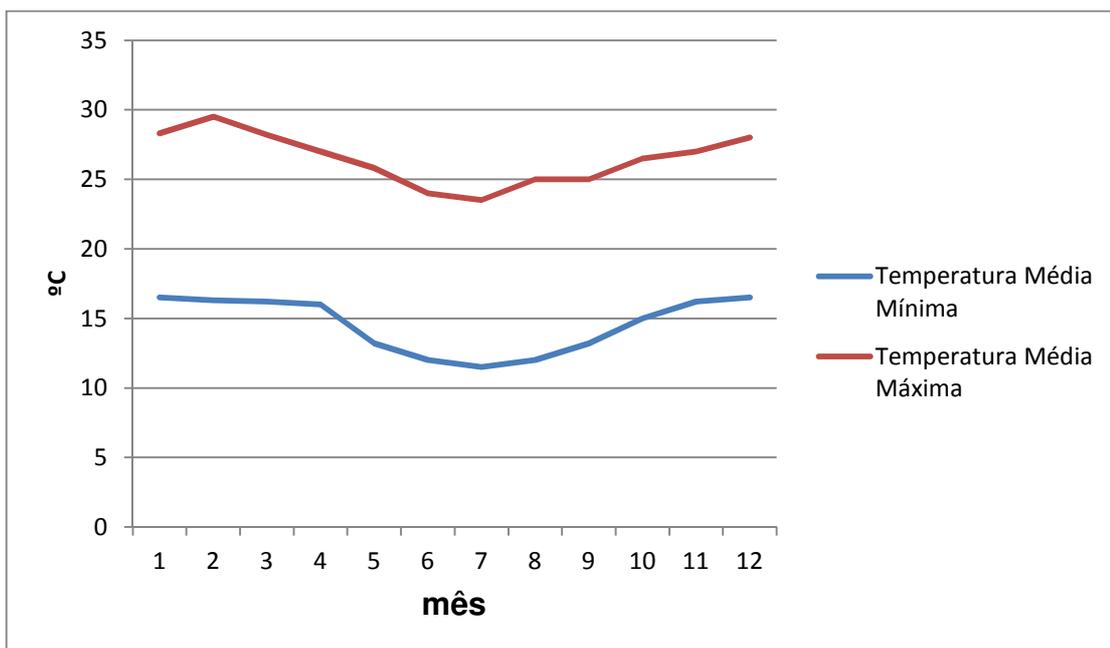
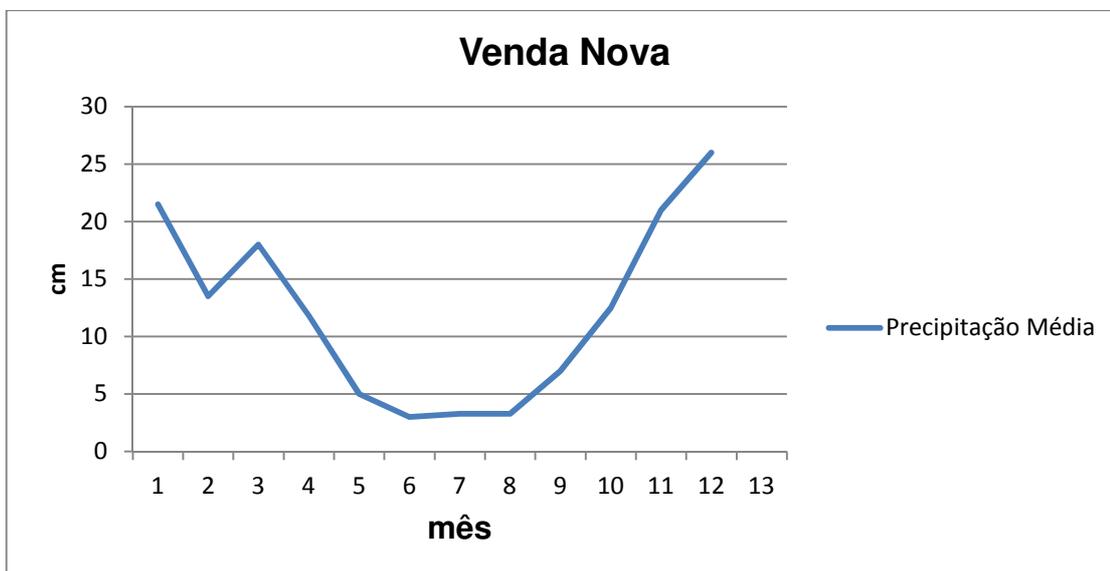
ANEXO 3: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Sooretama – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).



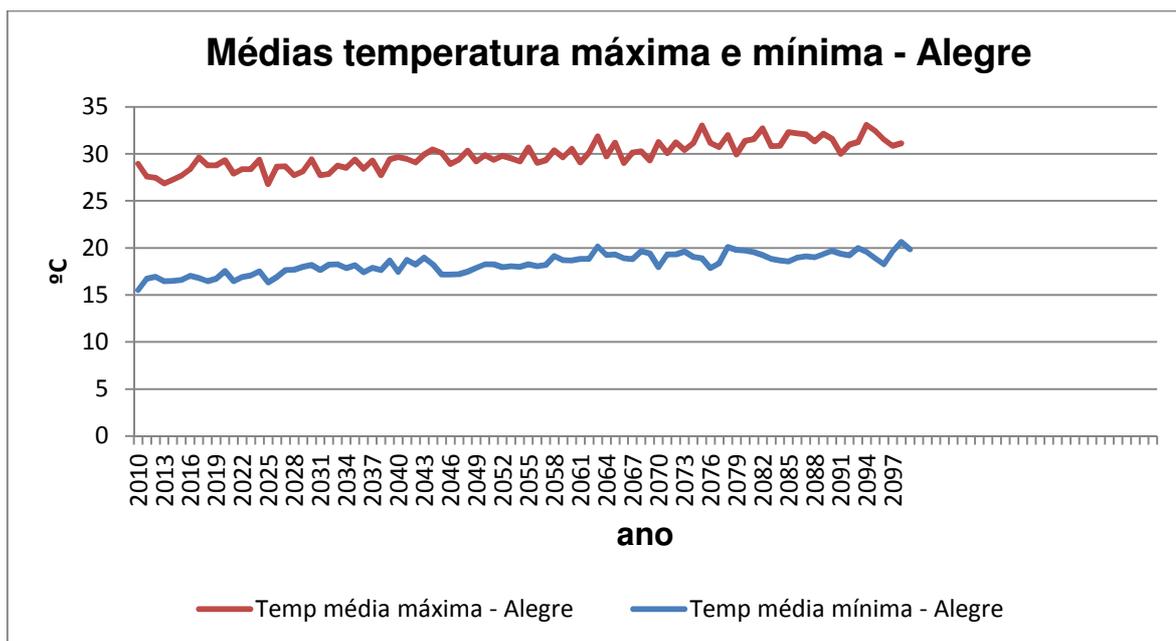
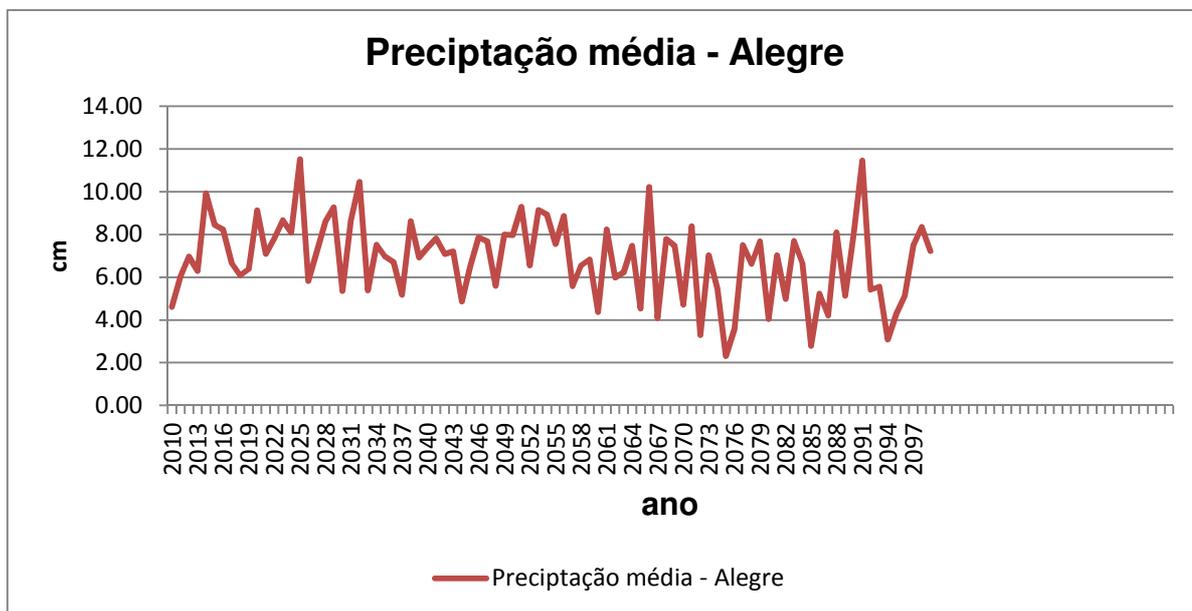
**ANEXO 4: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Santa Tereza – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).**



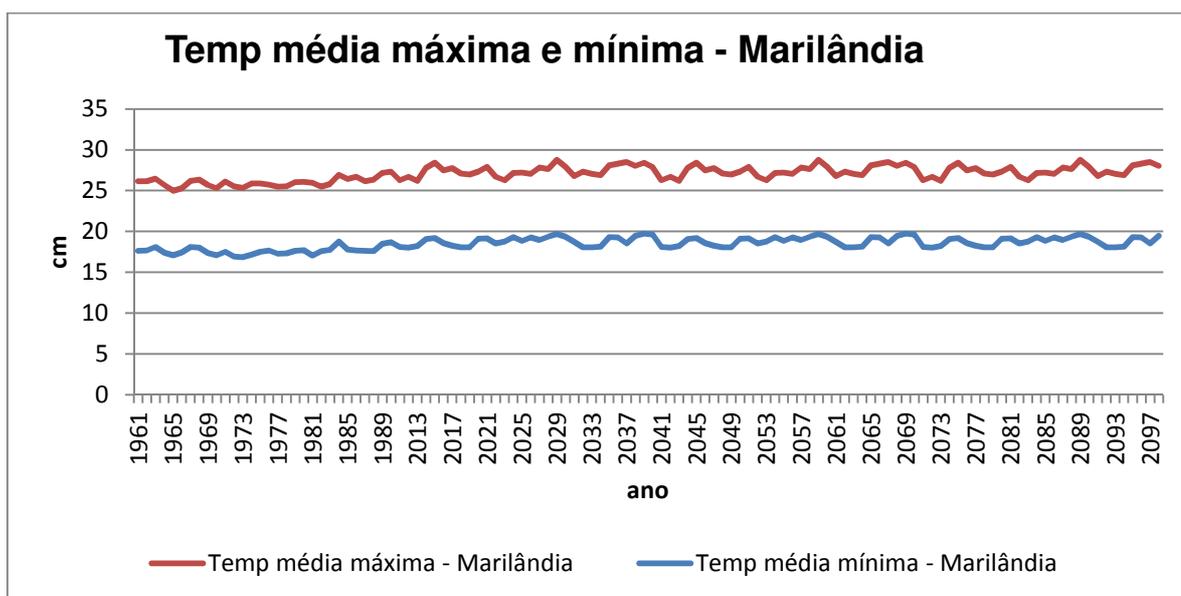
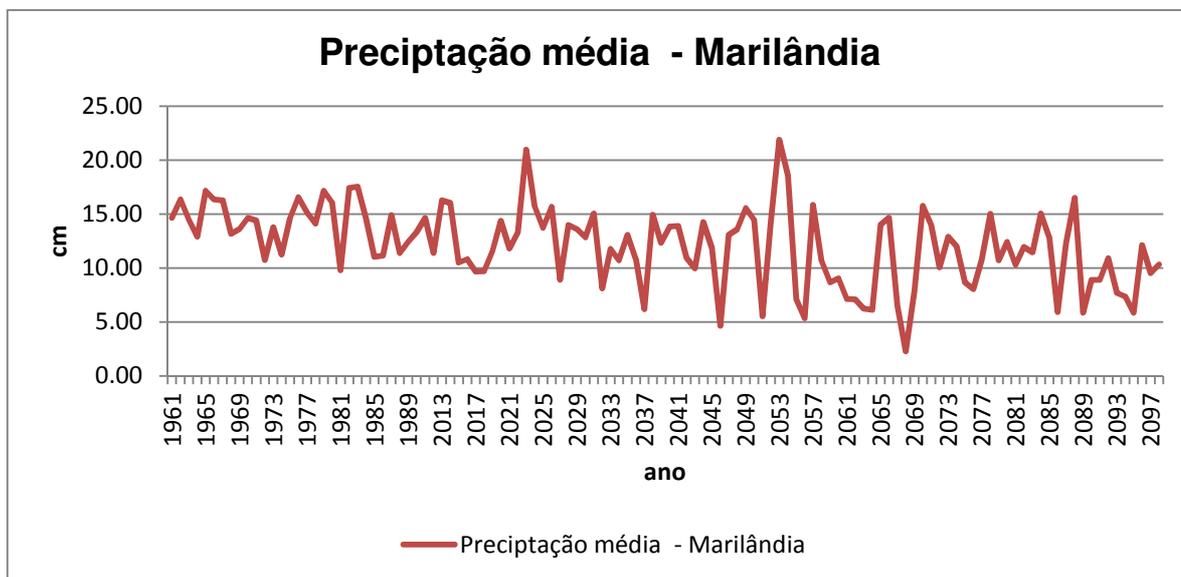
ANEXO 5: Dados médios mensais da série histórica da estação metrológica localizada no município de Venda Nova – ES, precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima (Período 1979 a 2009).



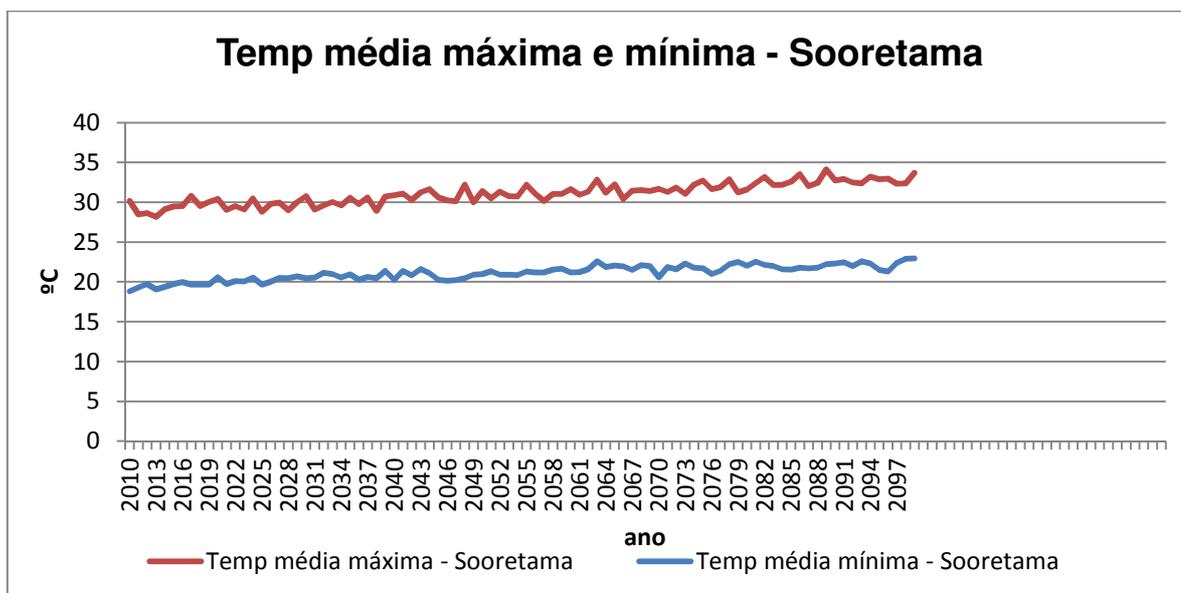
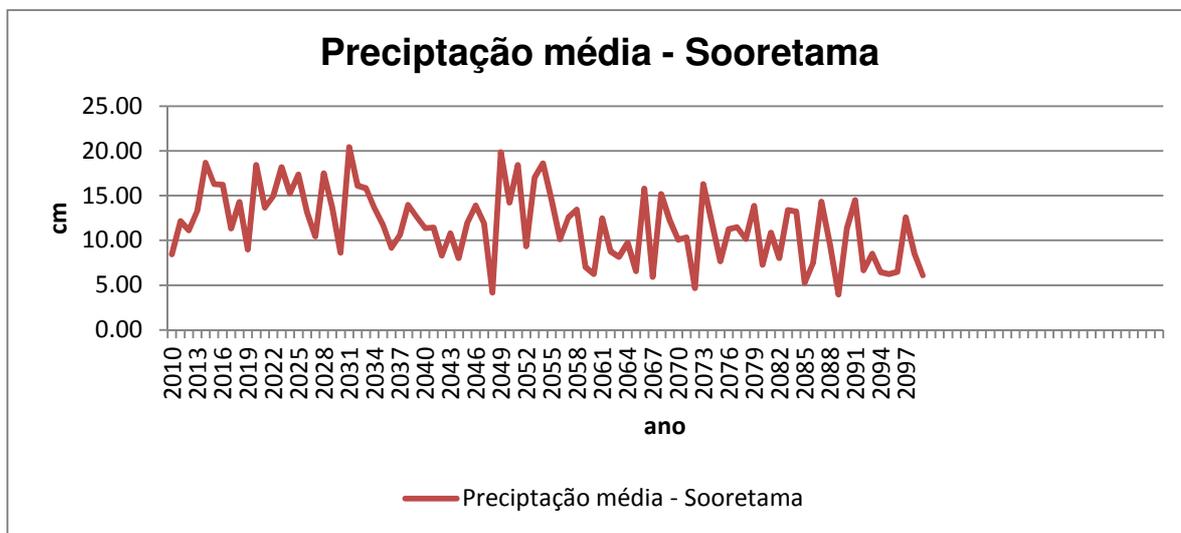
ANEXO 6: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Alegre (INPE, 2012).



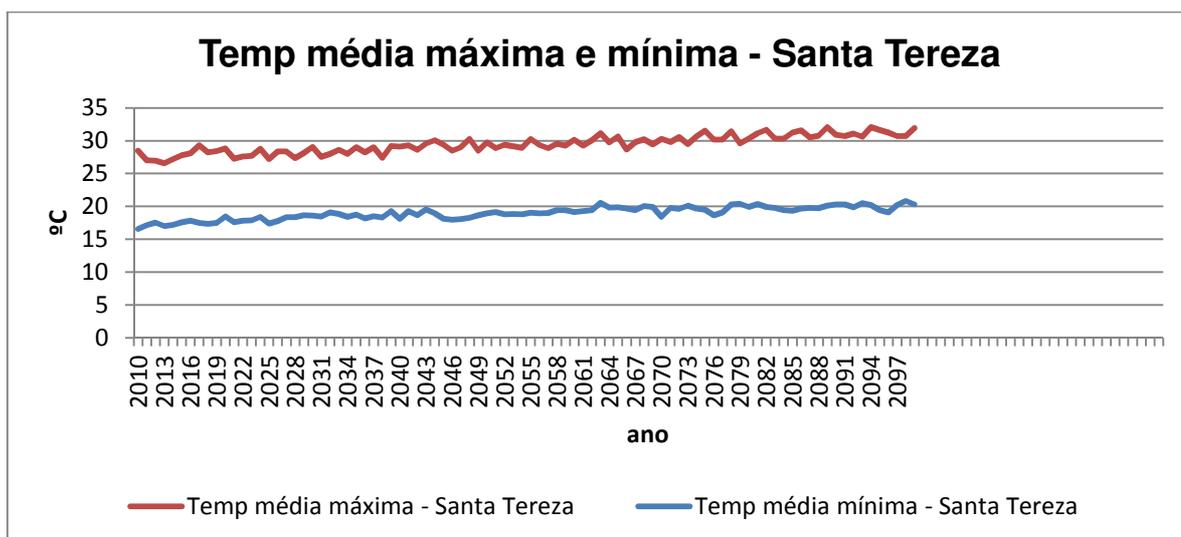
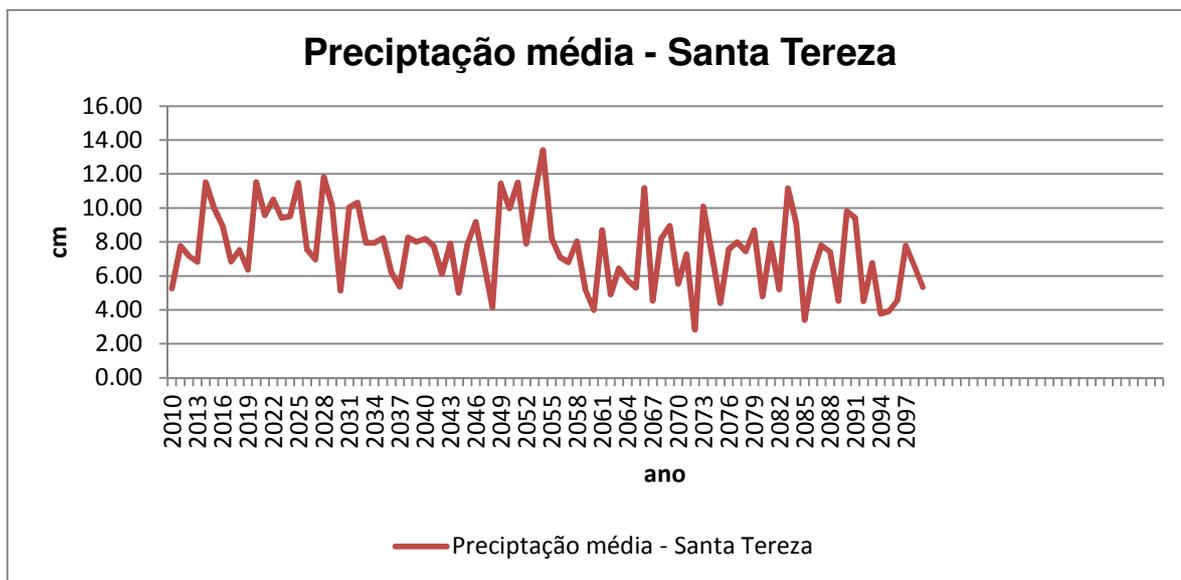
ANEXO 7: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Marilândia (INPE, 2012).



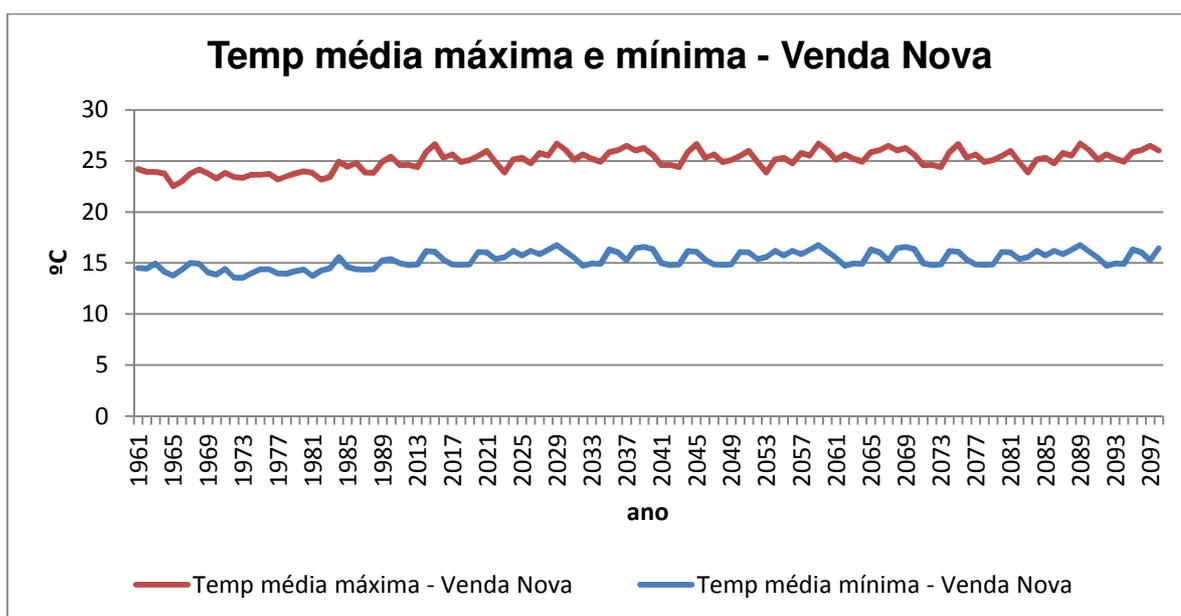
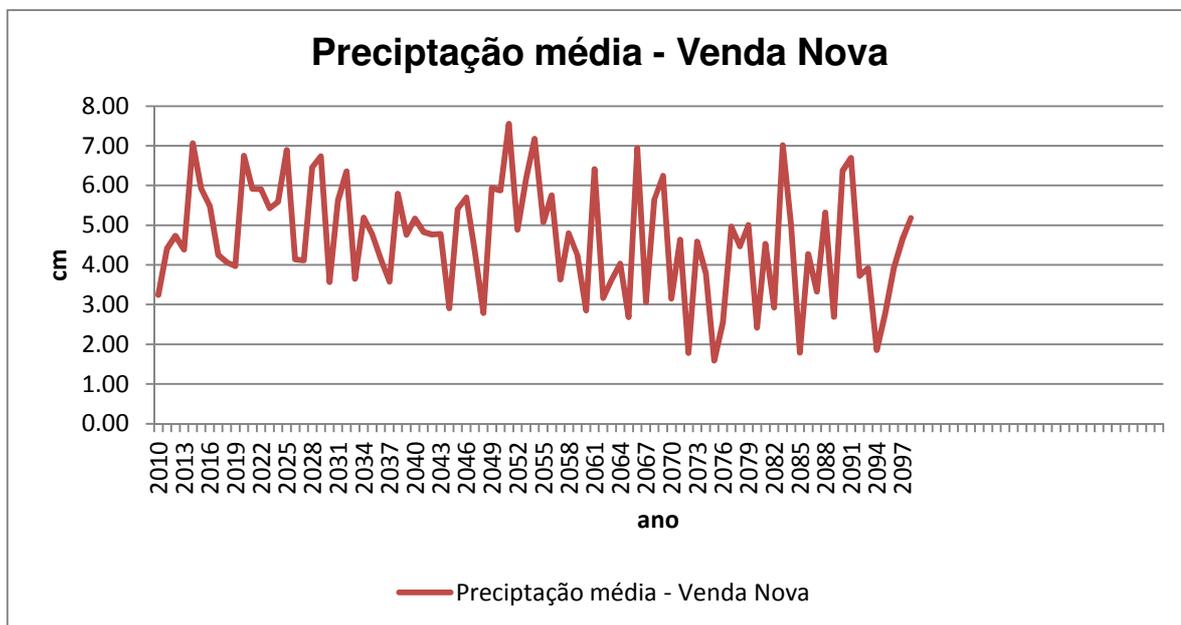
ANEXO 8: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Sooretama (INPE, 2012).



ANEXO 9: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Santa Tereza (INPE, 2012).



ANEXO 10: Dados climáticos gerados por modelo de simulação para o período 2010 a 2099 para Venda Nova (INPE, 2012).



ANEXO 11: Dados de solo e clima usados na simulação Ifes Campus de Alegre (arquivo Site.100).

JANIO		EXPERIMENTO IFES CAMPUS DE ALEGRE	
*** Climate parameters		0.00000	'PRCSKW(4)'
20.010000	'PRECIP(1)'	0.00000	'PRCSKW(5)'
12.470000	'PRECIP(2)'	0.00000	'PRCSKW(6)'
13.490000	'PRECIP(3)'	0.00000	'PRCSKW(7)'
9.8000000	'PRECIP(4)'	0.00000	'PRCSKW(8)'
5.0900000	'PRECIP(5)'	0.00000	'PRCSKW(9)'
1.8100000	'PRECIP(6)'	0.00000	'PRCSKW(10)'
2.3900000	'PRECIP(7)'	0.00000	'PRCSKW(11)'
2.4500000	'PRECIP(8)'	0.00000	'PRCSKW(12)'
5.5000000	'PRECIP(9)'	21.3000	'TMN2M(1)'
10.360000	'PRECIP(10)'	21.1000	'TMN2M(2)'
20.420000	'PRECIP(11)'	21.0000	'TMN2M(3)'
25.700000	'PRECIP(12)'	19.7000	'TMN2M(4)'
0.000	'PRCSTD(1)'	17.5000	'TMN2M(5)'
0.000	'PRCSTD(2)'	15.8000	'TMN2M(6)'
0.00	'PRCSTD(3)'	15.2000	'TMN2M(7)'
0.000	'PRCSTD(4)'	15.8000	'TMN2M(8)'
0.000	'PRCSTD(5)'	17.2000	'TMN2M(9)'
0.000	'PRCSTD(6)'	19.1000	'TMN2M(10)'
0.000	'PRCSTD(7)'	20.2000	'TMN2M(11)'
0.000	'PRCSTD(8)'	20.9000	'TMN2M(12)'
0.000	'PRCSTD(9)'	32.1000	'TMX2M(1)'
0.000	'PRCSTD(10)'	33.1000	'TMX2M(2)'
0.000	'PRCSTD(11)'	32.4000	'TMX2M(3)'
0.000	'PRCSTD(12)'	30.4000	'TMX2M(4)'
0.00000	'PRCSKW(1)'	28.3000	'TMX2M(5)'
0.00000	'PRCSKW(2)'	27.7000	'TMX2M(6)'
0.00000	'PRCSKW(3)'	27.2000	'TMX2M(7)'
28.5000	'TMX2M(8)'	9.00000	'NLAYPG'
28.7000	'TMX2M(9)'	1.00000	'DRAIN'
29.9000	'TMX2M(10)'	0.10000	'BASEF'
30.0000	'TMX2M(11)'	0.10000	'STORMF'
31.0000	'TMX2M(12)'	8.00000	'PRECRO'
*** Site and control parameters		0.15000	'FRACRO'
0.00000	'IVAUTO'	4.00000	'SWFLAG'
1.00000	'NELEM'	0.10000	'AWILT(1)'
20.450000	'SITLAT'	0.10000	'AWILT(2)'
45.510000	'SITLNG'	0.10000	'AWILT(3)'
0.54600	'SAND'	0.10000	'AWILT(4)'
0.13600	'SILT'		
0.31800	'CLAY'		
0.00000	'ROCK'	0.10000	'AWILT(5)'
1.46000	'BULKD'	0.10000	'AWILT(6)'
9.00000	'NLAYER'	0.10000	'AWILT(7)'

0.10000	'AWILT(8)'	0.230000	'AFIEL(1)'
0.10000	'AWILT(9)'	0.230000	'AFIEL(2)'
0.10000	'AWILT(10)'	0.230000	'AFIEL(3)'
0.230000	'AFIEL(4)'	*** External nutrient input parameters	
0.230000	'AFIEL(5)'	0.23000	'EPNFA(1)'
0.230000	'AFIEL(6)'	0.0000	'EPNFA(2)'
0.230000	'AFIEL(7)'	0.11900	'EPNFS(1)'
0.230000	'AFIEL(8)'	0.00118	'EPNFS(2)'
0.230000	'AFIEL(9)'	0.00000	'SATMOS(1)'
0.23000	'AFIEL(10)'	0.00000	'SATMOS(2)'
5.86000	'PH'	0.00000	'SIRRI'
0.90000	'PSLSRB'	*** Organic matter initial values	
200.000	'SORPMX'	0.000000	'SOM1CI(1,1)'
0.00000	'SOM1CI(1,2)'	2500.00000	'AGLCIS(1)'
0.000000	'SOM1CI(2,1)'	0.00000	'AGLCIS(2)'
0.00000	'SOM1CI(2,2)'	100.00000	'AGLIVE(1)'
0.00000	'SOM2CI(1)'	0.00000	'AGLIVE(2)'
0.00000	'SOM2CI(2)'	0.00000	'AGLIVE(3)'
0.00000	'SOM3CI(1)'	500.00000	'BGLCIS(1)'
0.00000	'SOM3CI(2)'	0.00000	'BGLCIS(2)'
12.50000	'RCES1(1,1)'	10.00000	'BGLIVE(1)'
0.00000	'RCES1(1,2)'	0.00000	'BGLIVE(2)'
0.00000	'RCES1(1,3)'	0.00000	'BGLIVE(3)'
3.13000	'RCES1(2,1)'	17.00000	'STDCIS(1)'
0.00000	'RCES1(2,2)'	0.00000	'STDCIS(2)'
0.00000	'RCES1(2,3)'	0.29000	'STDEDE(1)'
0.00000	'RCES2(1)'	0.00000	'STDEDE(2)'
0.00000	'RCES2(2)'	0.00000	'STDEDE(3)'
0.00000	'RCES2(3)'	*** Forest organic matter initial parameters	
25.6000	'RCES3(1)'	0.00000	'RLVCIS(1)'
0.00000	'RCES3(2)'	0.00000	'RLVCIS(2)'
0.00000	'RCES3(3)'	0.00000	'RLEAVE(1)'
107.00000	'CLITTR(1,1)'	0.00000	'RLEAVE(2)'
0.00000	'CLITTR(1,2)'	0.00000	'RLEAVE(3)'
107.00000	'CLITTR(2,1)'	0.00000	'FBRCIS(1)'
0.00000	'CLITTR(2,2)'	0.00000	'FBRCIS(2)'
75.00000	'RCELIT(1,1)'	0.00000	'FBRCHE(1)'
0.00000	'RCELIT(1,2)'	0.00000	'FBRCHE(2)'
0.00000	'RCELIT(1,3)'	0.00000	'FBRCHE(3)'
75.00000	'RCELIT(2,1)'	0.00000	'RLWCIS(1)'
0.00000	'RCELIT(2,2)'		
0.00000	'RCELIT(2,3)'		
0.00000	'RLWCIS(2)'	0.50000	'RLWODE(1)'
0.00000	'RLWODE(2)'	0.00000	'CRTCIS(2)'
0.00000	'RLWODE(3)'	0.00000	'CROOTE(1)'
0.00000	'FRTCIS(1)'	0.00000	'CROOTE(2)'
0.00000	'FRTCIS(2)'	0.00000	'CROOTE(3)'
0.00000	'FROOTE(1)'	0.00000	'WD1CIS(1)'
0.00000	'FROOTE(2)'	0.00000	'WD1CIS(2)'
0.00000	'FROOTE(3)'	0.00000	'WD2CIS(1)'
0.00000	'CRTCIS(1)'	0.00000	'WD2CIS(2)'

0.00000	'WD3CIS(1)'	0.25000	'MINERL(1,1)'
0.00000	'WD3CIS(2)'	0.00000	'MINERL(2,1)'
*** Mineral initial parameters		0.00000	'MINERL(3,1)'
0.00000	'MINERL(4,1)'	0.50000	'MINERL(1,3)'
0.00000	'MINERL(5,1)'	0.00000	'MINERL(2,3)'
0.00000	'MINERL(6,1)'	0.00000	'MINERL(3,3)'
0.00000	'MINERL(7,1)'	0.00000	'MINERL(4,3)'
0.00000	'MINERL(8,1)'	0.00000	'MINERL(5,3)'
0.00000	'MINERL(9,1)'	0.00000	'MINERL(6,3)'
0.00000	'MINERL(10,1)'	0.00000	'MINERL(7,3)'
0.50000	'MINERL(1,2)'	0.00000	'MINERL(8,3)'
0.000	'MINERL(2,2)'	0.00000	'MINERL(9,3)'
0.000	'MINERL(3,2)'	0.00000	'MINERL(10,3)'
0.000	'MINERL(4,2)'	0.00000	'PARENT(1)'
0.0000	'MINERL(5,2)'	0.00000	'PARENT(2)'
0.00000	'MINERL(6,2)'	0.00000	'PARENT(3)'
0.00000	'MINERL(7,2)'	0.00000	'SECNDY(1)'
0.00000	'MINERL(8,2)'	0.00000	'SECNDY(2)'
0.00000	'MINERL(9,2)'	0.00000	'SECNDY(3)'
0.00000	'MINERL(10,2)'	0.00000	'OCCLUD'
*** Water initial parameters		0.00000	'RWCF(1)'
0.00000	'RWCF(2)'	0.00000	'RWCF(8)'
0.00000	'RWCF(3)'	0.00000	'RWCF(9)'
0.00000	'RWCF(4)'	0.00000	'RWCF(10)'
0.00000	'RWCF(5)'	0.00000	'SNLQ'
0.00000	'RWCF(6)'	0.00000	'SNOW'
0.00000	'RWCF(7)'		

ANEXO 12 : Os dados do arquivo de cultura usados no arquivo  
"CROP.100" para o Ifes Campus de Alegre

CA	CAFE	440.00000	'PRAMX(3,1)'
1.91000	'PRDX(1)'	90.00000	'PRAMX(1,2)'
30.00000	'PPDF(1)'	440.00000	'PRAMX(2,2)'
45.00000	'PPDF(2)'	440.00000	'PRAMX(3,2)'
1.00000	'PPDF(3)'	50.00000	'PRBMN(1,1)'
2.50000	'PPDF(4)'	390.00000	'PRBMN(2,1)'
0.00000	'BIOFLG'	340.00000	'PRBMN(3,1)'
60.00000	'BIOK5'	0.00000	'PRBMN(1,2)'
1.00000	'PLTMRF'	0.00000	'PRBMN(2,2)'
150.00000	'FULCAN'	0.00000	'PRBMN(3,2)'
1.00000	'FRTCINDX'	60.00000	'PRBMX(1,1)'
0.50000	'FRTC(1)'	420.00000	'PRBMX(2,1)'
0.10000	'FRTC(2)'	420.00000	'PRBMX(3,1)'
3.00000	'FRTC(3)'	0.00000	'PRBMX(1,2)'
0.20000	'FRTC(4)'	0.10000	'PRBMX(2,2)'
0.10000	'FRTC(5)'	0.00000	'PRBMX(3,2)'
0.40000	'CFRTCEN(1)'	0.12000	'FLIGNI(1,1)'
0.25000	'CFRTCEN(2)'	0.00000	'FLIGNI(2,1)'
0.50000	'CFRTCEN(1)'	0.06000	'FLIGNI(1,2)'
0.10000	'CFRTCEN(2)'	0.00000	'FLIGNI(2,2)'
600.00000	'BIOMAX'	0.50000	'HIMAX'
20.00000	'PRAMN(1,1)'	0.00000	'HIWSF'
390.00000	'PRAMN(2,1)'	2.00000	'HIMON(1)'
340.00000	'PRAMN(3,1)'	1.00000	'HIMON(2)'
80.00000	'PRAMN(1,2)'	0.6000	'EFRGRN(1)'
390.00000	'PRAMN(2,2)'	0.6200	'EFRGRN(2)'
340.00000	'PRAMN(3,2)'	0.6200	'EFRGRN(3)'
30.00000	'PRAMX(1,1)'	0.04000	'VLOSSP'
440.00000	'PRAMX(2,1)'	0.00000	'FSDETH(1)'
0.00000	'FSDETH(2)'	1.00000	'CO2ICE(1,2,3)'
0.00000	'FSDETH(3)'	1.00000	'CO2IRS(1)'
150.00000	'FSDETH(4)'	0.00000	'KMRSP(1)'
0.10000	'FALLRT'	0.00000	'CKMRSPMX(1)'
0.05000	'RDR'	0.00000	'CKMRSPMX(2)'
2.00000	'RTDTMP'	0.25000	'NO3PREF(1)'
0.00000	'CRPRTF(1)'	4.00000	'CLAYPG'
0.00000	'CRPRTF(2)'	10.0000	'TMPGERM'
0.00000	'CRPRTF(3)'	900.000	'DDHARV'
0.05000	'SNFXMX(1)'	7.00000	'TMPKILL'
0.000000	'DEL13C'	BE	PASTAGEM braquiaria
1.20000	'CO2IPR(1)'	0.30000	'PRDX(1)'
0.80000	'CO2ITR(1)'	30.00000	'PPDF(1)'
1.20000	'CO2ICE(1,1,1)'	45.00000	'PPDF(2)'
1.00000	'CO2ICE(1,1,2)'	1.00000	'PPDF(3)'
1.00000	'CO2ICE(1,1,3)'	2.50000	'PPDF(4)'
1.20000	'CO2ICE(1,2,1)'	1.00000	'BIOFLG'
1.00000	'CO2ICE(1,2,2)'	60.00000	'BIOK5'

1.00000	'PLTMRF'	0.50000	'FRTC(1)'
100.00000	'FULCAN'	0.10000	'FRTC(2)'
1.00000	'FRTCINDX'	3.00000	'FRTC(3)'
0.20000	'FRTC(4)'	390.00000	'PRAMN(2,1)'
0.10000	'FRTC(5)'	340.00000	'PRAMN(3,1)'
0.40000	'CFRTC(1)'	40.00000	'PRAMN(1,2)'
0.25000	'CFRTC(2)'	390.00000	'PRAMN(2,2)'
0.50000	'CFRTCW(1)'	340.00000	'PRAMN(3,2)'
0.10000	'CFRTCW(2)'	20.00000	'PRAMX(1,1)'
400.00000	'BIOMAX'	440.00000	'PRAMX(2,1)'
10.00000	'PRAMN(1,1)'	440.00000	'PRAMX(3,1)'
120.00000	'PRAMX(1,2)'	0.00000	'FSDETH(3)'
440.00000	'PRAMX(2,2)'	500.00000	'FSDETH(4)'
440.00000	'PRAMX(3,2)'	0.10000	'FALLRT'
60.00000	'PRBMN(1,1)'	0.10000	'RDR'
390.00000	'PRBMN(2,1)'	2.00000	'RTDTMP'
340.00000	'PRBMN(3,1)'	0.40000	'CRPRTF(1)'
0.00000	'PRBMN(1,2)'	0.00000	'CRPRTF(2)'
0.00000	'PRBMN(2,2)'	0.00000	'CRPRTF(3)'
0.00000	'PRBMN(3,2)'	0.05000	'SNFXMX(1)'
80.00000	'PRBMX(1,1)'	27.00000	'DEL13C'
420.00000	'PRBMX(2,1)'	1.20000	'CO2IPR(1)'
420.00000	'PRBMX(3,1)'	0.80000	'CO2ITR(1)'
0.00000	'PRBMX(1,2)'	1.20000	'CO2ICE(1,1,1)'
0.10000	'PRBMX(2,2)'	1.00000	'CO2ICE(1,1,2)'
0.00000	'PRBMX(3,2)'	1.00000	'CO2ICE(1,1,3)'
0.12000	'FLIGNI(1,1)'	1.20000	'CO2ICE(1,2,1)'
0.00000	'FLIGNI(2,1)'	1.00000	'CO2ICE(1,2,2)'
0.60000	'FLIGNI(1,2)'	1.00000	'CO2ICE(1,2,3)'
0.00000	'FLIGNI(2,2)'	1.00000	'CO2IRS(1)'
0.50000	'HIMAX'	0.00000	'KMRSP(1)'
0.00000	'HIWSF'	0.00000	'CKMRSPMX(1)'
0.00000	'HIMON(1)'	0.00000	'CKMRSPMX(2)'
0.00000	'HIMON(2)'	0.25000	'NO3PREF(1)'
0.0000	'EFRGRN(1)'	4.00000	'CLAYPG'
0.0000	'EFRGRN(2)'	10.0000	'TMPGERM'
0.0000	'EFRGRN(3)'	900.000	'DDHARV'
0.04000	'VLOSSP'	7.00000	'TMPKILL'
0.00000	'FSDETH(1)'	MI	Milho
0.00000	'FSDETH(2)'	0.60000	'PRDX(1)'
30.00000	'PPDF(1)'	3.00000	'FRTC(3)'
45.00000	'PPDF(2)'	0.20000	'FRTC(4)'
1.00000	'PPDF(3)'	0.10000	'FRTC(5)'
2.50000	'PPDF(4)'	0.40000	'CFRTC(1)'
0.00000	'BIOFLG'	0.25000	'CFRTC(2)'
1800.000	'BIOK5'	0.50000	'CFRTCW(1)'
0.50000	'PLTMRF'	0.10000	'CFRTCW(2)'
150.00000	'FULCAN'	700.00000	'BIOMAX'
2.00000	'FRTCINDX'	10.00000	'PRAMN(1,1)'
0.60000	'FRTC(1)'	150.00000	'PRAMN(2,1)'
0.10000	'FRTC(2)'	190.00000	'PRAMN(3,1)'

62.50000	'PRAMN(1,2)'	150.00000	'PRAMN(3,2)'
150.00000	'PRAMN(2,2)'	20.00000	'PRAMX(1,1)'
230.00000	'PRAMX(2,1)'	0.00000	'PRBMX(3,2)'
230.00000	'PRAMX(3,1)'	0.12000	'FLIGNI(1,1)'
125.00000	'PRAMX(1,2)'	0.00000	'FLIGNI(2,1)'
230.00000	'PRAMX(2,2)'	0.06000	'FLIGNI(1,2)'
230.00000	'PRAMX(3,2)'	0.00000	'FLIGNI(2,2)'
45.00000	'PRBMN(1,1)'	0.50000	'HIMAX'
390.00000	'PRBMN(2,1)'	0.00000	'HIWSF'
340.00000	'PRBMN(3,1)'	2.00000	'HIMON(1)'
0.00000	'PRBMN(1,2)'	1.00000	'HIMON(2)'
0.00000	'PRBMN(2,2)'	0.7500	'EFRGRN(1)'
0.00000	'PRBMN(3,2)'	0.6000	'EFRGRN(2)'
60.00000	'PRBMX(1,1)'	0.6000	'EFRGRN(3)'
420.00000	'PRBMX(2,1)'	0.04000	'VLOSSP'
420.00000	'PRBMX(3,1)'	0.00000	'FSDETH(1)'
0.00000	'PRBMX(1,2)'	0.00000	'FSDETH(2)'
0.00000	'PRBMX(2,2)'	0.00000	'FSDETH(3)'
500.00000	'FSDETH(4)'	35.00000	'PPDF(2)'
0.10000	'FALLRT'	1.00000	'PPDF(3)'
0.05000	'RDR'	2.50000	'PPDF(4)'
2.00000	'RTDTMP'	0.00000	'BIOFLG'
0.00000	'CRPRTF(1)'	1800.000	'BIOK5'
0.00000	'CRPRTF(2)'	0.50000	'PLTMRF'
0.00000	'CRPRTF(3)'	150.00000	'FULCAN'
0.01500	'SNFXMX(1)'	2.00000	'FRTCINDX'
-15.00000	'DEL13C'	0.50000	'FRTC(1)'
1.00000	'CO2IPR(1)'	0.10000	'FRTC(2)'
0.77000	'CO2ITR(1)'	3.00000	'FRTC(3)'
1.00000	'CO2ICE(1,1,1)'	0.20000	'FRTC(4)'
1.00000	'CO2ICE(1,1,2)'	0.10000	'FRTC(5)'
1.00000	'CO2ICE(1,1,3)'	0.40000	'CFRTC(1)'
1.00000	'CO2ICE(1,2,1)'	0.25000	'CFRTC(2)'
1.00000	'CO2ICE(1,2,2)'	0.50000	'CFRTCW(1)'
1.00000	'CO2ICE(1,2,3)'	0.10000	'CFRTCW(2)'
1.00000	'CO2IRS(1)'	800.00000	'BIOMAX'
0.00000	'KMRSP(1)'	7.550000	'PRAMN(1,1)'
0.00000	'CKMRSPMX(1)'	150.00000	'PRAMN(2,1)'
0.00000	'CKMRSPMX(2)'	190.00000	'PRAMN(3,1)'
0.25000	'NO3PREF(1)'	30.00000	'PRAMN(1,2)'
4.00000	'CLAYPG'	150.00000	'PRAMN(2,2)'
10.0000	'TMPGERM'	150.00000	'PRAMN(3,2)'
900.000	'DDHARV'	10.00000	'PRAMX(1,1)'
7.00000	'TMPKILL'	230.00000	'PRAMX(2,1)'
FE	Feijao	230.00000	'PRAMX(3,1)'
1.00000	'PRDX(1)'	40.000000	'PRAMX(1,2)'
21.00000	'PPDF(1)'	230.00000	'PRAMX(2,2)'
230.00000	'PRAMX(3,2)'	0.00000	'PRBMN(1,2)'
24.00000	'PRBMN(1,1)'	0.00000	'PRBMN(2,2)'
390.00000	'PRBMN(2,1)'	0.00000	'PRBMN(3,2)'
340.00000	'PRBMN(3,1)'	28.00000	'PRBMX(1,1)'

420.00000	'PRBMX(2,1)'	420.00000	'PRBMX(3,1)'
0.00000	'PRBMX(1,2)'	0.00000	'CRPRTF(3)'
0.00000	'PRBMX(2,2)'	0.09500	'SNFXMX(1)'
0.00000	'PRBMX(3,2)'	-27.0000	'DEL13C'
0.12000	'FLIGNI(1,1)'	1.30000	'CO2IPR(1)'
0.00000	'FLIGNI(2,1)'	0.77000	'CO2ITR(1)'
0.06000	'FLIGNI(1,2)'	1.00000	'CO2ICE(1,1,1)'
0.00000	'FLIGNI(2,2)'	1.00000	'CO2ICE(1,1,2)'
0.31000	'HIMAX'	1.00000	'CO2ICE(1,1,3)'
0.00000	'HIWSF'	1.30000	'CO2ICE(1,2,1)'
2.00000	'HIMON(1)'	1.00000	'CO2ICE(1,2,2)'
1.00000	'HIMON(2)'	1.00000	'CO2ICE(1,2,3)'
0.5700	'EFRGRN(1)'	1.00000	'CO2IRS(1)'
0.48900	'EFRGRN(2)'	0.00000	'KMRSP(1)'
0.34690	'EFRGRN(3)'	0.00000	'CKMRSPMX(1)'
0.04000	'VLOSSP'	0.00000	'CKMRSPMX(2)'
0.00000	'FSDETH(1)'	0.25000	'NO3PREF(1)'
0.00000	'FSDETH(2)'	4.00000	'CLAYPG'
0.00000	'FSDETH(3)'	10.0000	'TMPGERM'
500.00000	'FSDETH(4)'	900.000	'DDHARV'
0.10000	'FALLRT'	7.00000	'TMPKILL'
0.05000	'RDR'	AR	Arroz
2.00000	'RTDTMP'	0.50000	'PRDX(1)'
0.00000	'CRPRTF(1)'	28.00000	'PPDF(1)'
0.00000	'CRPRTF(2)'	40.00000	'PPDF(2)'
1.00000	'PPDF(3)'	120.00000	'PRAMX(1,2)'
2.50000	'PPDF(4)'	440.00000	'PRAMX(2,2)'
1.00000	'BIOFLG'	440.00000	'PRAMX(3,2)'
60.00000	'BIOK5'	60.00000	'PRBMN(1,1)'
1.00000	'PLTMRF'	390.00000	'PRBMN(2,1)'
100.00000	'FULCAN'	340.00000	'PRBMN(3,1)'
2.00000	'FRTCINDX'	0.00000	'PRBMN(1,2)'
0.50000	'FRTC(1)'	0.00000	'PRBMN(2,2)'
0.10000	'FRTC(2)'	0.00000	'PRBMN(3,2)'
3.00000	'FRTC(3)'	80.00000	'PRBMX(1,1)'
0.20000	'FRTC(4)'	420.00000	'PRBMX(2,1)'
0.10000	'FRTC(5)'	420.00000	'PRBMX(3,1)'
0.40000	'CFRTC(1)'	0.00000	'PRBMX(1,2)'
0.25000	'CFRTC(2)'	0.10000	'PRBMX(2,2)'
0.50000	'CFRTCW(1)'	0.00000	'PRBMX(3,2)'
0.10000	'CFRTCW(2)'	0.12000	'FLIGNI(1,1)'
400.00000	'BIOMAX'	0.00000	'FLIGNI(2,1)'
10.00000	'PRAMN(1,1)'	0.60000	'FLIGNI(1,2)'
390.00000	'PRAMN(2,1)'	0.00000	'FLIGNI(2,2)'
340.00000	'PRAMN(3,1)'	0.50000	'HIMAX'
40.00000	'PRAMN(1,2)'	0.00000	'HIWSF'
390.00000	'PRAMN(2,2)'	1.50000	'HIMON(1)'
340.00000	'PRAMN(3,2)'	1.00000	'HIMON(2)'
20.00000	'PRAMX(1,1)'	0.5500	'EFRGRN(1)'
440.00000	'PRAMX(2,1)'	0.5800	'EFRGRN(2)'
440.00000	'PRAMX(3,1)'	0.0000	'EFRGRN(3)'

0.04000	'VLOSSP'	0.00000	'FSDETH(3)'
0.00000	'FSDETH(1)'	500.00000	'FSDETH(4)'
0.00000	'FSDETH(2)'	0.10000	'FALLRT'
0.10000	'RDR'	1.00000	'CO2ICE(1,2,2)'
2.00000	'RTDTMP'	1.00000	'CO2ICE(1,2,3)'
0.40000	'CRPRTF(1)'	1.00000	'CO2IRS(1)'
0.00000	'CRPRTF(2)'	0.00000	'KMRSP(1)'
0.00000	'CRPRTF(3)'	0.00000	'CKMRSPMX(1)'
0.05000	'SNFXMX(1)'	0.00000	'CKMRSPMX(2)'
27.00000	'DEL13C'	0.25000	'NO3PREF(1)'
1.20000	'CO2IPR(1)'	4.00000	'CLAYPG'
0.80000	'CO2ITR(1)'	10.0000	'TMPGERM'
1.20000	'CO2ICE(1,1,1)'	900.000	'DDHARV'
1.00000	'CO2ICE(1,1,2)'	7.00000	'TMPKILL'
1.00000	'CO2ICE(1,1,3)'		
1.20000	'CO2ICE(1,2,1)'		

ANEXO 13: Exemplo de arquivo de manejo usado para parametrização no estudo do Efes Campus de Alegre.

JANIO	EXPERIMENTO IFES	0.00000	'PRCSKW(3)'
CAMPUS DE ALEGRE		0.00000	'PRCSKW(4)'
*** Climate parameters		0.00000	'PRCSKW(5)'
20.010000	'PRECIP(1)'	0.00000	'PRCSKW(6)'
12.470000	'PRECIP(2)'	0.00000	'PRCSKW(7)'
13.490000	'PRECIP(3)'	0.00000	'PRCSKW(8)'
9.8000000	'PRECIP(4)'	0.00000	'PRCSKW(9)'
5.0900000	'PRECIP(5)'	0.00000	'PRCSKW(10)'
1.8100000	'PRECIP(6)'	0.00000	'PRCSKW(11)'
2.3900000	'PRECIP(7)'	0.00000	'PRCSKW(12)'
2.4500000	'PRECIP(8)'	21.3000	'TMN2M(1)'
5.5000000	'PRECIP(9)'	21.1000	'TMN2M(2)'
10.360000	'PRECIP(10)'	21.0000	'TMN2M(3)'
20.420000	'PRECIP(11)'	19.7000	'TMN2M(4)'
25.700000	'PRECIP(12)'	17.5000	'TMN2M(5)'
0.000	'PRCSTD(1)'	15.8000	'TMN2M(6)'
0.000	'PRCSTD(2)'	15.2000	'TMN2M(7)'
0.00	'PRCSTD(3)'	15.8000	'TMN2M(8)'
0.000	'PRCSTD(4)'	17.2000	'TMN2M(9)'
0.000	'PRCSTD(5)'	19.1000	'TMN2M(10)'
0.000	'PRCSTD(6)'	20.2000	'TMN2M(11)'
0.000	'PRCSTD(7)'	20.9000	'TMN2M(12)'
0.000	'PRCSTD(8)'	32.1000	'TMX2M(1)'
0.000	'PRCSTD(9)'	33.1000	'TMX2M(2)'
0.000	'PRCSTD(10)'	32.4000	'TMX2M(3)'
0.000	'PRCSTD(11)'	30.4000	'TMX2M(4)'
0.000	'PRCSTD(12)'	28.3000	'TMX2M(5)'
0.00000	'PRCSKW(1)'	27.7000	'TMX2M(6)'
0.00000	'PRCSKW(2)'	27.2000	'TMX2M(7)'
28.5000	'TMX2M(8)'	0.10000	'BASEF'
28.7000	'TMX2M(9)'	0.10000	'STORMF'
29.9000	'TMX2M(10)'	8.00000	'PRECRO'
30.0000	'TMX2M(11)'	0.15000	'FRACRO'
31.0000	'TMX2M(12)'	4.00000	'SWFLAG'
*** Site and control parameters		0.10000	'AWILT(1)'
0.00000	'IVAUTO'	0.10000	'AWILT(2)'
1.00000	'NELEM'	0.10000	'AWILT(3)'
20.450000	'SITLAT'	0.10000	'AWILT(4)'
45.510000	'SITLNG'	0.10000	'AWILT(5)'
0.54600	'SAND'	0.10000	'AWILT(6)'
0.13600	'SILT'	0.10000	'AWILT(7)'
0.31800	'CLAY'	0.10000	'AWILT(8)'
0.00000	'ROCK'	0.10000	'AWILT(9)'
1.46000	'BULKD'	0.10000	'AWILT(10)'
9.00000	'N_LAYER'	0.230000	'AFIEL(1)'
9.00000	'N_LAYERPG'	0.230000	'AFIEL(2)'
1.00000	'DRAIN'	0.230000	'AFIEL(3)'

0.230000	'AFIEL(4)'	0.230000	'AFIEL(7)'
0.230000	'AFIEL(5)'	0.230000	'AFIEL(8)'
0.230000	'AFIEL(6)'	0.230000	'AFIEL(9)'
0.230000	'AFIEL(10)'	0.00118	'EPNFS(2)'
5.86000	'PH'	0.00000	'SATMOS(1)'
0.90000	'PSLSRB'	0.00000	'SATMOS(2)'
200.000	'SORPMX'	0.00000	'SIRRI'
*** External nutrient input parameters		*** Organic matter initial values	
0.23000	'EPNFA(1)'	0.000000	'SOM1CI(1,1)'
0.0000	'EPNFA(2)'	0.00000	'SOM1CI(1,2)'
0.11900	'EPNFS(1)'	0.000000	'SOM1CI(2,1)'
0.00000	'SOM1CI(2,2)'	0.00000	'AGLIVE(2)'
0.00000	'SOM2CI(1)'	0.00000	'AGLIVE(3)'
0.00000	'SOM2CI(2)'	500.00000	'BGLCIS(1)'
0.00000	'SOM3CI(1)'	0.00000	'BGLCIS(2)'
0.00000	'SOM3CI(2)'	10.00000	'BGLIVE(1)'
12.50000	'RCES1(1,1)'	0.00000	'BGLIVE(2)'
0.00000	'RCES1(1,2)'	0.00000	'BGLIVE(3)'
0.00000	'RCES1(1,3)'	17.00000	'STDCIS(1)'
3.13000	'RCES1(2,1)'	0.00000	'STDCIS(2)'
0.00000	'RCES1(2,2)'	0.29000	'STDEDE(1)'
0.00000	'RCES1(2,3)'	0.00000	'STDEDE(2)'
0.00000	'RCES2(1)'	0.00000	'STDEDE(3)'
0.00000	'RCES2(2)'	*** Forest organic matter initial parameters	
0.00000	'RCES2(3)'	0.00000	'RLVCIS(1)'
25.6000	'RCES3(1)'	0.00000	'RLVCIS(2)'
0.00000	'RCES3(2)'	0.00000	'RLEAVE(1)'
0.00000	'RCES3(3)'	0.00000	'RLEAVE(2)'
107.00000	'CLITTR(1,1)'	0.00000	'RLEAVE(3)'
0.00000	'CLITTR(1,2)'	0.00000	'FBRCIS(1)'
107.00000	'CLITTR(2,1)'	0.00000	'FBRCIS(2)'
0.00000	'CLITTR(2,2)'	0.00000	'FBRCHE(1)'
75.00000	'RCELIT(1,1)'	0.00000	'FBRCHE(2)'
0.00000	'RCELIT(1,2)'	0.00000	'FBRCHE(3)'
0.00000	'RCELIT(1,3)'	0.00000	'RLWCIS(1)'
75.00000	'RCELIT(2,1)'	0.00000	'RLWCIS(2)'
0.00000	'RCELIT(2,2)'	0.00000	'RLWODE(1)'
0.00000	'RCELIT(2,3)'	0.50000	'RLWODE(2)'
2500.00000	'AGLCIS(1)'	0.00000	'RLWODE(3)'
0.00000	'AGLCIS(2)'	0.00000	
100.00000	'AGLIVE(1)'	0.00000	'WD1CIS(1)'
0.00000	'FRTCIS(1)'	0.00000	'WD1CIS(2)'
0.00000	'FRTCIS(2)'	0.00000	'WD2CIS(1)'
0.00000	'FROOTE(1)'	0.00000	'WD2CIS(2)'
0.00000	'FROOTE(2)'	0.00000	'WD3CIS(1)'
0.00000	'FROOTE(3)'	0.00000	'WD3CIS(2)'
0.00000	'CRTCIS(1)'	*** Mineral initial parameters	
0.00000	'CRTCIS(2)'	0.25000	'MINERL(1,1)'
0.00000	'CROOTE(1)'	0.00000	'MINERL(2,1)'
0.00000	'CROOTE(2)'	0.00000	'MINERL(3,1)'
0.00000	'CROOTE(3)'		

0.00000	'MINERL(4,1)'	0.00000	'MINERL(7,1)'
0.00000	'MINERL(5,1)'	0.00000	'MINERL(8,1)'
0.00000	'MINERL(6,1)'	0.00000	'MINERL(9,1)'
		0.00000	'MINERL(6,3)'
0.00000	'MINERL(10,1)'	0.00000	'MINERL(7,3)'
0.50000	'MINERL(1,2)'	0.00000	'MINERL(8,3)'
0.000	'MINERL(2,2)'	0.00000	'MINERL(9,3)'
0.000	'MINERL(3,2)'	0.00000	'MINERL(10,3)'
0.000	'MINERL(4,2)'	0.00000	'PARENT(1)'
0.0000	'MINERL(5,2)'	0.00000	'PARENT(2)'
0.00000	'MINERL(6,2)'	0.00000	'PARENT(3)'
0.00000	'MINERL(7,2)'	0.00000	'SECNDY(1)'
0.00000	'MINERL(8,2)'	0.00000	'SECNDY(2)'
0.00000	'MINERL(9,2)'	0.00000	'SECNDY(3)'
0.00000	'MINERL(10,2)'	0.00000	'OCCLUD'
0.50000	'MINERL(1,3)'	*** Water initial parameters	
0.00000	'MINERL(2,3)'	0.00000	'RWCF(1)'
0.00000	'MINERL(3,3)'	0.00000	'RWCF(2)'
0.00000	'MINERL(4,3)'	0.00000	'RWCF(3)'
0.00000	'MINERL(5,3)'		
0.00000	'RWCF(4)'	0.00000	'RWCF(10)'
0.00000	'RWCF(5)'	0.00000	'SNLQ'
0.00000	'RWCF(6)'	0.00000	'SNOW'
0.00000	'RWCF(7)'		
0.00000	'RWCF(8)'		
0.00000	'RWCF(9)'		

ANEXO 14: Exemplo de arquivo fixo "FIX.100" padrão usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Alegre.

X	Fixed_values	350.00000	'CO2PPM(1)'
15.00000	'ADEP(1)'	700.00000	'CO2PPM(2)'
15.00000	'ADEP(2)'	0.00000	'CO2RMP'
15.00000	'ADEP(3)'	0.00000	'DAMR(1,1)'
15.00000	'ADEP(4)'	0.00000	'DAMR(1,2)'
30.00000	'ADEP(5)'	0.01000	'DAMR(1,3)'
30.00000	'ADEP(6)'	0.02000	'DAMR(2,1)'
30.00000	'ADEP(7)'	0.02000	'DAMR(2,2)'
30.00000	'ADEP(8)'	0.04000	'DAMR(2,3)'
0.00000	'ADEP(9)'	15.00000	'DAMRMN(1)'
0.00000	'ADEP(10)'	150.00000	'DAMRMN(2)'
-40.00000	'AGPPA'	150.00000	'DAMRMN(3)'
7.70000	'AGPPB'	3.90000	'DEC1(1)'
1.50000	'ANEREF(1)'	4.90000	'DEC1(2)'
3.00000	'ANEREF(2)'	14.80000	'DEC2(1)'
0.30000	'ANEREF(3)'	18.50000	'DEC2(2)'
5.00000	'ANIMPT'	6.00000	'DEC3(1)'
0.80000	'AWTL(1)'	45.5000	'DEC3(2)'
0.60000	'AWTL(2)'	0.00760	'DEC4'
0.40000	'AWTL(3)'	0.90000	'DEC5'
0.30000	'AWTL(4)'	5.00000	'DECK5'
0.20000	'AWTL(5)'	-4.00000	'DLIGDF'
0.20000	'AWTL(6)'	0.99900	'DRESP'
0.20000	'AWTL(7)'	0.20000	'EDEPTH'
0.20000	'AWTL(8)'	0.40000	'ELITST'
0.00000	'AWTL(9)'	2.00000	'ENRICH'
0.00000	'AWTL(10)'	0.90000	'FAVAIL(1)'
100.00000	'BGPPA'	0.50000	'FAVAIL(3)'
7.00000	'BGPPB'	0.20000	'FAVAIL(4)'
0.40000	'FAVAIL(5)'	0.40000	'LHZF(2)'
2.00000	'FAVAIL(6)'	0.80000	'LHZF(3)'
0.20000	'FLEACH(1)'	18.00000	'MINLCH'
0.70000	'FLEACH(2)'	0.00000	'NSNFIX'
1.00000	'FLEACH(3)'	4.00000	'NTSPM'
0.00000	'FLEACH(4)'	0.03000	'OMLECH(1)'
0.10000	'FLEACH(5)'	0.12000	'OMLECH(2)'
0.80000	'FWLOSS(1)'	60.00000	'OMLECH(3)'
0.80000	'FWLOSS(2)'	0.17000	'P1CO2A(1)'
0.65000	'FWLOSS(3)'	0.50000	'P1CO2A(2)'
0.80000	'FWLOSS(4)'	0.00000	'P1CO2B(1)'
-0.12500	'FXMCA'	0.70000	'P1CO2B(2)'
0.00500	'FXMCB'	0.55000	'P2CO2'
0.35000	'FXMXS'	0.55000	'P3CO2'
7.00000	'FXNPB'	100.00000	'PABRES'
0.00000	'GREMB'	16.00000	'PCEMIC(1,1)'
2.00000	'IDEF'	200.00000	'PCEMIC(1,2)'
0.20000	'LHZF(1)'	150.00000	'PCEMIC(1,3)'

10.00000	'PCEMIC(2,1)'	0.02000	'PCEMIC(3,1)'
99.00000	'PCEMIC(2,2)'	0.00150	'PCEMIC(3,2)'
50.00000	'PCEMIC(2,3)'	0.00150	'PCEMIC(3,3)'
0.25000	'PEFTXA'	0.55000	'PMCO2(1)'
0.75000	'PEFTXB'	0.55000	'PMCO2(2)'
6.00000	'PHESP(1)'	0.00000	'PMNSEC(1)'
0.00080	'PHESP(2)'	0.00000	'PMNSEC(2)'
7.60000	'PHESP(3)'	2.00000	'PMNSEC(3)'
0.01500	'PHESP(4)'	0.00400	'PMNTMP'
3.00000	'PLIGST(1)'	600.00000	'PMXBIO'
3.00000	'PLIGST(2)'	-0.00350	'PMXTMP'
0.00000	'PPARMN(1)'	0.01500	'RICTRL'
0.00010	'PPARMN(2)'	0.80000	'RIINT'
0.00050	'PPARMN(3)'	0.30000	'RSPLIG'
0.00000	'PPRPTS(1)'	-1.00000	'SEED'
1.00000	'PPRPTS(2)'	0.85000	'SPL(1)'
0.80000	'PPRPTS(3)'	0.01300	'SPL(2)'
0.45000	'PS1CO2(1)'	5000.00000	'STRMAX(1)'
0.55000	'PS1CO2(2)'	5000.00000	'STRMAX(2)'
0.00310	'PS1S3(1)'	1.00000	'TEXEPP(1)'
0.03200	'PS1S3(2)'	0.70000	'TEXEPP(2)'
0.0548	'PS2S3(1)'	0.00010	'TEXEPP(3)'
0.00900	'PS2S3(2)'	0.00016	'TEXEPP(4)'
0.00000	'PSECMN(1)'	2.00000	'TEXEPP(5)'
0.00220	'PSECMN(2)'	1.00000	'TEXESP(1)'
0.20000	'PSECMN(3)'	0.00400	'TEXESP(3)'
0.00000	'PSECOC1'	15.4000	'TEFF(1)'
0.00000	'PSECOC2'	11.7500	'TEFF(2)'
12.00000	'RAD1P(1,1)'	29.7000	'TEFF(3)'
3.00000	'RAD1P(2,1)'	0.03100	'TEFF(4)'
5.00000	'RAD1P(3,1)'	0.00000	'TMELT(1)'
220.000000	'RAD1P(1,2)'	0.00200	'TMELT(2)'
5.00000	'RAD1P(2,2)'	14.00000	'VARAT1(1,1)'
100.00000	'RAD1P(3,2)'	3.00000	'VARAT1(2,1)'
220.000000	'RAD1P(1,3)'	2.00000	'VARAT1(3,1)'
5.00000	'RAD1P(2,3)'	150.0000	'VARAT1(1,2)'
100.00000	'RAD1P(3,3)'	30.00000	'VARAT1(2,2)'
200.00000	'RCESTR(1)'	2.00000	'VARAT1(3,2)'
500.00000	'RCESTR(2)'	200.0000	'VARAT1(1,3)'
500.00000	'RCESTR(3)'	50.00000	'VARAT1(2,3)'
2.00000	'VARAT1(3,3)'	14.00000	'VARAT3(2,1)'
20.00000	'VARAT2(1,1)'	2.00000	'VARAT3(3,1)'
17.00000	'VARAT2(2,1)'	200.00000	'VARAT3(1,2)'
2.00000	'VARAT2(3,1)'	50.00000	'VARAT3(2,2)'
400.00000	'VARAT2(1,2)'	2.00000	'VARAT3(3,2)'
100.0000	'VARAT2(2,2)'	200.00000	'VARAT3(1,3)'
2.00000	'VARAT2(3,2)'	50.00000	'VARAT3(2,3)'
400.00000	'VARAT2(1,3)'	2.00000	'VARAT3(3,3)'
100.0000	'VARAT2(2,3)'	0.02000	'VLOSSE'
2.00000	'VARAT2(3,3)'	1.00000	'VLOSSG'
18.00000	'VARAT3(1,1)'		

ANEXO 15: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Alegre.

1909	Starting year	1	8	FIRE H
2099	Last year	1	10	CULT ME
site.100	Site file name	1	11	CULT AG
0	Labeling type	1	11	CROP MI
-1	Labeling year	1	11	PLTM
-1.00	Microcosm	1	11	FERT E2
-1	CO2 Systems	-999	-999	X
-1	pH shift			
-1	Soil warming	3		Block # milho
0	N input scalar option	1974		Last year
0	OMAD scalar option	1		Repeats # years
3	Initial system	1962		Output starting year
	Initial crop	1		Output month
ME1	Initial tree	1		Output interval
		M		Weather choice
Year Month Option		1	4	HARV M
1	Block # Pastagem	1	4	LAST
1960	Last year	1	10	CULT ME
1	Repeats # years	1	11	CROP MI
1909	Output starting year	1	11	PLTM
12	Output month	1	11	FERT E2
12	Output interval	-999	-999	X
M	Weather choice			
1	1 CROP BE	4		Block # Colheita de milho
1	1 GRAZ BE			começar milho e feijao
1	2 GRAZ BE	1975		Last year
1	3 GRAZ BE	1		Repeats # years
1	5 SENM	1975		Output starting year
1	6 LAST	1		Output month
1	9 FRST	1		Output interval
1	11 GRAZ BE	M		Weather choice
1	12 GRAZ BE	1	1	HARV M
-999	-999 X	1	1	LAST
		1	2	CROP FE
2	Block # fim pastagem	1	2	CULT ME
1961	Last year	1	2	FERT E2
1	Repeats # years	1	2	PLTM
1961	Output starting year	1	4	CULT ME1
1	Output month	1	6	LAST
1	Output interval	1	6	HARV F
M	Weather choice	1	10	CROP AR
1	1 CROP BE	1	10	CULT ME
1	1 GRAZ BE	1	10	FERT E2
1	2 GRAZ BE	1	10	PLTM
1	3 GRAZ BE	1	11	CULT ME1
1	5 SENM	-999	-999	X
1	6 LAST			

5	Block # milho e feijao	2002	Output starting year
1999	Last year	1	Output month
1	Repeats # years	1	Output interval
1976	Output starting year	M	Weather choice
1	Output month	1	1 CROP CA
1	Output interval	1	10 FERT C
M	Weather choice	-999	-999 X
1	1 LAST		
1	1 HARV A	9	Block # cafe primeira
1	2 CROP FE	produção	
1	2 CULT ME	2003	Last year
1	2 FERT E2	1	Repeats # years
1	2 PLTM	2003	Output starting year
1	4 CULT ME1	1	Output month
1	6 LAST	1	Output interval
1	6 HARV F	M	Weather choice
1	10 CROP AR	1	1 CROP CA
1	10 CULT ME	1	1 CULT ME2
1	10 FERT E2	1	4 CULT ME2
1	10 PLTM	1	5 CULT ME1
1	11 CULT ME1	1	5 LAST
		1	6 HARV C
		1	9 FRST
		1	10 FERT C
		1	11 CULT ME2
		-999	-999 X
-999	-999 X		
6	Block # Colheita de feijao	10	Block # cafe após primeira
e repouso		produção	
2000	Last year	2010	Last year
1	Repeats # years	1	Repeats # years
2000	Output starting year	2004	Output starting year
1	Output month	11	Output month
1	Output interval	11	Output interval
M	Weather choice	M	Weather choice
1	1 LAST	1	1 CROP CA
1	1 HARV A	1	1 CULT ME2
-999	-999 X	1	4 CULT ME2
		1	5 CULT ME1
		1	5 LAST
		1	6 HARV C
		1	9 FRST
		1	10 FERT C
		1	11 CULT ME2
		-999	-999 X
7	Block # Plantio do café	11	Block # cafe após primeira
2001	Last year	produção	
1	Repeats # years	2099	Last year
2001	Output starting year	1	Repeats # years
1	Output month	2010	Output starting year
1	Output interval		
M	Weather choice		
1	10 CROP CA		
1	10 FRST		
1	10 FERT E2		
-999	-999 X		
8	Block # cafe crescendo		
2002	Last year		
1	Repeats # years		

11	Output month	1	5 LAST
11	Output interval	1	6 HARV C
F	Weather choice	1	9 FRST
clima.wth		1	10 FERT C
1	1 CROP CA	1	11 CULT ME2
1	1 CULT ME2	-999	-999 X
1	4 CULT ME2		
1	5 CULT ME1		

ANEXO 16: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo no Ifes Campus de Santa Tereza.

		1	8 FIRE H
1909	Starting year	1	10 CULT ME
2099	Last year	1	11 CULT AG
site.100	Site file name	1	11 CROP MI
0	Labeling type	1	11 PLTM
-1	Labeling year	1	11 FERT E2
-1.00	Microcosm	-999	-999 X
-1	CO2 Systems	3	Block # milho
-1	pH shift	1974	Last year
-1	Soil warming	1	Repeats # years
0	N input scalar option	1962	Output starting year
0	OMAD scalar option	1	Output month
3	Initial system	1	Output interval
	Initial crop	M	Weather choice
ME1	Initial tree	1	4 HARV M
		1	4 LAST
Year Month Option		1	10 CULT ME
1	Block # Pastagem	1	11 CROP MI
1960	Last year	1	11 PLTM
1	Repeats # years	1	11 FERT E2
1909	Output starting year	-999	-999 X
12	Output month	4	Block # Colheita de milho começar milho e feijao
12	Output interval	1975	Last year
M	Weather choice	1	Repeats # years
1	1 CROP BE	1975	Output starting year
1	1 GRAZ BE	1	Output month
1	2 GRAZ BE	1	Output interval
1	3 GRAZ BE	M	Weather choice
1	5 SENM	1	1 HARV M
1	6 LAST	1	1 LAST
1	9 FRST	1	2 CROP FE
1	11 GRAZ BE	1	2 CULT ME
1	12 GRAZ BE	1	2 FERT E2
-999	-999 X	1	2 PLTM
2	Block # fim pastagem	1	4 CULT ME1
1961	Last year	1	6 LAST
1	Repeats # years	1	6 HARV F
1961	Output starting year	1	10 CROP AR
1	Output month	1	10 CULT ME
1	Output interval	1	10 FERT E2
M	Weather choice	1	10 PLTM
1	1 CROP BE	1	11 CULT ME1
1	1 GRAZ BE	-999	-999 X
1	2 GRAZ BE	5	Block # milho e feijao
1	3 GRAZ BE	1999	Last year
1	5 SENM	1	Repeats # years
1	6 LAST		

1976	Output starting year	9	Block #	cafe primeira
1	Output month			produção
1	Output interval	2003	Last year	
M	Weather choice	1	Repeats # years	
1	1 LAST	2003	Output starting year	
1	1 HARV A	1	Output month	
1	2 CROP FE	1	Output interval	
1	2 CULT ME	M	Weather choice	
1	2 FERT E2	1	1 CROP CA	
1	2 PLTM	1	1 CULT ME2	
1	4 CULT ME1	1	4 CULT ME2	
1	6 LAST	1	5 CULT ME1	
1	6 HARV F	1	5 LAST	
1	10 CROP AR	1	6 HARV C	
1	10 CULT ME	1	9 FRST	
1	10 FERT E2	1	10 FERT C	
1	10 PLTM	1	11 CULT ME2	
1	11 CULT ME1			
-999	-999 X	-999	-999 X	
6	Block # Colheita de feijao	10	Block #	cafe após
	e repouso			primeira produção
2000	Last year	2010	Last year	
1	Repeats # years	1	Repeats # years	
2000	Output starting year	2004	Output starting year	
1	Output month	11	Output month	
1	Output interval	11	Output interval	
M	Weather choice	M	Weather choice	
1	1 LAST	1	1 CROP CA	
1	1 HARV A	1	1 CULT ME2	
-999	-999 X	1	4 CULT ME2	
7	Block # Plantio do café	1	5 CULT ME1	
2001	Last year	1	5 LAST	
1	Repeats # years	1	6 HARV C	
2001	Output starting year	1	9 FRST	
1	Output month	1	10 FERT C	
1	Output interval	1	11 CULT ME2	
M	Weather choice			
1	10 CROP CA	-999	-999 X	
1	10 FRST	11	Block #	cafe após
1	10 FERT E2			primeira produção
-999	-999 X	2099	Last year	
8	Block # cafe crescendo	1	Repeats # years	
2002	Last year	2010	Output starting year	
1	Repeats # years	11	Output month	
2002	Output starting year	11	Output interval	
1	Output month	F	Weather choice	
1	Output interval			clima.wth
M	Weather choice	1	1 CROP CA	
1	1 CROP CA	1	1 CULT ME2	
1	10 FERT C	1	4 CULT ME2	
-999	-999 X	1	5 CULT ME1	
		1	5 LAST	
		1	6 HARV C	

1 9 FRST  
1 10 FERT C  
1 11 CULT ME2

-999 -999 X

**ANEXO 17: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Venda Nova.**

1960	Starting year	1	10	CULT	ME
2099	Last year	1	11	CULT	AG
site.100	Site file name	1	11	CROP	MI
0	Labeling type	1	11	PLTM	
-1	Labeling year	1	11	FERT	E2
-1.00	Microcosm	-999	-999	X	
-1	CO2 Systems	3		Block #	Plantio do café
-1	pH shift	1972		Last year	
-1	Soil warming	1		Repeats #	years
0	N input scalar option	1972		Output starting year	
0	OMAD scalar option	1		Output month	
3	Initial system	1		Output interval	
	Initial crop	M		Weather choice	
ME1	Initial tree	1	10	CROP	CA
		1	10	FRST	
	Year Month Option	1	10	FERT	E2
1	Block #	-999	-999	X	Pastagem
1970	Last year	4		Block #	cafe crescendo
1	Repeats #	1973		Last year	
1960	Output starting year	1		Repeats #	years
12	Output month	1973		Output starting year	
12	Output interval	1		Output month	
M	Weather choice	1		Output interval	
1	1	M		Weather choice	
1	1	1	1	CROP	CA
1	2	1	10	FERT	C
1	3	-999	-999	X	
1	5	5		Block #	cafe primeira produção
1	6	1974		Last year	
1	9	1		Repeats #	years
1	11	1974		Output starting year	
1	12	1		Output month	
-999	-999	1		Output interval	
2	Block #	1		Weather choice	fim pastagem
1971	Last year	M		Weather choice	
1	Repeats #	1	1	CROP	CA
1971	Output starting year	1	1	CULT	ME2
1	Output month	1	4	CULT	ME2
1	Output interval	1	5	CULT	ME1
M	Weather choice	1	5	LAST	
1	1	1	6	HARV	C
1	1	1	9	FRST	
1	2	1	10	FERT	C
1	3	1	11	CULT	ME2
1	5	-999	-999	X	
1	6	10		Block #	cafe após primeira produção
1	8				

2010 Last year  
 1 Repeats # years  
 1975 Output starting year  
 11 Output month  
 11 Output interval  
 M Weather choice  
 1 1 CROP CA  
 1 1 CULT ME2  
 1 4 CULT ME2  
 1 5 CULT ME1  
 1 5 LAST  
 1 6 HARV C  
 1 9 FRST  
 1 10 FERT C  
 1 11 CULT ME2  
 -999 -999 X

11 Block # cafe após primeira  
 produção

2099 Last year  
 1 Repeats # years  
 2010 Output starting year  
 11 Output month  
 11 Output interval  
 F Weather choice  
 clima.wth  
 1 1 CROP CA  
 1 1 CULT ME2  
 1 4 CULT ME2  
 1 5 CULT ME1  
 1 5 LAST  
 1 6 HARV C  
 1 9 FRST  
 1 10 FERT C  
 1 11 CULT ME2  
 -999 -999 X

**ANEXO 18: Exemplo de arquivo de manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Marilândia.**

		1	8	FIRE H
1960	Starting year	1	10	CULT ME
2099	Last year	1	11	CULT AG
site.100	Site file name	1	11	PLTM
0	Labeling type	1	11	FERT E2
-1	Labeling year	-999	-999	X
-1.00	Microcosm	3		Block # milho e feijao
-1	CO2 Systems	1990		Last year
-1	pH shift	1		Repeats # years
-1	Soil warming	1987		Output starting year
0	N input scalar option	1		Output month
0	OMAD scalar option	12		Output interval
3	Initial system	M		Weather choice
	Initial crop	1	1	LAST
ME1	Initial tree	1	1	HARV A
		1	2	CROP FE
Year Month Option		1	2	CULT ME
1	Block # Pastagem	1	2	FERT E2
1985	Last year	1	2	PLTM
1	Repeats # years	1	4	CULT ME1
1960	Output starting year	1	6	LAST
12	Output month	1	6	HARV F
12	Output interval	1	10	CROP AR
M	Weather choice	1	10	CULT ME
1	1 CROP BE	1	10	FERT E2
1	1 GRAZ BE	1	10	PLTM
1	2 GRAZ BE	1	11	CULT ME1
1	3 GRAZ BE	-999	-999	X
1	5 SENM			
1	6 LAST	4		Block # Plantio do café
1	9 FRST	991		Last year
1	11 GRAZ BE	1		Repeats # years
1	12 GRAZ BE	1991		Output starting year
-999	-999 X	1		Output month
2	Block # fim pastagem	12		Output interval
1986	Last year	M		Weather choice
1	Repeats # years	1	10	CROP CA
1986	Output starting year	1	10	FRST
1	Output month	1	10	FERT E2
12	Output interval	-999	-999	X
M	Weather choice	5		Block # cafe crescendo
1	1 CROP BE	1992		Last year
1	1 GRAZ BE	1		Repeats # years
1	2 GRAZ BE	1992		Output starting year
1	3 GRAZ BE	1		Output month
1	5 SENM	12		Output interval
1	6 LAST	M		Weather choice

1 1 CROP CA  
 1 10 FERT C  
 -999 -999 X  
 6 Block # cafe primeira  
 produção  
 1993 Last year  
 1 Repeats # years  
 1993 Output starting year  
 1 Output month  
 12 Output interval  
 M Weather choice  
 1 1 CROP CA  
 1 1 CULT ME2  
 1 4 CULT ME2  
 1 5 CULT ME1  
 1 5 LAST  
 1 6 HARV C  
 1 9 FRST  
 1 10 FERT C  
 1 11 CULT ME2  
 -999 -999 X

7 Block # cafe após primeira  
 produção  
 2099 Last year  
 1 Repeats # years  
 1994 Output starting year  
 11 Output month  
 12 Output interval  
 M Weather choice  
 1 1 CROP CA  
 1 1 CULT ME2  
 1 4 CULT ME2  
 1 5 CULT ME1  
 1 5 LAST  
 1 6 HARV C  
 1 9 FRST  
 1 10 FERT C  
 1 11 CULT  
 ME2  
 -999 -999 X

ANEXO 19: Exemplo de arquivo manejo “.SCH” usado para parametrização do estudo na Fazenda Incaper Sooretama.

		1	6 LAST
1970	Starting year	1	8 FIRE H
2099	Last year	1	10 CULT
site.100	Site file name	ME	
0	Labeling type	1	11 CULT
-1	Labeling year	AG	
-1.00	Microcosm	1	11 PLTM
-1	CO2 Systems	1	11 FERT
-1	pH shift	E2	
-1	Soil warming	-999	-999 X
0	N input scalar option	3	Block # milho
0	OMAD scalar option	1988	Last year
3	Initial system	1	Repeats # years
	Initial crop	1980	Output starting year
ME1	Initial tree	1	Output month
		1	Output interval
Year Month Option		M	Weather choice
1	Block # Pastagem	1	4 HARV
1978	Last year	M	
1	Repeats # years	1	4 LAST
1970	Output starting year	1	10 CULT
12	Output month	ME	
2	Output interval	1	11 CROP
M	Weather choice	MI	
1	1 CROP BE	1	11 PLTM
1	1 GRAZ BE	1	11 FERT
1	2 GRAZ BE	E2	
1	3 GRAZ BE	-999	-999 X
1	5 SENM	4	Block # Colheita de milho
1	6 LAST	1989	Last year
1	9 FRST	1	Repeats # years
1	11 GRAZ BE	1989	Output starting year
1	12 GRAZ BE	1	Output month
-999	-999 X	1	Output interval
2	Block # fim pastagem	M	Weather choice
1979	Last year	1	1 HARV
1	Repeats # years	M	
1979	Output starting year	1	1 LAST
1	Output month	1	2 CULT
1	Output interval	ME	
M	Weather choice	1	2 FERT
1	1 CROP BE	E2	
1	1 GRAZ BE	1	2 PLTM
1	2 GRAZ BE	1	4 CULT
1	3 GRAZ BE	ME1	
1	5 SENM	1	6 LAST

1	6 HARV	1	Repeats # years
F		1993	Output starting year
1	10 CULT	11	Output month
ME		11	Output interval
1	10 FERT E2	M	Weather choice
1	10 PLTM	1	1 CROP CA
1	11 CULT ME1	1	1 CULT ME2
-999	-999 X	1	4 CULT ME2
		1	5 CULT ME1
5	Block # Plantio do café	1	5 LAST
1990	Last year	1	6 HARV C
1	Repeats # years	1	9 FRST
1990	Output starting year	1	10 FERT C
1	Output month	1	11 CULT ME2
1	Output interval	-999	-999 X
M	Weather choice		
1	10 CROP CA	9	Block # cafe após primeira
1	10 FRST		produção
1	10 FERT E2	2099	Last year
-999	-999 X	1	Repeats # years
6	Block # cafe crescendo	2010	Output starting year
1991	Last year	11	Output month
1	Repeats # years	11	Output interval
1991	Output starting year	F	Weather choice
1	Output month	clima.wth	
1	Output interval	1	1 CROP CA
M	Weather choice	1	1 CULT ME2
1	1 CROP CA	1	4 CULT ME2
1	10 FERT C	1	5 CULT ME1
-999	-999 X	1	5 LAST
7	Block # cafe primeira	1	6 HARV C
	produção	1	9 FRST
1992	Last year	1	10 FERT C
1	Repeats # years	1	11 CULT ME2
1992	Output starting year	-999	-999 X
1	Output month		
1	Output interval		
M	Weather choice		
1	1 CROP CA		
1	1 CULT ME2		
1	4 CULT ME2		
1	5 CULT ME1		
1	5 LAST		
1	6 HARV C		
1	9 FRST		
1	10 FERT C		
1	11 CULT ME2		
-999	-999 X		
8	Block # cafe após primeira		
	produção		
2010	Last year		