



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

JOÃO PAULO BESTETE DE OLIVEIRA

**POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS PERDAS DE
SOLO E ÁGUA NA MICROBACIA DO CÓRREGO JAQUEIRA, ALEGRE - ES**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES
JULHO – 2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

JOÃO PAULO BESTTE DE OLIVEIRA

POTENCIAL IMPACTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NAS PERDAS DE SOLO E ÁGUA NA MICROBACIA DO CÓRREGO JAQUEIRA, ALEGRE - ES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, Área de Concentração Ciências Florestais e Linha de Pesquisa Sensoriamento Remoto e Manejo de Bacias Hidrográficas.

Orientador: Dr. Roberto Avelino Cecílio
Co-orientador : Prof. Dr. Alexandre Cândido Xavier

JERÔNIMO MONTEIRO – ES
JULHO - 2010

DISSERTAÇÃO Nº 0008

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

O48p Oliveira, João Paulo Bestete de, 1981-
Potencial impacto das mudanças climáticas nas perdas de solo e água na microbacia do Córrego Jaqueira, Alegre-ES / João Paulo Bestete de Oliveira. – 2010.

61 f. : il.

Orientador: Roberto Avelino Cecílio.

Co-orientadores: Fábio Ribeiro Pires e Alexandre Cândido Xavier.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Solos - Conservação. 2. Água – Conservação. 3. Mudanças climáticas. 4. Bacias hidrográficas – Alegre (ES). 5. Sistemas de informação geográfica. 6. Córrego Jaqueira (Alegre, ES). I. Cecílio, Roberto Avelino. II. Pires, Fábio Ribeiro. III. Xavier, Alexandre Cândido. IV. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Agrárias. V. Título.

CDU: 63

Potencial Impacto das Mudanças Climáticas nas Perdas de Solo e Água na Microbacia do Córrego Jaqueira, Alegre-ES

João Paulo Bestete de Oliveira

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais na área de concentração Ciências Florestais.

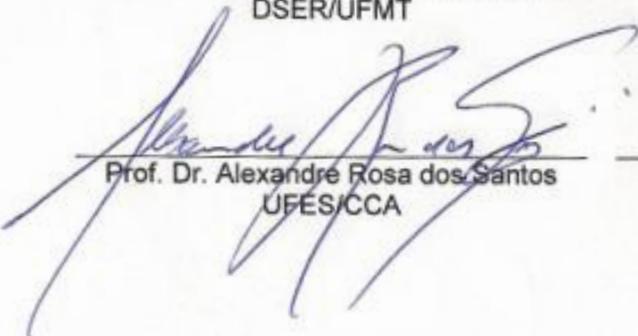
Aprovada em 22 Julho de 2010.



Prof. Dr. Ricardo Santos Silva Amorim
DSER/UFMT



Prof. Dr. Fábio Ribeiro Pires
UFES/CEUNES



Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos
UFES/CCA



Prof. Dr. Roberto Avelino Cecílio
UFES/CCA - (Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus.

Aos meus pais Valtair e Dejanira.

A minha noiva Andrea.

Aos meus irmãos Luciano, Cristiane, Priscila e Camila.

Aos meus cunhados Rodrigo, Bruno, Felipe e Janaína.

Aos meus sobrinhos Ludimila, Maria Clara, Gabriel, Victor e Murilo.

Ao meu tio Denir (ti Lelei)

Aos meus amigos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e por mais essa oportunidade.

Aos meus pais, Valtair de Oliveira e Dejanira Bestete Oliveira, por minha formação nos princípios da verdade e honestidade.

À minha noiva, Andrea pelo amor incondicional, pelo carinho, pela compreensão, pelo estímulo e pelos incentivos, mesmo nos momentos mais difíceis, sem ela nenhum sonho seria possível ou valeria a pena.

Aos meus irmãos, Luciano, Cristiane, Priscila e Camila, meus cunhados Rodrigo, Janaína, Bruno e Felipe, meus sobrinhos Ludimila, Maria Clara, Gabriel, Victor e Murilo e, meu tio Denir (ti Lelei) pelo apoio, incentivo e momentos de alegrias.

Ao Newton Barboza Campos (“mano Newton”), pela concessão da área experimental – microbacia do córrego Jaqueira.

À Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) e ao Departamento de Engenharia Florestal pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Roberto Avelino Cecílio, pela orientação valiosa, pelo incentivo, pela amizade e pela confiança e dedicação demonstrados na condução deste trabalho.

Ao professor Alexandre Rosa dos Santos, por incentivar-me a realizar esse curso.

Aos meus demais professores, pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso.

Ao secretário da Pós-Graduação Kleriston Navarro pelo grandioso suporte.

Às demais pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, o meu especial agradecimento.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coeficientes de desagregação de chuvas do Brasil.....	27
Tabela 2 - Características físicas do solo à 15 cm de profundidade necessárias para aplicação do modelo WEPP.....	30
Tabela 3 - Parâmetros do solo necessários para aplicação do modelo WEPP.....	30
Tabela 4 – Alterações mensais esperadas da precipitação (mm) no município de Alegre - ES, em diferentes time-slices e cenários de mudanças climáticas, de acordo com o modelo HadCM3.....	35
Tabela 5 - Alterações mensais esperadas da radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) no município de Alegre - ES, em diferentes time-slices e cenários de mudanças climáticas, de acordo com o modelo HadCM3.....	36
Tabela 6 - Alterações mensais esperadas da temperatura máxima ($^{\circ}\text{C}$) no município de Alegre - ES, em diferentes time-slices e cenários de mudanças climáticas, de acordo com o modelo HadCM3.....	37
Tabela 7 - Alterações mensais esperadas da temperatura mínima ($^{\circ}\text{C}$) no município de Alegre - ES, em diferentes time-slices e cenários de mudanças climáticas, de acordo com o modelo HadCM3.....	38
Tabela 8 - escoamento superficial e taxa de perda de solo atual na microbacia do córrego Jaqueira.....	43
Tabela 9 - escoamento superficial médio anual e taxa de perda de solo anuais sob diferentes time-slices e cenários de alterações climáticas para a microbacia do córrego Jaqueira.....	45
Tabela 10 - Perda de solo e escoamento superficial atual, sob diferentes time-slices e cenários de alterações climáticas por encosta, da microbacia do córrego Jaqueira.....	48

A2 na microbacia do córrego Jaqueira.....	52
Figura 21 - Estimação da perda de solo no time-slice 2080 sob o cenário B2 na microbacia do córrego Jaqueira.....	52

RESUMO

OLIVEIRA, João Paulo Bestete de, M.Sc., Universidade Federal do Espírito Santo, julho de 2010. **Potencial impacto das mudanças climáticas nas perdas de solo e água na microbacia do córrego Jaqueira, Alegre - ES.** Orientador: Roberto Cecílio Avelino. Co-orientador: Alexandre Cândido Xavier.

O controle do processo erosivo requer o entendimento das interações complexas entre os processos químicos e físicos do solo, além dos hidrológicos e meteorológicos. Diversos modelos matemáticos vêm sendo desenvolvidos e aperfeiçoados com o objetivo de prever a magnitude das perdas de solo por erosão, como o Water Erosion Prediction Project (WEPP). O potencial das mudanças climáticas globais projetadas em aumentar o risco de erosão do solo, com as conseqüências ambientais relacionadas, é claro, mas o real dano ainda não é conhecido e precisa ser avaliado. Objetivou-se com este trabalho avaliar o impacto das mudanças climáticas globais sobre as perdas potenciais de solo e água em microbacia hidrográfica no Espírito Santo. Para tanto, realizaram-se caracterizações climáticas e físicas da área da microbacia do córrego Jaqueira, localizada no município de Alegre-ES, bem como a criação dos arquivos de entrada do modelo WEPP (clima, solo, uso e manejo do solo e topografia). Posteriormente, foram simulados os cenários climáticos futuros através dos valores dos desvios esperados para os elementos climáticos (precipitação, radiação solar, temperaturas máximas e mínimas), de acordo com o modelo climático global HadCM3. Por fim, aplicou-se o modelo para a predição das perdas de solo e água através da integração dos softwares GeoWEPP, TOPAZ e ArcView, para a condição climática atual e referentes a diferentes time-slices (2020, 2050 e 2080) e cenários de emissões (A2 e B2). Os resultados obtidos permitiram concluir que: as perdas médias atuais simuladas na microbacia do córrego Jaqueira são de 52,9 mm ano⁻¹ para o escoamento superficial e de 17,5 t ha⁻¹ ano⁻¹; no cenário atual as áreas que apresentaram maiores perdas foram regeneração secundária e pastagem natural; a encosta 3, por possuir maior declividade média influencia a cobertura vegetal; há previsão, em 2020 A2, 2020 B2 e 2050 B2, de aumento do escoamento superficial e da taxa de perda de solo, quando esperado aumento da precipitação; há previsão, em 2050 A2, 2080 A2 e 2080 B2, de diminuição do escoamento superficial e da taxa de perda de solo, mesmo quando esperado aumento da precipitação.

PALAVRAS ± CHAVE: Conservação do solo e água, mudanças climáticas, bacias hidrográficas, sistemas de informações geográficas.

1. INTRODUÇÃO

A erosão consiste no processo natural de desprendimento, transporte e deposição das partículas do solo, sendo inerente à própria formação do solo. O controle do processo erosivo requer o entendimento das interações complexas entre os processos químicos e físicos, além dos hidrológicos e meteorológicos. A análise destas importantes interações dificilmente pode ser feita experimentalmente e, em função disso, a simulação computacional torna-se uma forma prática de investigar os impactos provenientes da adoção de diferentes práticas agrícolas (WALKER et al., 2000).

Diversos modelos matemáticos vêm sendo desenvolvidos e aperfeiçoados, desde a década de 50, com o intuito de prever a magnitude das perdas de solo por erosão. Os modelos de predição de erosão do solo evoluíram de modelos empíricos, tais como a Equação Universal de Perda de Solo (Universal Soil Loss Equation - USLE) e a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (Revised Universal Soil Loss Equation - RUSLE), para modelos baseados em princípios físicos teóricos, como o Projeto de Predição da Erosão Hídrica (Water Erosion Prediction Project - WEPP).

O WEPP é um modelo computacional de simulação contínua que permite a estimativa da perda e da deposição de solo e não apenas da perda média (FLANAGAN e NEARING, 1995). Este modelo é baseado nos princípios físicos dos processos inerentes à erosão do solo (física do solo, crescimento de plantas, infiltração e hidráulica do escoamento superficial), apresentando várias vantagens sobre os modelos empíricos, pois considera os efeitos das mudanças de uso do solo e também modela a variabilidade espacial e temporal dos fatores que afetam os processos hidrológicos e erosivos que ocorrem em encostas.

O Painel Intergovernamental em Mudanças Climáticas (International Panel on Climate Change - IPCC), concluiu em seu último relatório que as recentes mudanças do clima atribuídas ao aquecimento da terra têm afetado os sistemas físicos e biológicos, assim como os sistemas naturais e humanos (IPCC, 2007).

De acordo com IPCC (2007), no último século, a temperatura média da superfície aumentou, em média, 0,7°C e o nível médio do mar aumentou em

Os sedimentos em suspensão transportados pelo escoamento podem ser depositados na superfície do solo quando a velocidade do escoamento superficial é reduzida, devido à rugosidade da superfície do solo, aos caules de plantas, aos resíduos de culturas, ao decréscimo da declividade da encosta ou à menor frequência do impacto das gotas da chuva. O processo de deposição é altamente seletivo, sendo dependente da profundidade do escoamento superficial e da turbulência do escoamento promovida pelo impacto das gotas da chuva (AGASSI, 1996). A velocidade de sedimentação de um agregado ou partícula primária é função do seu tamanho, forma e densidade. Para um dado tamanho de sedimento, a taxa de deposição é inversamente proporcional à velocidade do escoamento e diretamente proporcional à concentração de sedimentos no escoamento superficial e à sua densidade (HAIRSINE e ROSE, 1991).

Os principais tipos de erosão são: a) erosão entressulcos, b) erosão em sulcos e c) erosão em voçorocas. A erosão entressulcos é, às vezes, referida como erosão laminar, consistindo no desprendimento e remoção de partículas da superfície do solo pelo escoamento superficial e, ou, impacto das gotas da chuva, sendo caracterizada por ocorrer uniformemente distribuída ao longo de uma encosta (HAIRSINE e ROSE, 1992).

A erosão em sulcos resulta da concentração do escoamento superficial em caminhos preferenciais, quando são formados pequenos canais. Esses canais são geralmente característicos de erosão de pequena intensidade, sendo facilmente desfeitos pelas práticas de cultivo (LOCH e SILBURN, 1996). Segundo Foster (1982), a erosão em sulcos é caracterizada quando a profundidade do sulco formado não ultrapassa 300 mm. A formação do sulco é controlada pelas forças coesivas do solo e pelas forças cisalhantes do escoamento superficial exercidas sobre solo. O escoamento no sulco atua como um agente de transporte dos sedimentos desprendidos no sulco e daqueles advindos das áreas entressulcos, entretanto, se a tensão de cisalhamento do escoamento no sulco for muito elevada, o escoamento pode também desprender quantidades expressivas de partículas de solo (NEARING et al., 1994). Visando a simplificação, esses dois processos de erosão são freqüentemente considerados conjuntamente na modelagem da erosão.

desafios impostos pelos problemas de erosão (WILLIAMS, 1975; FOSTER, 1982). Williams (1975), por exemplo, verificou que, utilizando-se a USLE, não se consegue uma estimativa da perda de solo em fases mais avançadas da erosão por sulcos e Foster (1982) relatou que não é possível obter informação das variabilidades temporal e espacial da erosão durante uma chuva. Porém, isso não quer dizer que a USLE, a RUSLE, ou outros modelos empíricos, não tenham valor. Pelo contrário, muitos projetos práticos são, e ainda serão, por muito tempo, baseados nesses modelos empíricos, até que o processo físico da erosão seja bem entendido.

Diante das limitações dos modelos de base empírica, buscou-se um modelo alternativo para estimar as perdas de solo baseado nos fundamentos dos processos de erosão e hidrológicos que regem o desprendimento, o transporte e a deposição das partículas de solo. Essa modelagem foi iniciada na metade da década de 1980, quando o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) iniciou o Projeto de Predição de Erosão Hídrica (Water Erosion Prediction Project ±WEPP), visando desenvolver uma nova geração de modelos para predição da erosão hídrica.

Apesar de haver interesse crescente nos processos físicos envolvidos na erosão do solo, é importante ressaltar que o nível de conhecimento atual ainda é deficiente, fazendo com que as relações empíricas ainda sejam as mais usadas. Muitos dos melhores modelos de predição da erosão, como ANSWERS (BEASLEY e HUGGINS, 1981), KYERMO (HIRSCHI e BARFIEL, 1988) e WEPP (USDA, 1995), somente apresentam a interação ou relação entre os componentes individuais do processo de erosão baseados em princípios físicos. As equações usadas para quantificar alguns componentes desses modelos, como desprendimento e capacidade de transporte do solo, são ainda obtidas de forma empírica.

2.2.1. Water Erosion Prediction Project – WEPP

De acordo com Laflen et al. (1991), a necessidade do desenvolvimento de nova tecnologia para a estimativa das perdas de solo por erosão surgiu para suplantiar o grande número de limitações apresentadas pelos modelos USLE e RUSLE, principalmente referentes à impossibilidade de aplicação dos modelos

Em função disto, no WEPP utiliza-se o programa CLIGEN (gerador climático estocástico) para geração dos dados climáticos necessários. Para executar o programa CLIGEN é necessário conhecer 14 parâmetros que descrevem as condições climáticas locais, incluindo: média e desvio padrão da precipitação, coeficiente de assimetria da precipitação total diária, probabilidades mensais de ocorrência de dias com chuva após dias com chuva e de ocorrência de dias sem chuva após dias com chuva, média e desvio padrão das temperaturas máxima e mínima mensal, média e desvio padrão da radiação solar mensal, média mensal da intensidade de precipitação máxima em 30 minutos, média mensal da temperatura do ponto de orvalho e a distribuição estatística do tempo decorrido do início do evento ao pico de intensidade máxima. Esses parâmetros de entrada do CLIGEN são utilizados para estimar, diariamente, a duração e a quantidade precipitada, o tempo de pico em relação à duração da precipitação, a intensidade de pico, as temperaturas mínima e máxima, a temperatura do ponto de orvalho, a direção e a velocidade do vento.

O componente de hidrologia de superfície e subsuperfície possui uma seqüência de cálculos que incluem infiltração, excesso de precipitação, acúmulo de água em depressões e pico de descarga. A infiltração é determinada a partir da equação de Green-Ampt modificada por Mein-Larson (GAML). A diferença entre a intensidade de precipitação, a taxa de infiltração e o volume de armazenamento superficial é considerada escoamento superficial. A taxa de pico do escoamento superficial é determinada utilizando-se a Equação 5, de ondas cinemáticas (STONE et al., 1995):

(5)

em que,

- h = lâmina de escoamento, m;
- t = tempo, s;
- i_i = intensidade instantânea de precipitação, $m\ s^{-1}$; e
- T_i = taxa de infiltração da água no solo, $mm\ h^{-1}$.

O componente de hidrologia de inverno engloba o congelamento do solo, a acumulação e o derretimento de neve. Como para as condições brasileiras não se tem nenhum destes três fatores, os mesmos não serão levados em consideração no presente trabalho.

localização do desprendimento de sedimentos nas encostas, tanto para eventos de precipitação isolados quanto para médias anuais;

avaliação dos diversos sistemas de produção e práticas agrícolas;

estudo do efeito da rugosidade do terreno na distribuição de sedimentos; e

Para Laflen & Flanagan, citados por Ranieri (2000), através do uso do WEPP é possível responder várias questões:

■ qual o melhor manejo da terra para o controle eficiente da erosão;

em que local da encosta pode-se localizar estruturas que constituam uma prática conservacionista permanente para determinadas condições de clima, solo e topografia; e

■ qual seria o impacto da conservação do solo fora da propriedade agrícola, isto é, qual o impacto ambiental (como a perda de solo do sistema para cursos d'água e reservatórios).

Ranieri (2000) inclui outras importantes contribuições e avanços do WEPP em relação à USLE, como a inclusão da versão aplicável a bacias hidrográficas e a inserção do cálculo da erosão entressulcos em sua rotina. A mesma autora aplicou o modelo WEPP a uma bacia hidrográfica localizada em Piracicaba (SP), obtendo bons resultados na estimativa da erosão em comparação com a USLE. Assim, considerou o modelo como uma ferramenta promissora para a utilização em escala de bacia.

Cecílio et al. (2009), aplicando o modelo WEPP a uma bacia hidrográfica no município de Viçosa (MG), mostraram que ele simulou bem as perdas por escoamento superficial quando utilizou-se valor de condutividade hidráulica igual à taxa de infiltração estável de água no solo (Tie). Todavia, os autores obtiveram melhores resultados de perda de solo com a utilização da RUSLE. Pois, embora os resultados do WEPP também tenham sido bons, este teve tendência de apresentar estimativas maiores que a RUSLE. Os mesmos autores mostraram alguns problemas associados ao cálculo da condutividade hidráulica do solo com base na textura do mesmo, pois as diferenças físicas existentes entre os solos brasileiros e americanos são muito grandes para se

A concentração atmosférica global de dióxido de carbono aumentou de valores pré-industriais de 280 ppm para 379 ppm em 2005. Entre os anos de 1996 e 2001, a taxa média de aumento das concentrações atmosféricas de dióxido de carbono foi de 1,74 ppm por ano e, entre os anos de 2002 e 2006, subiu para 2,09 ppm, atingindo a concentração de 384 ppm neste último ano (NOAA, 2006). De acordo com Prentice (2001), as previsões indicam concentrações de CO₂ próximas a 720 ppm na metade do século XXI. Segundo Brasil (2004) as emissões de CO₂ resultam de diversas atividades. Nos países desenvolvidos, a principal fonte de emissão é o uso energético de combustíveis fósseis. Outras fontes de emissão importantes nesses países são os processos industriais de produção de cimento, cal, barrilha, amônia e alumínio, bem como a incineração de lixo. Diferentemente dos países industrializados, no Brasil, a maior parcela das emissões líquidas estimadas de CO₂ é proveniente da mudança no uso da terra, em particular da conversão de florestas para uso agropecuário. Em função da elevada participação de energia renovável na matriz energética brasileira, pela geração de eletricidade a partir de hidrelétricas, pelo uso de álcool no transporte e bagaço de cana-de-açúcar e carvão vegetal na indústria, a parcela das emissões de CO₂ pelo uso de combustíveis fósseis no Brasil é relativamente pequena. Além disso, deve-se observar que o consumo energético brasileiro é ainda modesto, quando comparado ao de países industrializados.

2.3.1. Cenários de emissões

Os cenários de emissões representam visão possível do desenvolvimento futuro de emissões de gases de efeito estufa e aerossóis, baseados em combinação coerente e internamente consistente sobre demografia, desenvolvimento socioeconômico, e mudança na tecnologia, assim como suas interações (IPCC 2007). Os termos que se seguem são relevantes para melhor entendimento da estrutura e uso destes cenários:

3. MATERIAL E MÉTODOS

A aplicação do modelo WEPP depende da obtenção de parâmetros ou dados relativos às características do local a ser estudado. Para tanto, realizou-se a caracterização da área de estudo, bem como o levantamento dos arquivos de entrada do WEPP (clima, solo, uso e manejo do solo e topografia). Posteriormente, foram obtidos os cenários climáticos futuros através dos valores dos desvios esperados para os elementos climáticos (precipitação, radiação solar, temperaturas máximas e mínimas). Por fim, a aplicação do modelo para a predição das perdas de solo e água se deu através da integração dos softwares GeoWEPP, TOPAZ e ArcGIS.

3.1. CARACTERIZAÇÃO E HISTÓRICO DA ÁREA DE ESTUDO

A microbacia hidrográfica do córrego Jaqueira pertence à bacia hidrográfica do rio Itapemirim, e está localizada nas proximidades do perímetro urbano da cidade de Alegre (ES), com as seguintes coordenadas geográficas: latitude máxima igual a $-20^{\circ}45'16,2''$ e mínima igual a $-20^{\circ}45'36,72''$; longitude máxima igual a $-41^{\circ}31'25,32''$ e mínima igual a $-41^{\circ}31'44,76''$, possui área de 22,6 ha (Figura 1). O clima da região se enquadra no tipo CWa (Clima de inverno seco e verão chuvoso), de acordo com a classificação de Köppen (SIQUEIRA et al., 2004).

A ocupação agrícola da microbacia iniciou-se na década 60 com a implantação da cafeicultura em substituição à mata nativa. A partir da década de 80 a cafeicultura cedeu lugar às pastagens. Atualmente, a microbacia está totalmente destinada à conservação ambiental, exceto pelo plantio de eucalipto.

Figura 1 - Vista aérea da microbacia hidrográfica do córrego Jaqueira (Fonte: ESPÍRITO SANTO, 2008).

Foram diagnosticadas cinco diferentes tipos de cobertura do solo, sendo os limites descritos a seguir:

- Pastagem (*Brachiaria decumbens*): sem pastoreio, com declividade média de 57%, representa 42% da área total da microbacia (Figura 2).

Figura 2 -
área de
(Fonte:
2010).

Vista da
pastagem
SANTOS,

- natural
minutiora P.
formações

Pastagem
(*Melinis*
Beauv.):
arbustivas

esparsas, sem pastoreio, com declividade média de 50%, representa 24,9% da área total da microbacia (Figura 3).

3.2.1. Arquivo de clima

O arquivo de dados climáticos diários para entrada no modelo WEPP foi gerado por intermédio do software CLIGEN, versão 4.3 (NICKS et al., 1995; FLANAGAN e NEARING, 1995), baseado no dados climáticos medidos em estação climática localizada na microbacia em estudo, no período de 2007 a 2009. Os seguintes parâmetros estatísticos foram obtidos:

- Média mensal e desvio padrão e coeficiente de assimetria da precipitação total diária;
- probabilidades mensais de ocorrência de dias com chuva após dias com chuva e de ocorrência de dias sem chuva após dias com chuva;
- média mensal da intensidade de precipitação máxima em 30 minutos;
- distribuição estatística do tempo decorrido do início do evento ao pico de intensidade máxima;
média e desvio padrão das temperaturas máximas e mínimas mensais;
média mensal da temperatura do ponto de orvalho;
- média e desvio padrão da radiação solar mensal; e
- direção de vento, média, desvio padrão e coeficiente de assimetria da velocidade do vento para os 16 pontos cardeais por mês.

As probabilidades de ocorrência de dias com chuva seguidos de dia com chuva e de dias com chuva seguidos de dia sem chuva para cada mês foram estimadas a partir do número de dias chuvosos (NW) e sem chuva (ND) do mês, do número de dias chuvosos após dias sem chuva (NWD) e do número de dias chuvosos após dia com chuva (NWW), utilizando-se as Equações 7 e 8 propostas por NICKS et al. (1995).

(7)

em que,

- P(W/W) = probabilidade mensal da ocorrência de dia com chuva após dias com chuva, adimensional;
 NWW = número de dias chuvosos após dia com chuva, dias;
 NW = número de dias chuvosos, dias;
 P(W/D) = probabilidade mensal da ocorrência de dia com chuva após dias sem chuva, adimensional;
 NWD = número de dias chuvosos após dia sem chuva, dias; e
 ND = número de dias sem chuva, dias.

As médias de intensidade de precipitação máxima em 30 minutos foram obtidas pela desagregação de totais de chuva, máxima de 24 horas de duração, através dos coeficientes de desagregação do Brasil (Tabela 1) calculados por DAEE/CETESB (1980).

Tabela 1 - Coeficientes de desagregação de chuvas do Brasil

Relação de durações	Relação de chuvas
5 min / 30 min	0,34
10 min / 30 min	0,54
15 min / 30 min	0,70
20 min / 30 min	0,81
25 min / 30 min	0,91
30 min / 1 h	0,74
1 h / 24 h	0,42
6 h / 24 h	0,72
8 h / 24 h	0,78
10 h / 24 h	0,82
12 h / 24 h	0,85

Os tempos de pico de intensidade de precipitação foram obtidos através do cálculo da distribuição anual acumulada do tempo para os picos dos dados da estação. O tempo de pico de cada evento foi calculado a partir do início da precipitação até o intervalo em que se atingisse o pico de intensidade. Todos os períodos sem precipitação (valores zero) foram removidos, resultando apenas intervalos com precipitação. Em seguida, o tempo de pico

de cada evento foi atribuído a um dos doze intervalos de classe de duração temporal de 0 a 1, conforme a Equação 9 (NICKS et al., 1995).

$$k = \frac{Dp}{(0,08333 De)} \quad (9)$$

em que,

- k = intervalo da classe, 1, 2 ..., 12;
- Dp = tempo para que ocorra o pico de intensidade de precipitação, h; e
- De = duração efetiva da precipitação, h.

A distribuição acumulada do tempo para os picos de todos os eventos ao longo do ano foi, então, construída somando-se a fração do número de eventos em cada intervalo de classe, conforme a Equação 10 (NICKS et al., 1995)..

$$A_k = \frac{N_k}{N} \quad (10)$$

em que,

- A_k = frequência acumulada para o intervalo k = 1, 2 ..., 12;
- N_k = número de eventos com tempo de pico no intervalo; e
- N = número total de eventos.

3.2.2. Arquivo de solo

O solo predominante na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo, sendo as informações necessárias para construção do arquivo de solo utilizado no WEPP referentes a conteúdo de areia, silte, argila, rocha, matéria orgânica, classe textural e CTC do solo, baseadas em dados obtidos por Guariz (2008) e Santos (2010) apresentadas nas Tabelas 2 e 3. A taxa de infiltração estável (Tie) foi utilizada para estimação da condutividade hidráulica do solo (CECÍLIO, 2005). A Tie foi obtida pelo método de infiltrômetro de anéis concêntricos, sendo utilizado um terço do valor encontrado (Tie/3), por recomendação de Pruski et al. (1997), Costa et al. (1999), Brandão et al. (2006) e Santos (2010),

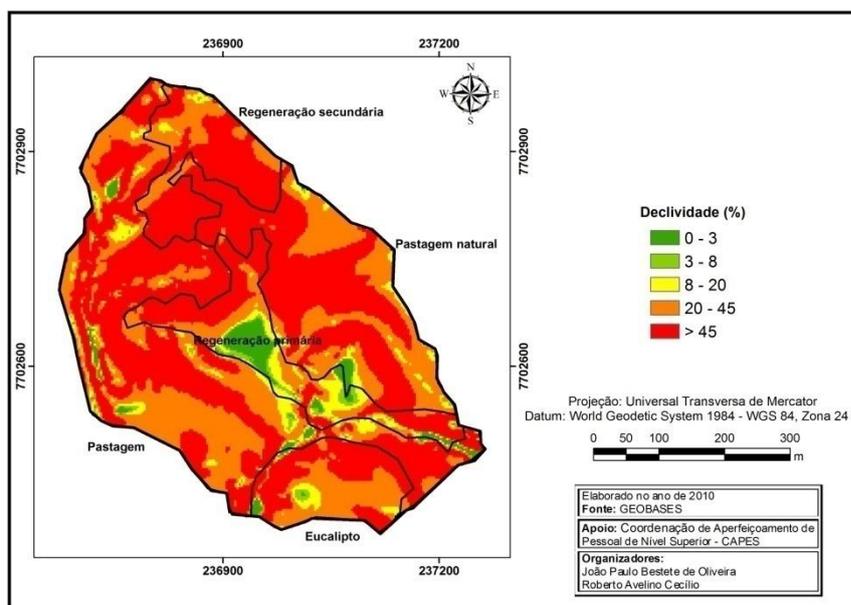


Figura 9 - Declividades da microbacia do córrego Jaqueira.

3.3. CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS

Na simulação da erosão do solo, os anos 2007-2009 foram considerados para as condições atuais, enquanto os anos de 2010-2099, utilizados para mudanças climáticas futuras, analisados em três time-slices (fatias de tempo) centrados em 2020, 2050 e 2080, a partir do modelo climático global HadCM3, desenvolvido pelo Meteorological Office Hadley Centre's, Reino Unido. O HadCM3 possui resolução de 2,5 graus de latitude por 3,75 graus de longitude oeste (Figura 10), produzindo uma rede global de 96 x 73 células.

Os valores dos desvios esperados de precipitação diária, radiação solar temperaturas máxima e mínima para cada mês do período de 2010 – 2099 (Tabelas 4, 5, 6 e 7 respectivamente) obtidos através do HadCM3 estão disponíveis no site http://www.ipcc-data.org/cgi-bin/ddc_nav/dataset=tar_gcm. Com estes valores foram obtidos os valores futuros mensais desses elementos do clima. Para os demais parâmetros climáticos necessários no WEPP, o modelo não faz previsões, portanto, assumiu-se não haver alterações devido às mudanças climáticas. Os cenários de emissões simulados foram baseados nas projeções do Quarto Relatório de Avaliação (SAR) do IPCC.

Tabela 5 - Alterações mensais esperadas da radiação solar ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) no município de Alegre - ES, em diferentes time-slices e cenários de mudanças climáticas, de acordo com o modelo HadCM3

Mês	Média mensal atual	Time-slice											
		2020				2050				2080			
		Cenário A2		Cenário B2		Cenário A2		Cenário B2		Cenário A2		Cenário B2	
Jan	23,0	-0,4	(22,6)	-0,8	(22,2)	-0,7	(22,3)	1,0	(24,0)	-0,4	(22,6)	-0,9	(22,1)
Fev	27,2	0,8	(28,0)	-0,6	(26,6)	0,3	(27,5)	-0,1	(27,1)	0,2	(27,4)	-0,2	(27,0)
Mar	22,7	0,0	(22,7)	-0,1	(22,6)	-0,3	(22,4)	-0,4	(22,3)	-0,8	(21,9)	0,4	(23,1)
Abr	17,1	0,2	(17,3)	0,5	(17,6)	0,4	(17,5)	0,8	(17,9)	0,6	(17,7)	1,5	(18,6)
Mai	19,1	-0,5	(18,6)	0,7	(19,8)	0,4	(19,5)	1,2	(20,3)	2,9	(22,0)	1,9	(21,0)
Jun	14,4	-0,3	(14,1)	0,4	(14,8)	0,5	(14,9)	1,1	(15,5)	3,6	(18,0)	1,6	(16,0)
Jul	12,8	-0,1	(12,7)	1,7	(14,5)	0,3	(13,1)	0,9	(13,7)	3,8	(16,6)	2,4	(15,2)
Ago	16,5	-0,7	(15,8)	1,0	(17,5)	-0,2	(16,3)	1,5	(18,0)	3,4	(19,9)	2,3	(18,8)
Set	22,1	-1,2	(20,9)	-0,3	(21,8)	0,7	(22,8)	1,5	(23,6)	1,6	(23,7)	0,6	(22,7)
Out	17,9	0,4	(18,3)	-0,5	(17,4)	0,5	(18,4)	1,2	(19,1)	1,5	(19,4)	0,8	(18,7)
Nov	25,0	-2,2	(22,8)	-1,3	(23,7)	-0,6	(24,4)	-2,5	(22,5)	0,2	(25,2)	-0,2	(24,8)
Dez	23,8	-0,1	(23,7)	-1,3	(22,5)	-0,9	(22,9)	-0,2	(23,6)	-0,9	(22,9)	-0,7	(23,1)
ANUAL	20,1	-0,3	(19,8)	-0,1	(20,0)	0,0	(20,1)	0,5	(20,6)	1,3	(21,4)	0,8	(20,9)

Obs.: Os valores entre parênteses representam as médias mensais esperadas.

ser ajustadas alterando os valores da média do comprimento do canal de origem (MSCL) e Área de origem crítica (CSA). O MSCL define o menor comprimento de canal e a CSA, a área de drenagem mínima. Após definir a rede de canais, o TOPAZ gera as encostas da bacia (Figura 11).

Figura 11 - Encostas geradas pelo TOPAZ da microbacia do córrego Jaqueira.

A encosta 1 é ocupada por pastagem (4,7 ha), regeneração primária (0,4 ha) e regeneração secundária (0,9 ha) e apresenta comprimento de rampa igual a 245,2 m e declividade média de 34,4 %, possuindo perfil mais desuniforme entre as três encostas (Figura 12). A encosta 2 é ocupada por pastagem (3,7 ha), eucalipto (2,1 ha) e regeneração primária (0,7 ha) e apresenta comprimento de rampa igual a 132 m e declividade média de 27,1 % (Figura 13). A encosta 3 é ocupada por pastagem (1,2 ha), regeneração secundária (2,3 ha), regeneração primária (1,9 ha) e pastagem natural (5,6 ha) e apresenta comprimento de rampa igual a 224,1 m e declividade média de 55,9 %, possuindo o perfil mais uniforme entre as três encostas (Figura 14).

Elevação (m)

Distância (m)

Figura 12 - Perfil longitudinal da encosta 1.

Distância (m)	Declividade (%)
0	29,9
12,9	0,1
25,8	0,1
38,7	0,1
51,6	65,0
64,5	53,0
77,4	10,1
90,3	12,7
103,2	9,2
116,1	17,5
129,0	36,0
141,9	45,6
154,8	47,8
167,7	57,0
180,6	63,9
193,5	55,7
206,4	35,0
219,4	42,7
232,3	52,8
245,2	53,1

130

Elevação (m)

Distância (m)

Figura 13 - Perfil longitudinal da encosta 2.

Distância (m)	Declividade (%)
0	35,0
6,9	32,8
13,9	25,7
20,8	18,9
27,8	17,2
34,7	13,9
41,7	14,0
48,6	24,6
55,6	36,0
62,5	46,8
69,5	42,7
76,4	33,9
83,4	28,7
90,3	25,6
97,3	36,4
104,2	38,6
111,2	31,9
118,1	15,9
125,1	13,5
132,0	10,7

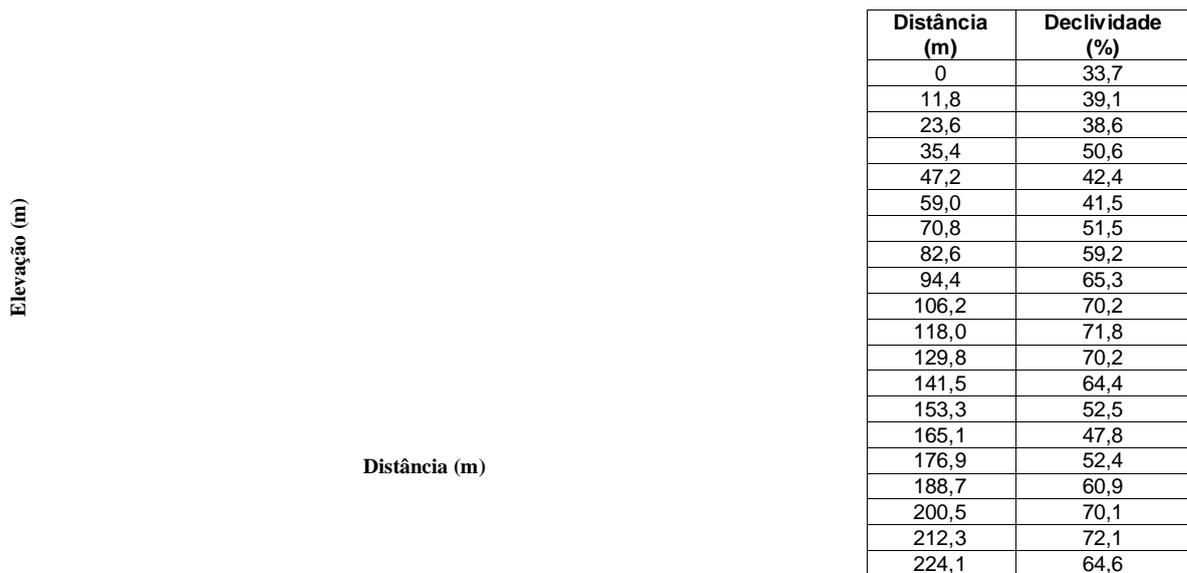


Figura 14 - Perfil longitudinal da encosta 3.

3.4.3. ArcGIS/ ArcInfo

O GeoWEPP tem a característica de ser executado no ArcInfo. A bacia delimitada é obtida em grid layers, representando a perda de solo em porcentagem de perda de solo tolerável (TSL), que nesse estudo foi de $1 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de acordo com os dados apresentados por Bertoni e Lombardi Neto (1999) para áreas de preservação ambiental. Nas grid layers, as áreas que geram valores de perda de solo maiores ou menores que a TSL são destaque. Os dados de perdas de solo e escoamento superficial para cada pixel podem ser produzidos em arquivos de texto ou em grid.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de perda de solo e o escoamento superficial na microbacia hidrográfica do córrego Jaqueira, na condição climática atual estão apresentados na Tabela 8. Observa-se o escoamento superficial médio e total em torno de 52,9 e 131,3 mm ano⁻¹, respectivamente e taxa de perda de solo de 17,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, sob condição de precipitação média anual de 1410,0 mm (Tabela 4)

Tabela 8 - Escoamento superficial e taxa de perda de solo atual na microbacia do córrego Jaqueira

Encosta	Área	Escoamento superficial	Taxa de perda de solo
	ha	mm ano⁻¹	t ha⁻¹ ano⁻¹
Encosta 1	5,1	12,5	10,7
Encosta 2	6,5	39,2	0,4
Encosta 3	11,0	79,7	30,6
Média	22,6	52,9	17,5

Na encosta 1, em uma área de 5,1 ha, o escoamento superficial de 12,5 mm ano⁻¹ produzido, resulta em taxa de perda de solo de 10,7 t ha⁻¹ ano⁻¹. Na encosta 2, em uma área de 6,5 ha, o escoamento superficial de 39,2 mm ano⁻¹ produzido resulta em taxa de perda de solo de 0,4 t ha⁻¹ ano⁻¹. Na encosta 3, em uma área de 11 ha, o escoamento superficial de 79,7 mm ano⁻¹ produzido, resulta taxa de perda de solo de 30,6 t ha⁻¹ ano⁻¹.

A encosta 2, apesar ser mais uniforme que a encosta 1 (Figuras 12 e 13), apresentou maior escoamento superficial e menor taxa de perda de solo, pois possui comprimento de rampa igual a 132 m e declividade média de 27,1 %, enquanto que a encosta 1, possui comprimento de rampa igual a 245,2 m e declividade média de 34,4 %. O fato da encosta 3 possuir o perfil mais uniforme e a maior declividade entre as três encostas (Figura 14) explicam as maiores perdas de água e solo nesta encosta (Tabela 8), pois o volume e a velocidade do escoamento estão diretamente relacionados ao comprimento de rampa e ao grau de declividade do terreno.

novembro e dezembro, haverá diminuição de 18,7% no escoamento e de 9,1% na taxa de perda de solo.

A tendência geral, exceto na década de 2050, cenário B2, é de aumento das perdas em 2020 e redução a partir de 2050.

Os aumentos do escoamento superficial e das taxas de perdas de solo (Tabela 9) provocados pelo aumento da precipitação (Tabela 4), observados em 2020 A2, 2020 B2 e 2050 B2, podem ser explicados pelo fato da chuva constituir o principal agente responsável para a ocorrência da erosão hídrica, seja pelo impacto direto das gotas sobre a superfície do solo ou pela capacidade de produzir escoamento superficial. Convém ressaltar que não apenas a precipitação média anual é importante para a ocorrência de perdas de água e solo, mas sua distribuição sazonal, isto é, ao longo dos meses é também fundamental, o que pode ser evidenciado na simulação feita para a década de 2050, cenário B2, em que o extremo incremento da precipitação mensal de novembro, aumentou demasiadamente as taxas de perda de solo e o escoamento superficial. Além da lâmina precipitada, o conhecimento da distribuição do tamanho de gotas, sua velocidade de queda e energia cinética, são de grande importância para a estimativa das perdas de solo e água, pois são responsáveis pela fragmentação dos agregados do solo em partículas coloidais, que podem promover o entupimento dos macroporos responsáveis pela drenagem de água, logo após o início da precipitação, selando a superfície do solo e impedindo a rápida infiltração da água; além disso, influencia também a intensidade, duração e a frequência das chuvas, no processo erosivo. Todavia, tais características não foram consideradas no presente estudo, uma vez que não são previstas nos modelos climáticos adotados pelo IPCC.

Analisando por uma tendência lógica, os aumentos da precipitação deveriam aumentar o escoamento superficial e das taxas de perdas de solo em todas as décadas e cenários climáticos, porém, em 2050 A2, 2080 A2 e 2080 B2, isso não ocorreu. As diminuições do escoamento superficial e das taxas perdas de solo nestes cenários futuros (Tabela 9), mesmo quando esperados aumentos na precipitação, são provavelmente provocados pelo aumento da produção de biomassa decorrente do aumento da temperatura do ar (Tabelas 6 e 7). Temperaturas elevadas fazem com que haja acumulação mais rápida dos

deste trabalho em 2020 A2, 2020 B2 e 2050 B2. Observaram ainda, nas localidades de Dourados – MS, cultivando-se soja, milho e algodão sob plantio direto e, Pindorama – SP, cultivando milho e algodão sob plantio convencional, que apesar do aumento de precipitação, houve a diminuição das perdas água e solo, fato que pode ser observado nas condições desse trabalho em 2050 A2, 2080 A2 e 2080 B2.

A taxa de perda de solo e o escoamento superficial na microbacia hidrográfica do córrego Jaqueira, nas condições climáticas futuras estão apresentados na Tabela 10. Observa-se o escoamento superficial médio e total em torno de 52,9 e 131,3 mm ano⁻¹, respectivamente e taxa de perda de solo de 17,5 t ha⁻¹ ano⁻¹, sob condição de precipitação média anual de 1410,0 mm (Tabela 4)

Tabela 10 - Perda de solo e escoamento superficial atual, sob diferentes time-slices e cenários de alterações climáticas por encosta, da microbacia do córrego Jaqueira

Encosta	Área	Escoamento superficial	Perda de solo
	ha	mm ano ⁻¹	t ha ⁻¹ ano ⁻¹
Atual			
Encosta 1	5,1	12,5	10,7
Encosta 2	6,5	39,2	0,4
Encosta 3	11,0	79,7	30,6
Média	22,6	52,9	17,5
2020 A2			
Encosta 1	5,1	13,2	11,7
Encosta 2	6,5	43,5	0,5
Encosta 3	11,0	83,5	31,8
Média	22,6	56,1	18,3
2020 B2			
Encosta 1	5,1	13,4	12,0
Encosta 2	6,5	42,9	0,5
Encosta 3	11,0	82,1	33,7
Média	22,6	55,3	19,3

Continua...

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGASSI, M. (ed.). **Soil erosion, conservation and rehabilitation**. New York: Marcel Dekker, 1996, 402 p.

AMORIM, R. S. S.; SILVA, D. D. da ; PRUSKI, F. F. Projeções futuras para as perdas de água e solo devido às mudanças climáticas esperadas para o século XXI. In: XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2008, Rio de Janeiro. XVII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água - **Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças ambientais**, 2008.

AMORIM, R. S. S. **Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas brasileiras**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 123p Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal de Viçosa, 2003.

BEASLEY, D. B., HUGGINS, L. F. **Soil erosion control**. Chicago: United States Environmental Protection Agency, 1981. 51p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4. ed. São Paulo: Editora Ícone, 1999. 352 p.

BONO, J. A. M.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CARVALHO, M. M.; SILVA, M. L. N. Cobertura vegetal e perdas de solo por erosão em diversos sistemas de melhoramento de pastagens nativas. **Pasturas Tropicais**, Cali. v.18, n.2, p.2-8, 1996.

BRANDÃO, V. S.; CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. **Infiltração da água no solo**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 120 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Comunicação nacional inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima. **Coordenação-Geral de Mudanças Globais de Clima**, 2004. 74 p. (Comunicação Nacional).

CECÍLIO, R. A.; RODRIGUEZ, R. G.; BAENA, L. G. N.; OLIVEIRA, F. G.; PRUSKI, F. F. Aplicação dos modelos RUSLE e WEPP para a estimativa da erosão hídrica em microbacia hidrográfica de Viçosa (MG). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.4, p.39 - 45, 2009.

CECÍLIO, R. A. **Modelagem da infiltração da água no solo fundamentada na equação de Green-Ampt-Mein-Larson**. 2005. 151p. Tese (Doutorado em Engenharia agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2005.

CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C. C. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigations options. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 1, p. 83-99, 2007.

COSTA, É. L.; SILVA, A. M.; COLOMBO, A. ABREU, A. R. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 3, n. 2, p. 131-134, 1999.

DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem urbana**: Manual de projeto. São Paulo: DAEE-CETESB, 1980. 466p

FLANAGAN, D. C., ASCOGH II, J. C., NICKS, A. D., NEARING, M. A., LAFLEN, J. M. Overview of the WEPP erosion prediction model. In: USDA. **Water erosion prediction project ± WEPP**. West Laffayette: : USDA-ARS-MWA-SWCS, 1995. Cap. 1, p. 1.1 – 1.12. (Technical documentation, NSERL, Report n. 10).

FLANAGAN, D. C., NEARING, M. A. (eds.). USDA. **Water erosion prediction project – WEPP**. West Laffayette: USDA-ARS-MWA-SWCS, 1995. Paginação irregular. (Technical documentation, NSERL, Report n. 10).

FOSTER, G. R. Modelling the erosion process. In: HAAN, C. T., JOHNSON, H. P., BRAKENSIEK, D. L. (eds.). **Hydrologic modelling of small watersheds**. Michigan: ASAE, 1982. p. 296-380. (ASAE Monograph, 5).

ESPÍRITO SANTO - Instituto Estadual de Meio Ambiente – IEMA. **Sistema Integrado de Bases Georreferenciadas do Estado do Espírito Santo (GEOBASES)-Ortofotomosaico 2007/2008**. 2008. <Disponível em: <http://200.140.47.75/geobasesonline/mapa.html>>. (Acessado em: 09 de março de 2010).

GILLEY, J. E., WETLZ, M. A. Hydraulics of Overland Flow. In: FLANAGAN, D. C., NEARING, M. A. (eds.). USDA. **Water erosion prediction project – WEPP**. West Laffayette: USDA-ARS-MWA-SWCS, 1995. Cap. 10, p 10.1 – 10.7. (Technical documentation, NSERL, Report n. 10).

GROISSMAN, P.; KNIGHT, P.; EASTERLING, D.; KARL, T.; HEGERL, G.; RAZUVAEK, V. Trends in intense precipitation in the climate record. **Journal of Climate**, n. 18, p. 1326–1350, 2005.

GUARIZ, H. R. **Morfometria e Atributos Físicos do Solo da Microbacia do córrego Jaqueira ± Alegre, ES**. 2008. 128p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal,

MERRITT, W. S., LETCHER, R. A., JAKEMAN, A. J. A review of erosion and sediment transport models. **Environmental Modelling & Software**, (in review), 2003.

MUSGRAVE, C.W. The quantitative evaluation of factors in water erosion, a first approximation. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.2, p.133-138, 1947.

NCDC (National Climatic Data Center), **Climate of 2001-Annual Review**. National Oceanic and Atmospheric Administration, Asheville, North Carolina, USA, 2002. <Disponível em: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/climate/research/2001/ann/ann.html> > (Acessado em 17 junho de 2010).

NEARING, M.A.; LANE, L.J.; ALBERTS, E.E.; LAFLEN, J.M. Prediction technology for soil erosion by water: status and research needs. **Soil Science Society of America Journal**, v.54, p.1702-1711, 1990.

NEARING, M. A., LANE, I. J., LOPES, V. I. Modelling soil erosion. In Lal, R. (ed.), **Soil erosion: Research Methods**. p. 127 – 156, 1994

NICKS, A. D., LANE, L. J.; GANDER, G. A. Weather generator. In: USDA. **Water erosion prediction project – WEPP**. West Lafayette, 1995. Paginação irregular. (Technical documentation, NSERL, Report n. 10).

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). **Global View CO₂**, 2006. <Disponível em: http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/globalview/co2/co2_intro.html >. (Acessado em 17 de outubro de 2010).

NUNES, M. C. M.; CASSOL, E. A. Estimativa da erodibilidade em entressulcos de Latossolos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 2839-2845, 2008.

PIRES, L. S.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; LEITE, F. P.; BRITO, L. F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.687-695, 2006.

PRENTICE, I. C. **The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide**. In: CLIMATE CHANGE 2001: THE SCIENTIFIC BASIS (ED. IPCC). Cambridge: Cambridge University Press, 2001. p. 489-496.

PRUSKI, F. F.; VENDRAME, V.; OLIVEIRA, E. F.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, P. A.; WERLANG, L.; CARVALHO, L. T. Infiltração da água num Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 77-84, 1997.

Correções

Não pode ter dois ou mais Co-orientadores;

Os su-ítem do conteúdo deve ser alinhado à esquerda

Que Alexandre está na Comissão Examinadora?

A figura deve ser centralizada na página

O título de figuras quando menor do que a largura da página, deve ser centralizado e a 1 espaço simples da borda inferior da figura; quando igual ou maior, deve ser justificado às margens e a segunda frase alinhada à primeira letra do título. Deve estar a 1 espaço simples da borda inferior da figura.

Todos os títulos de tabelas e figuras devem estar no espaçamento simples e deixar um espaço entre o título e o objeto.

Tabela 10 : Colocar numa só página. Casos impossíveis, dividir e no final da página anterior deve constar Continua... e no início, canto esquerdo da página seguinte deve constar Tabela 10, Continuação.

Assim:

Tabela 10 - Perda de solo e escoamento superficial atual, sob diferentes time-slices e cenários de alterações climáticas por encosta, da microbacia do córrego Jaqueira

Encosta	Área	Escoamento superficial	Perda de solo
	ha	mm ano ⁻¹	t ha ⁻¹ ano ⁻¹
Atual			
Encosta 1	5,1	12,5	10,7
Encosta 2	6,5	39,2	0,4
Encosta 3	11,0	79,7	30,6
Média	22,6	52,9	17,5
2020 A2			
Encosta 1	5,1	13,2	11,7
Encosta 2	6,5	43,5	0,5

Continua...

Tabela 10, Continuação.

Encosta 3	11,0	82,1	33,7
Média	22,6	55,3	19,3

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)