

PROJEÇÃO DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL, CLASSES DE USO E TAXAS DE OCUPAÇÃO DO SOLO NO PERÍODO DE 2003 A 2033 NA BACIA RIBEIRÃO POUSO FRIO.

Romeu Naresi Júnior¹; Janilda Paiva¹; Liz Accioli¹; *Marcelo Santos Targa²

¹ Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, da Universidade de Taubaté - UNITAU, Taubaté-SP.

² Docente do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais, da Universidade de Taubaté - UNITAU, Taubaté-SP.

e-mail: naresigeo@gmail.com; janpaiva@gmail.com; lizaccioli@gmail.com

*Autor correspondente: targa.marcelo@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é o de estimar, os valores de escoamento superficial, classe de uso e taxa de ocupação do solo baseado no aumento projetado para a classe reflorestamento para o ano de 2033, na bacia hidrográfica do Pouso Frio, no município de Taubaté/ SP. Desta forma, será considerado para analisar os valores de escoamento superficial o método de Curva Número (CN), desenvolvido pela (SCS-USDA), adaptado para a realidade do trabalho, isto é, de acordo com as classes de uso e as respectivas taxas de ocupações do solo citados. Para estimativa de projeção da classe de uso e das taxa de ocupação do solo através da observação da dinâmica do reflorestamento, a aplicação dos dados e projeções relacionados a essa dinâmica (aumento, estabilização ou diminuição) para essa bacia, será considerado o período e a diferença das porcentagens de aumento da área, em há, do cultivo de eucalipto, respectivamente. Assim, entre 2003 (1,98% = 163,45 há) e 2009 (14,24% = 1.174,619 há), diferença observada de 12,27%. Assim, para o ano de 2033 observou-se para essa bacia que aplicando as projeções da dinâmica do plantio de eucalipto o aumento da atividade demandou um aumento de área em 5.220,329 há e 63,33% respectivamente. Ressalta-se que para cada aumento atribuído à classe reflorestamento foram sendo retirados os valores em há das classes e taxas de ocupação primeiramente solo exposto e área degradada, depois pasto sujo e pasto degradado e finalmente pasto. Nesse sentido, ao longo das projeções aplicadas, houve mudanças profundas nas taxas de ocupação e posterior CN de cada classe. Os níveis de escoamento superficial apresentaram pequeno decréscimo em seus valores, o que pode refletir numa melhora da condutividade de água no solo, retenção de umidade, estabilidade de processos erosivos, entre outros fatores. O fato da área da bacia hidrográfica do Pouso frio estar localizada em área de destinação rural segundo a Lei Complementar Nº 238/2011, de apresentar o relevo acidentado de apresentar possibilidades de aplicação da legislação ambiental, de fazer parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Mananciais do Rio Paraíba do Sul e poder ser aproveitada para atividades de silvicultura faz com que as projeções de escoamento superficial e das classes de usos e taxas de ocupação no solo para o ano de 2033 sejam consideradas ideais, já que por esses aspectos estão garantidas tais condições.

Palavras-chave: Cenários ambientais; atividade econômica; qualidade ambiental; Ciências ambientais.

PROJECTION OF SURFACE DRAINAGE, CLASSES OF USE AND SOIL OCCUPANCY RATES IN THE PERIOD OF 2003 TO 2033 IN THE POUSO FRIO BASIN.

Abstract: The objective of this work is to estimate the values of surface runoff, use class and soil occupation rate based on the increase projected for the reforestation class for the year 2033, in the Pouso Frio catchment area, in the municipality of Taubaté / SP. In this way, the Number Curve (CN) method, developed by (SCS-USDA), adapted to the reality of the work, that is, according to the classes of use and the respective rates, will be considered to analyze the values of surface runoff occupations. In order to estimate the use class and the soil occupation rate by observing the dynamics of the reforestation, the data and projections related to this dynamics (increase, stabilization or decrease) for this basin will be considered the period and the difference in percentages of area increase, in ha, of eucalyptus cultivation, respectively. Thus, between 2003 (1.98% = 163.45 ha) and 2009 (14.24% = 1.174.619 ha), observed difference of 12.27%. Thus, for the year 2033 was observed for this basin that applying the projections of the dynamics of the eucalyptus plantation, the increase of the activity demanded an increase of area in 5,220,329 ha and 63,33% respectively. It should be noted that for each increase attributed to the reforestation class, the values in the classes and occupancy rates were first removed and the area degraded, then pasture and degraded pasture and finally pasture. In this sense, throughout the applied projections, there were profound changes in the occupation rates and later CN of each class. The levels of surface runoff showed a small decrease in their values, which may reflect an improvement in soil water conductivity, moisture retention, erosion process stability, among other factors. The fact that the area of the cold ground basin is located in a rural destination area under Complementary Law No. 238/2011, to present the rugged relief of presenting possibilities of applying environmental legislation, to be part of the Environmental Protection Area (APA)) Water sources in the Paraíba do Sul River and being able to be used for silviculture activities means that the projections of surface runoff and the classes of land use and occupation rates for the year 2033 are considered ideal, since these aspects are guaranteed conditions.

Keywords: Environmental scenarios; economic activity; environmental Quality; Environmental Sciences.

1. INTRODUÇÃO

Os vários usos dos solos trazem, por sua vez, uma variedade de impactos ao ambiente que podem ser “positivos” ou negativos. Nesse sentido, as intervenções antrópicas refletidas nos diferentes usos do solo, podem apresentar diversas formas de impactos se associadas a outras condições, entre elas, os tipos de solos, o clima, as influências de estruturas já existentes, processos erosivos naturais, as formas de relevo, etc.

Com relação a cobertura do solo, o desmatamento e ou a precariedade do uso do solo exerce vários efeitos relacionados às perdas de água. A retirada da cobertura vegetal, por exemplo, implica na redução de perda de água do solo por transpiração, provoca maior escoamento superficial e assim intensifica o fluxo direto da água para os rios, aumentando o total de água que sai rapidamente da bacia (DREW, 1994 in CALUX e THOMAZ, 2013).

Associado ao aumento do escoamento superficial os processos erosivos em áreas descobertas por vegetação ou em vegetação degradada, às margens de taludes, bem como processos de sedimentação e assoreamento de rios são intensificados.

No caso de áreas destinadas a expansão urbana, em bacias hidrográficas, a imposição dessa expansão acarretaria a dinamização de processos erosivos às margens das bacias, já que haveria aumento dos níveis de escoamento superficial e isso pode ainda estar relacionado a ausência de dispositivos dissipadores adequados (Mathias, Cunha e Moruzzi, 2013) que podem acarretar perdas, e, por sua vez impactos negativos ao ambiente.

O problema que se coloca é quanto a aplicação e consideração de cenários de usos e taxas de ocupação do solo para a área da bacia hidrográfica do Pouso frio como possibilidade de diminuição de escoamento superficial para o ano de 2033, utilizando as classes reflorestamento e pasto sujo.

Dessa forma, numa projeção ideal de instituição de Reserva Legal para as propriedades rurais existentes na bacia, bem como a manutenção de taxas de usos destinados a silvicultura as possibilidades de ser observados comportamentos de escoamento superficial que venham a intensificar impactos negativos nessa área tendem a ser menores.

O estudo do comportamento do escoamento superficial, relacionado ao meio em que atua, pode aprofundar as ações voltadas a práticas de preservação e conservação de recursos, entre eles o solo, a vegetação e a água. Ainda, considerar cenários, isto é, projeções em que sejam observadas práticas compatíveis de se estabelecer a relação homem e meio permite inserir nas realidades socioambientais pontos de referências, como por exemplo, as discussões sobre o desenvolvimento sustentável.

O objetivo deste trabalho é o de estimar, através de projeções, os valores de escoamento superficial, classe de uso e taxa de ocupação do solo baseado no aumento projetado para a classe reflorestamento para o ano de 2033, na bacia hidrográfica do Pouso Frio, no município de Taubaté/SP, face as possíveis mudanças dessas características.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Como parte do processo de movimento, permanência, saturação da água das chuvas no solo, há também o escoamento superficial. Segundo Barbosa Junior (2004, apud, SANTOS; et al., 2014), o aumento do volume de precipitação e a redução da velocidade de infiltração da água na terra, origina o escoamento superficial da água. Isso ocorre à medida que a relação entre saturação e permeabilidade do solo se alteram.

O deslocamento da água ocorre tanto na superfície da terra, como nos cursos de água, nas ruas, estradas e galerias, e se constitui em importante parâmetro da fase terrestre do ciclo hidrológico”. (SANTOS; et al., 2014).

Segundo Amaral, Cogo; Bertol, et al, (2013), as condições físicas da superfície do solo desempenham papel fundamental no controle da erosão hídrica e do escoamento superficial a ela associado.

Para Oliveira e Pinto, (2009),a permeabilidade do solo influi diretamente na capacidade de infiltração, já que a relação permeabilidade do solo e quantidade de precipitação tende a diminuir a ocorrência de excessos superficiais no solo.

Segundo consta no relatório final sobre os usos e taxas de ocupação do solo da bacia do Rio Una, (2003), 60,83% da área da bacia correspondem a classe “pastagem”.
Figural.

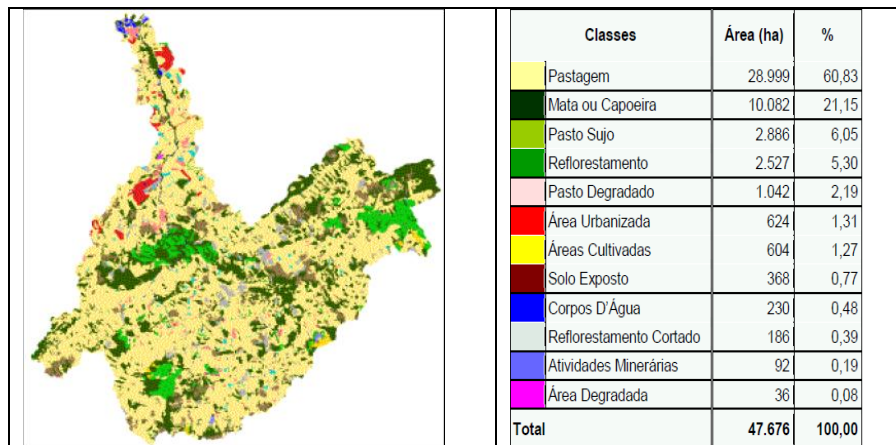


Figura 1. Mapa das classes e taxas de ocupação do solo na bacia Hidrográfica do Una (2003).
Fonte: <http://www.ipabhi.org/projeto-una/relatorio-final-projeto-una.pdf>. Acesso: 16/07/2016

Analogamente, considerando a bacia hidrográfica do Pouso Frio, uma das bacias formadoras do Una, para o mesmo ano, da área da bacia de 8.243,00 ha, 57,25% eram formadas por áreas de pastagens. Figura 2. Esse cenário pode evidenciar as influências que tal uso do solo pode trazer para as condições gerais da própria bacia, bem como das demais sub-bacias, como é o caso desse objeto de estudo.

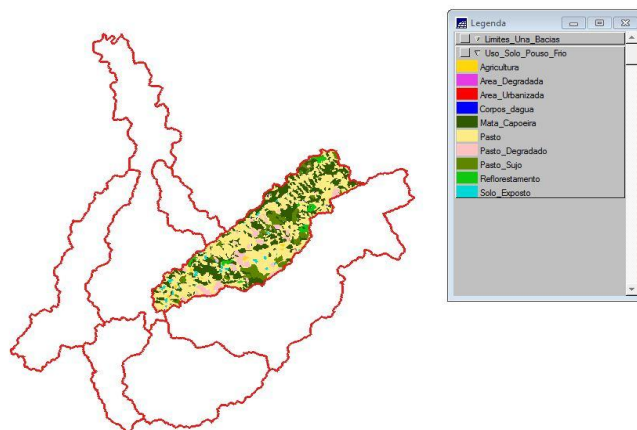


Figura 2. Mapeamento de classes de uso e cobertura do solo em destaque, bacia do Pouso Frio.
Fonte: <http://www.ipabhi.org/projeto-una/resumo> acesso em 14/07/2016

Devastação de florestas e o mau uso do solo são alguns dos muitos problemas que contribuem para a diminuição de aspectos qualitativos e quantitativos de bacias hidrográficas.

Para Pruski et al. (2001 apud, RODRIGUES; 2014), o conhecimento sobre o escoamento superficial é de suma importância devido à possibilidade de dimensionamento de projetos de engenharia em bacia hidrográficas.

2.2 COBERTURA DO SOLO

Ao se considerar de um lado que o recurso solo é limitado e que por outro lado o conhecimento e previsão sobre as perturbações provocadas pelas atividades agrossilvopastoris se torna essencial, podemos notar que alguns dos componentes do solo requerem períodos de tempo prolongados para serem restaurados (STEFANOSKI et al., 2013).

Comumente, o processo de degradação do solo decorre do seu uso incorreto, resultado do desmatamento, queimada, negligência no manejo da pastagem, compactação e erosão (Cunha et al., 2008, apud Neves Neto et al., 2013).

Nesse sentido, a cobertura vegetal do solo exerce papel fundamental quanto ao comportamento das relações que o solo exerce no ecossistema em que estiver inserido.

A essa relação pode ser conceituada como qualidade física do solo (QFS), já que engloba o conhecimento de propriedades e processos relativos à habilidade do solo em manter efetivamente os serviços ambientais ou serviços ecossistêmicos essenciais à saúde do ecossistema (MEA, 2005), cujo estudo é realizado por meio de indicadores físicos da qualidade do solo responsáveis pela avaliação da sua estrutura. Qualidade do Solo (QS) é relacionada com alguns atributos apresentados pelo solo, que variam devido ao manejo, a cobertura vegetal” (STEFANOSKI et al., 2013).

Dessa forma, a estrutura do solo se coloca como boa indicadora da QS, uma vez que um solo, em estado natural, cuja presença de cobertura se apresente sob a ocupação de vegetação nativa, por exemplo, em comparação à intervenção de usos agrícolas, tende a apresentar características físicas, no caso da estrutura, porosidade, permeabilidade, mais adequadas ao desenvolvimento das plantas (ANDREOLA et al., 2000, apud STEFANOSKI et al., 2013).

Fatores quantitativos e qualitativos que envolvam a estrutura do solo em seus atributos, depende da relação entre manejo, disponibilidade e frequência de matéria orgânica.

Ainda que possa haver variações quanto aos atributos relacionados a estrutura do solo segundo Aguiar (2008, apud Stefanoski et al., 2013), ou Reinert (2006, apud Stefanoski et al., 2013) o fato é que ambos consideram o atributo infiltração de água como atributos em comum.

Inferese-se que para esse atributo, isto é, infiltração, segundo Millar (1978, apud Parchen, 2007) é o fenômeno mais importante para a formação do volume de água de escoamento superficial. O comportamento do processo de infiltração, entre o movimento até a saturação do solo, varia de acordo com a capacidade de absorção do solo. O que se pode notar é que à medida que água vai se infiltrando no solo a capacidade de infiltração decresce, e em determinado momento fica menor que a intensidade de precipitação (PARCHEN, 2007).

Segundo Borges et al (2005, apud Parchen, 2007) a obtenção de dados de campo, considerando os tipos de solos, usos e taxas de ocupação permite estimar a quantidade de cobertura florestal necessária para compensar as perdas de água por escoamento superficial.

Assim, entende-se que a infiltração varia muito em relação a declividade e permeabilidade, essa que depende da textura, da estrutura e cobertura vegetal do solo.

A cobertura vegetal exerce papel fundamental na interceptação da precipitação, pois influencia no tempo de concentração, diminuição de energia cinética, velocidade e frequência de salpicamento, e posterior desagregação do solo. Além disso, na interceptação da precipitação há dois momentos à saber. Um diz respeito à interceptação realizada pelas copas das árvores e o outro alcança o piso como gotejamento ou precipitação interna e como fluxo que escoar pelo tronco das árvores.

À soma desses dois momentos (fluxos hídricos) chamamos de precipitação efetiva (Leopoldo & Conte, 1985, apud Arcova, Cicco e Rocha 2003), que é responsável pela água do solo, pela absorção através das raízes, pela transpiração das plantas e, também, pela alimentação dos rios.

Obviamente, a qualidade e quantidade da interceptação variam de acordo com os tipos de vegetação. A floresta tende a interceptar mais água que uma área de cultivo ou de pastagens, portanto qualquer mudança na vegetação afetará o volume da água de interceptação perdida para a atmosfera.

A proteção conferida pela cobertura vegetal ao equilíbrio água- solo- vegetação. Mostra disso, é a capacidade de aumentar a porosidade e a permeabilidade do solo, por meio da ação das raízes, a redução do escoamento superficial e manutenção da umidade e fertilidade pela disponibilização de matéria orgânica (BELTRAME, 1994).

2.3 CULTURA DO EUCALÍPTO

Quando nos referimos a espécies arbóreas adaptadas a todo tipo de região, podemos inferir que o eucalipto é a melhor espécie, devido a rapidez do fornecimento de madeira. (PINTO E RODIGHIERI, 2004 , apud GALVÃO, 2009).

A região sudeste respondeu por 53% do plantio de eucalipto no Brasil segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas ABRAF (2012). Nesse sentido, o estado de São Paulo apresentou um total de 1.040.695 ha. se colocando como o segundo maior produtor de eucalipto do Brasil, atrás de Minas gerais. Figura .3 A e B.

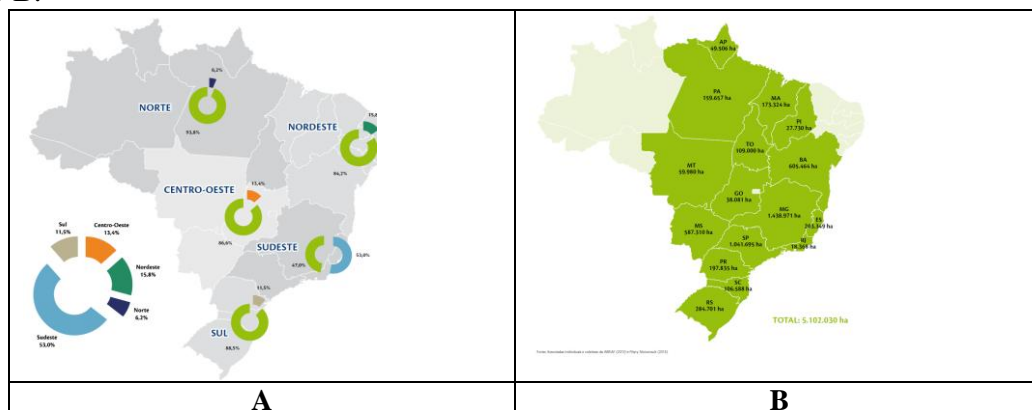


Figura. 3. porcentagem da área plantada no Brasil, com destaque para o sudeste(A) e área plantada no Brasil por estados (B).

Fonte: Associadas e coletivas da ABRAF (2013) e Poyry Silviconsult (2013)

Além do fornecimento rápido de madeira o fluxo produtivo do eucalipto é muito eficaz, já que dele pouca coisa se perde. São aproveitados as folhas, as flores, e, é claro a madeira. Devido a essas vantagens o eucalipto se tornou uma alternativa de renda para produtores rurais, já que sua cadeia produtiva envolve desde grandes empresas até produtores de pequenas propriedades.

Desde que bem conduzidos, o eucalipto tem capacidade de apresentar, uma rentabilidade comparável com produtos de sucesso, pois conseguem junto aos investidores concretizar sua viabilidade técnica e econômica (DOSSA & VILCAHUAMAN, 2001, apud GALVÃO, 2009).

Ainda segundo esses autores o plantio de árvores de eucalipto em pastagens pode resultar em vários benefícios para os componentes do ecossistema. Além disso, os produtores lançam mão do plantio de culturas permanentes para sobrevivência, o que deixaria à cargo das demais áreas a orientação de plantar. A lei federal 12651/12 código florestal em seu art. 11² ha previsão de plantio em áreas de inclinação entre 25° e 45°.

² Art. 11. Em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao

Para Pinto e Rodigheri (2004, apud Galvão, 2009), a produtividade do eucalipto pode alcançar até 60 m³/ha.ano.

Obviamente há pontos contrários à prática da atividade silvícola do eucalipto como o empobrecimento do solo, perda de biodiversidade, perda de solos férteis, redução da agricultura familiar. No caso da perda de biodiversidade, essa depende do bioma, da anterioridade, das condições das áreas de implantação do eucalipto.

Uma vez implantadas em áreas de florestas nativas, como as de mata atlântica, as plantações acarretam redução da biodiversidade. Por outro lado, implantada, numa região de cerrado, ou mesmo numa região que anteriormente era coberta com mata atlântica, mas que tenha sido desmatada, a floresta exótica acarretaria aumento da biodiversidade da flora e fauna locais. (VITAL, 2007).

De forma geral, as florestas de eucalipto interceptam de 11% a 20% da precipitação pluviométrica da área onde se insere. Em comparação com o pínus e a mata atlântica, por exemplo, esse volume é bem menor, porém, bem maior do que o de vegetações rasteiras. (VITAL, 2007).

Na bacia hidrográfica do Pouso Frio segundo dados de 2003 dos 8.243,00 ha 261,57 ha eram de área plantada com eucalipto, resultando numa taxa de ocupação de 3,16% da área total da bacia. Para o ano de 2009 a área plantada com eucalipto já era de 1.174,619 há, correspondendo a uma área de 14,24 ha. Apurando crescimento, para a área da bacia, de 449,80%. Figuras 4 A e B.

A área da bacia do Pouso frio juntamente com a área da bacia dos sete voltas são, dentro da área da bacia do Una, as áreas em que a topografia se apresenta mais acidentada conforme demonstra a Figura 5.

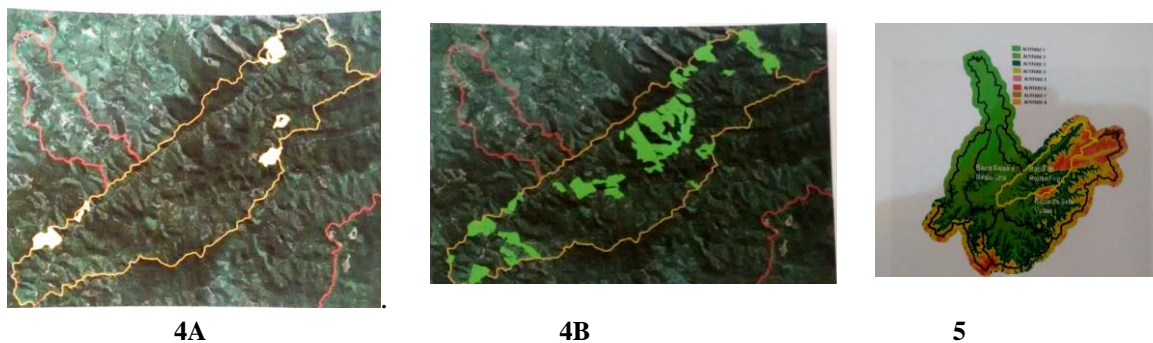


Figura 4 A. Área com plantio de eucalipto na bacia do Pouso Frio em 2003 sobre imagem Spot do ano de 2003; **Figura 4 B.** Área com plantio de eucalipto na bacia do Pouso Frio em 2009 sobre imagem Spot do ano de 2009; **Figura 5.** Mapa Hipsométrico da bacia do Uma.

Fonte: Galvão (2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A bacia hidrográfica do Pouso Frio, no município de Taubaté, SP, ocupa área de 8.243 hectares, representando 17,28% da área da bacia do Rio Una, um dos principais tributários do Rio Paraíba do Sul, conforme Figura 2. A bacia do Pouso Frio possui como divisor de água, ao longo de sua margem direita, a Serra do Quebra Cangalha, localizada na divisa de Taubaté com os municípios de Pindamonhangaba e Roseira, e com altitudes que variam de 800 a 1.485 m (Figura 6).

desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agrônômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social.

Como características físicas possui extensão aproximada de 28 Km, da cota mais alta que é de 850 m de altitude até seu exutório cerca de 666m a diferença altimétrica alcança 708m.

Além disso, segundo o Decreto Federal nº 87.561 de 13 de setembro de 1982 essa bacia está inserida em Área de Preservação Ambiental (APA), e para esse caso APA Mananciais do Rio Paraíba do Sul, conforme Figura 7, identificados da seguinte forma: APA Federal 057 da Bacia do Rio Paraíba do Sul e b) APA Municipal Vila Industrial da Bacia do Rio Una (IPABHI, 2016).

Quanto à cobertura de solo serão considerados para classificação as seguintes classes de uso e ocupação: Mata Capoeira, Agricultura, Pasto, Reflorestamento, Solo exposto, Área Degradada, Área Urbanizada, Pasto Sujo, Pasto Degradado, Corpos d'água. (ALVES & BATISTA, 2011) Figura 8.

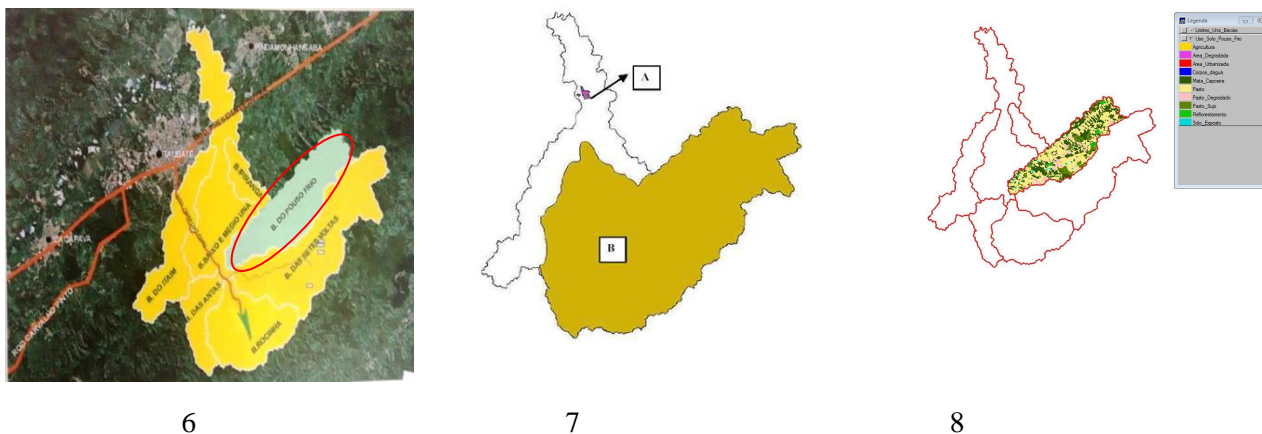


Figura 6. Localização da área de estudo sobre imagem SPOT do ano de 2003. Detalhe: Serra do Quebra Cangalha. Fonte: Galvão, 2009; **Figura 7.** Mapa áreas de proteção ambiental (A) APA Municipal Vila Industrial e (B) APA Federal 057 da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Fonte: <http://www.ipabhi.org/projeto-una/resumo> acesso em 14/07/2016; **Figura 8.** - Mapeamento de classes de uso e cobertura do solo. Fonte: <http://www.ipabhi.org/projeto-una/resumo> acesso em 14/07/2016.

Serão utilizados os valores dos parâmetros CN desenvolvido pela (SCS-USDA) - (Setzer & Porto, 1979) Tabela 1, e suas respectivas equações de Precipitação efetiva, Infiltração potencial, CN ponderada e Tempo de concentração, conforme as Equações 1, 2, 3 e 4.

Desta forma, será considerado para analisar o comportamento de escoamento superficial o método de Curva Número (CN - SCS-USDA), adaptado para a realidade do trabalho, isto é, considerando o uso e respectivas taxas de ocupação do solo, atuais e futuras.

Para estimativa de projeção da classe de uso e das taxa de ocupação do solo através da observação da dinâmica do reflorestamento, a aplicação dos dados e projeções relacionados a essa dinâmica (aumento, estabilização ou diminuição) para essa bacia, será considerado o período e a diferença das porcentagens de aumento da área, em há, do cultivo de eucalipto, respectivamente. Assim, entre 2003 (3,16% = 261,57 ha) e 2009 (14,24% = 1.174,619 ha), diferença observada de 11,08%.

Tabela 1 – Valores dos parâmetros CN.

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Condição da superfície	Situação hidrológica	Grupo hidrológico do solo			
			A	B	C	D
Solo arado ou quase sem cobertura	SR	Má	65	80	88	92
	SR	Boa	65	78	86	90
Cultivo de ciclo curto e arações frequentes	SR	Má	60	72	81	87
	SR	Boa	52	66	75	82
	C	Má	56	65	78	84
	C	Boa	48	60	72	78
	C-T	Má	52	62	74	80
	C-T	Boa	45	55	67	75
Cultivos de ciclo médio e arações anuais	SR	Má	58	65	73	82
	SR	Boa	54	62	70	79
	C	Má	55	64	72	78
	C	Boa	50	60	67	75
	T	Má	52	62	70	77
	T	Boa	48	55	65	73
Semeadura densa ou a lanço; cobertura curta mas densa, como a das leguminosas e dos pastos em rodízio	SR	Má	56	64	72	80
	SR	Boa	50	58	66	76
	C	Má	54	60	69	76
	C	Boa	48	56	64	72
	T	Má	50	58	65	75
	T	Boa	45	52	60	70
Pastagem velha com arbustos		Má	65	70	78	85
		Boa	60	66	75	82
		Má	56	62	72	79
	C	Boa	55	62	70	78
	C	Má	42	59	67	75
	C	Boa	50	56	64	72
Reflorestamento	SR	Má	35	50	62	74
	SR	Boa	30	42	55	68
	C	Má	30	45	57	69
	C	Boa	25	36	52	64
Mata ou Capoeira Velha		Má	32	40	55	67
		Boa	18	25	42	58
Gramados Tratados		Má	65	72	78	84
		Boa	59	67	74	81
Estradas de Terra		Má	80	85	90	93
		Boa	74	80	85	90

Fonte: Setzer e Porto, 1979.

$$Pe = \frac{(P - 0,2S)^2}{(P + 0,8S)} \quad \text{Eq. (1)}$$

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad \text{Eq. (2)}$$

Em que:

Pe: Precipitação efetiva que gera o escoamento superficial (mm);

P: Precipitação Máxima em dado Período de Retorno (mm);

S: Infiltração Potencial (mm)

CN: Número da Curva, adimensional deverá ser obtido com o solo classificado como Tipo C.

O valor do Curva Número pode ser ponderado em função dos diferentes usos e ocupação (cobertura) do solo pela seguinte equação:

$$CN_{pond} = \frac{\sum (CN_c (A_c))}{Area_t} \quad \text{Eq. (3)}$$

Em que:

CN_{pond} = Valor do Número da Curva ponderado, adimensional.

CN_c = Valor do número da curva de cada classe de uso e cobertura do solo da bacia, adimensional;

A_c = Área de cada classe de uso e cobertura do solo da bacia em ha;

A_t = Área total da bacia, em ha.

Refere-se ao tempo necessário para a água em ir do ponto mais distante até o exutório da bacia. Sua estimativa é baseada na velocidade média do escoamento superficial que é função do espaço a ser percorrido e da declividade equivalente, sendo calculado pela Equação 4 de Kirpich, conforme (TUCCI, 2000).

$$T_c = 57 * \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385} \quad \text{Eq.(4)}$$

Em que:

T_c = Tempo de Concentração em minutos.

S = Declividade equivalente (m/Km)

L = Comprimento do Talvegue (Km)

Além disso, tomando como referência as classes de uso e taxas de ocupação do solo, de acordo com as descrições fornecidas pelo IPABHi (Tabela 2). Para as demais classes de ocupação do solo e respectivas taxas, essas foram adaptadas para os índices observados de cultivo de eucalipto para o ano de 2009, segundo Galvão (2009), para a área da bacia em estudo, em função do período de retorno e da duração da chuva, Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Com relação ao grupo hidrológico de solos definidos para o Estado de São Paulo, Tabela 5, será considerando o grupo hidrológico de solo “C³”;

Projeções, proporcionais, relacionadas ao plantio do eucalipto aplicando os dados relacionados a dinâmica (aumento, estabilização ou diminuição) da área em ha cultivada para essa bacia, considerando o período entre 2003 e 2009 que foi observada em 12,27%.

Para cada avanço observado da área de cultivo de eucalipto serão computados os descontos proporcionais para as classes: solo exposto, área degradada, pasto degradado, pasto sujo e pasto.

Finalmente, serão utilizadas imagens de satélites e fotográficas da área de estudo, utilizando Google Earth e máquina fotográfica Nikon Cool Pix 100, trabalhos de campo, cartas topográficas do Instituto de Cartografia e Geografia (IGC) 1:10.000.

³ Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da media, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo.

Tabela 2. Classes de uso e ocupação na bacia Pouso frio 2003 e respectivo CN.

	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2003)
Mata_Capoeira	2192,49	26,60%	55
Agricultura	34,37	0,42%	81
Pasto	4718,99	57,25%	78
Reflorestamento	163,45	1,98%	62
Solo_Exposto	77,00	0,93%	88
Area_Degradada	1,75	0,02%	88
Area_Urbanizada	0,63	0,01%	90
Pasto_Sujo	602,98	7,31%	78
Pasto_Degradado	442,42	5,37%	78
Corpos_dagua	8,98	0,11%	98
Área Total da Bacia	8243,06	100,00%	

Tabela 3. Previsão de máximas alturas de chuva (mm) para Taubaté, SP em função do período de retorno e da duração da chuva.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	14,8	19,8	23,1	25,0	26,3	27,3	30,4	33,4	36,5
20	24,0	31,7	36,7	39,6	41,6	43,1	47,9	52,6	57,3
30	30,2	39,6	45,8	49,3	51,8	53,6	59,5	65,2	71,0
60	41,0	53,2	61,3	65,8	69,0	71,5	79,1	86,6	94,1
120	50,1	64,8	74,5	80,0	83,8	86,8	95,9	104,9	113,9
180	54,4	70,3	80,8	86,7	90,9	94,1	103,9	113,7	123,5
360	59,9	77,6	89,3	95,9	100,5	104,1	115,1	126,0	136,8
720	63,7	83,0	95,7	102,9	108,0	111,9	123,8	135,7	147,5
1080	65,4	85,6	98,9	106,4	117,7	115,8	128,3	140,7	153,1
1440	66,5	87,3	101,0	108,8	114,2	118,4	131,2	144,0	156,8

Fonte: Martinez Junior & Magni (1999).

Tabela 4. Grupos hidrológicos de solos definidos para o Estado de São Paulo.

Grupos Hidrológicos de Solo	
Grupo A	Solos que produzem baixo escoamento superficial e alta infiltração. Solos arenosos profundos com pouco silte e argila.
Grupo B	Solos menos permeáveis que o anterior, solos arenosos menos profundo do que o tipo A e com permeabilidade superior à média.
Grupo C	Solos que geram escoamento superficial acima da média e com capacidade de infiltração abaixo da média, contendo percentagem considerável de argila e pouco profundo
Grupo D	Solos contendo argilas expansivas e pouco profundos com muito baixa capacidade de infiltração, gerando a maior proporção de escoamento superficial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando os valores dos parâmetros CN desenvolvido pela (SCS-USDA) (Setzer & Porto, 1979), adaptados para as classes de uso e taxas de ocupação do solo pertinentes à área de estudo, isto é, Reflorestamento, pasto sujo e pasto degradado.

Ainda, considerando:

- como índice de parâmetro 12,27%, que corresponde a mudança dos valores da área em ha. cultivada com eucalipto no total da área da bacia do Pouso Frio entre o período de 2003 – 2009;
- como Grupos hidrológicos de solos o solo “C”;

Tem-se a seguinte situação de CN pond e (S) para o ano de 2003, 2009, 2015, 2021, 2027 e 2033 (Tabelas: 6, 7, 8, 9, 10 e 11 respectivamente):

*Tabela 6. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia do Pouso Frio (2003)

	Area (ha)	Area (%)	Par. CN (2003)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	4718,99	57,25	78	má	44,65
Reflorestamento	163,45	1,98	62	SR má	1,23
Solo_Exposto	77,00	0,93	88	SR má	0,82
Area_Degradada	1,75	0,02	88	SR má	0,02
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
Pasto_Sujo	602,98	7,31	78	pastagem velha/má	5,71
Pasto_Degradado	442,42	5,37	78	pastagem velha/má	4,19
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total	8243,06	100,00			
CN pond.					71,71
Infiltração (S)					100,20

*Tabela 7. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia Pouso Frio com valores projetados para o cultivo de Eucalipto (2009)

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2009)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	4.718,99	57,25	78	má	44,65
*Reflorestamento	1.174,619	14,25	62	SR má	8,83
Solo_Exposto			88	SR má	0,00
Area_Degradada			88	SR má	0,00
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
**Pasto_Sujo	112,98	1,37	78	pastagem velha/má	1,06
**Pasto_Degradado			78	pastagem velha/má	0,00
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total	8243,06	100,00%			
CN pond.					69,63
Infiltração (S)					110,78

* Valor de reflorestamento considerado a partir do trabalho de Galvão (2009).

*Tabela 8. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia Pouso Frio com valores projetados para o cultivo de Eucalipto (2015).

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2015)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2.192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	3.707,178	44,97	78	má	35,08
*Reflorestamento	2.186,060	26,52	62	SR má	16,44
Solo_Exposto			88	SR má	0,00
Area_Degradada			88	SR má	0,00
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
**Pasto_Sujo			78	pastagem velha/má	0,00
**Pasto_Degradado			78	pastagem velha/má	0,00
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total	8243,06	100,00			
CN pond.					66,61
Infiltração(S) (2015)					127,32

* Valor de reflorestamento considerado a partir do trabalho de Galvão (2009).

*Tabela 9. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia do Pouso Frio com valores projetados para o cultivo de Eucalipto (2021).

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2021)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2.192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	2.695,755	32,70	78	má	25,50
*Reflorestamento	3.197,482	38,79	62	SR má	24,04
Solo_Exposto			88	SR má	0,00
Area_Degradada			88	SR má	0,00
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
**Pasto_Sujo			78	pastagem velha/má	0,00
**Pasto_Degradado			78	pastagem velha/má	0,00
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total da Bacia	8243,06	100,00			
CN pond.					64,63
Infiltração (S) (2021)					139,00

* Valor de reflorestamento considerado a partir do trabalho de Galvão (2009).

*Tabela 10. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia Pouso Frio com valores projetados para o cultivo de Eucalipto (2027).

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2027)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	1.684,330	20,43	78	má	15,93
*Reflorestamento	4.208,906	51,06	62	SR má	31,65
Solo_Exposto			88	SR má	0,00
Area_Degradada			88	SR má	0,00
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
**Pasto_Sujo			78	pastagem velha/má	0,00
**Pasto_Degradado			78	pastagem velha/má	0,00
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total	8243,06	100,00			
CN pond.					62,67
Infiltração (S) (2027)					151,29

* Valor de reflorestamento considerado a partir do trabalho de Galvão (2009)

*Tabela 11. Classes de uso e taxas de ocupação do solo para a Bacia Pouso Frio com valores projetados para Reflorestamento e Pasto (2033).

Cobertura vegetal ou tipo de uso de solo	Área (ha)	Área (%)	Par. CN (2033)	Obs. Par.	CN
Mata_Capoeira	2192,49	26,60	55	má	14,63
Agricultura	34,37	0,42	81	SR má	0,34
Pasto	672,907	8,16	78	má	6,36
*Reflorestamento	5.220,329	63,33	62	SR má	39,26
Solo_Exposto			88	SR má	0,00
Area_Degradada			88	SR má	0,00
Area_Urbanizada	0,63	0,01	90	estrada de terra/má	0,01
**Pasto_Sujo			78	pastagem velha/má	0,00
**Pasto_Degradado			78	pastagem velha/má	0,00
Corpos_dagua	8,98	0,11	98		0,11
Área Total da Bacia	8243,06	100,00			
CN pond.					60,71
Infiltração (S) (2033)					193,29

*Valor de reflorestamento considerado a partir do trabalho de Galvão (2009)

Com a constante atribuição do valor de 12,27% ao plantio do eucalipto, e nesse trabalho considerado como a classe Reflorestamento, para os períodos de seis em seis anos observamos a diminuição do Valor de Cn pond, isto é, em 2003 o valor era de 71,71 passando a 60,71 em 2033. Isso implica num maior índice de infiltração. Como pudemos notar pelos valores entre 2003 = 100,20 e 2033= 193,29.

Com relação aos valores de escoamento superficial (Pe) houve diminuição de valores, ou seja, a cada aumento de cobertura menor, conforme demonstra a Tabela 12.

Tabela 12 . Valores para (Pe) entre 2003 e 2033

TR (Anos)	P (mm)	Pe (mm) (2003)	Pe (mm) (2033)
2	59,9	11,34	4,8
5	77,6	21,00	12,3
10	89,3	28,30	19,1
15	95,9	32,68	23,6
20	100,5	35,83	27,1
25	104,1	38,34	29,9
50	115,1	46,27	39,5
100	126,0	54,46	50,3
200	136,8	62,83	62,3

O fato da bacia do Pouso Frio, estar prevista como parte da zona de destinação rural, seguindo o disposto na lei complementar do município, pode fazer com que a orientação para a o exercício de atividades voltadas a silvicultura seja melhor aproveitada.

Ainda, estar inserida em APA, cuja previsão legal contempla a atividade silvícola, faz com que tal atividade seja exercida com maior legitimidade, conforme Figura. 10.

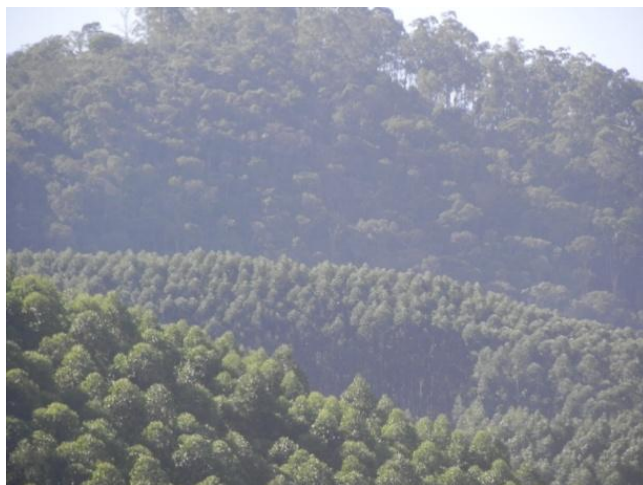


Figura. 10. Cultivo de Eucalipto na Bacia Pouso frio em meio a vegetação nativa (2016).

O uso da classe reflorestamento, aqui considerado cultivo de eucalipto demonstrou, segundo as projeções, eficácia.

A prática da atividade deve demandar cautela, já que uma atividade apoiada em único produto como gerador de renda pode extrair do repertório de aproveitamento da região outras possibilidades.

Mesmo com as melhoras apontadas pelo valores obtidos, as classes mata capoeira, agricultura, área urbanizada e corpos d'água não foram inseridas nos aumentos progressivos da área de cultivo de eucalipto já que se tratam de áreas com características de relativa permanência. Quanto ao pasto houve a consideração do avanço da área de cultivo de eucalipto sobre essa classe, já que a atividade de pecuária apresenta para área restrições de uso.

5. CONCLUSÕES

Nesse sentido, as atividades convencionais relacionadas a agricultura e pecuária tornam-se de menor viabilidade, já que o implemento de mecanização para essa área se torna mais oneroso. Além disso, para esse tipo de topografia há a cobertura da legislação⁴, conforme já mencionado.

Assim, por esses dois aspectos, topografia e viabilidade econômica, o cultivo de eucalipto na bacia do Pouso Frio tende a disponibilizar cada vez mais áreas para sua expansão.

Como apontado ao longo de algumas das características descritas, os fatores a serem bem considerados a cerca dos vários aspectos que envolvem essa atividade, inclusive suas implicações devem fazer parte das orientações técnicas a serem seguidas, em maior ou menor intensidade com relação a atividade.

De acordo com as projeções de aumento de área cultivada com eucalipto as demais classes alternativas de uso do solo em alguns casos inexisteram, principalmente aquelas que apresentavam perfis de degradação ou já degradados.

Pode haver implicações com consequências severas, com uso intensivo desse tipo de atividade, ainda que com as novas técnicas e tecnologias. Nesse sentido podemos destacar a cultura da café exercida na região do vale no século XIX.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – Anuário Estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012, abril 2013, Brasília. ISSN 1980-8550. Disponível em: <HTTP://www.abraflor.org.br/estatística.asp>>. Acesso em 13 jul. 2016

ALVES, T.; BATISTA, G. T. MUDANÇA DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA SUB BACIA DO BAIXO E MÉDIO UNA NO PERÍODO DE 2003 A 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/50252644>. Acesso em: 15 jul. 2016

AMARAL, A. J.; COGO, N. P.; bertol, I.; SANTOS, P. G.; WERNER, R. S. EROSÃO HÍDRICA E ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM FUNÇÃO DE TIPOS E DOSES DE RESÍDUO CULTURAL EM DOIS MODOS DE SEMEADURA DIRETA. Revista de Ciências Agroveterinárias. Lages, v.12, n.2, p.163-174, 2013. ISSN 1676-9732. Acesso em: 14 jul.

ARCOVA, F.C.S.; CICCIO, V.; ROCHA, P.A.B. Precipitação efetiva e interceptação das chuvas por floresta de Mata Atlântica em uma microbacia experimental em Cunha – São Paulo. Revista Árvore, Viçosa, v. 27, n.2 - Março/Abril. 2003.

BATISTA, G. T. (Org). ESTRUTURAÇÃO E DISPONIBILIZAÇÃO DO BANCO DE DADOS AMBIENTAIS DA BACIA DO RIO UNA, BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL. CONTRATO FEHIDRO Nº 280/2002 RELATÓRIO FINAL. 2006. Disponível em: <http://www.ipabhi.org/>. Acesso em: 17 jul. 2016.

BELTRAME, A. V. (1994). Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação. Santa Catarina: Ed. da UFSC.

CALUX, J.; THOMAZ, E. L. INTERCEPTAÇÃO E PRECIPITAÇÃO INTERNA: COMPARAÇÃO ENTRE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA E *Pinnus elliotti* var.

⁴ Lei Federal 12.651/12, Art. 11. Em áreas de inclinação entre 25° e 45°, serão permitidos o manejo florestal sustentável e o exercício de atividades agrossilvipastoris, bem como a manutenção da infraestrutura física associada ao desenvolvimento das atividades, observadas boas práticas agronômicas, sendo vedada a conversão de novas áreas, excetuadas as hipóteses de utilidade pública e interesse social

elliotti. Geoambiente On –line, [S.1], n. 19, p. 01-16 pág., jan. 2013. ISSN 1679-9860. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/geoambiente/article/view/26049>>. Acesso em: 13 jul. 2016.

Dóci: [HTTP://dx.doi.org/10.5216/rev.geoambie.v0i19.26049](http://dx.doi.org/10.5216/rev.geoambie.v0i19.26049).

FORTES, D. OS IMPACTOS DA CULTURA DO EUCALÍPTO NA BACIA DO RIBEIRÃO DO POUSO FRIO, MUNICÍPIO DE TAUBATÉ-SP, 2009, 59 p. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC Geografia Universidade de Taubaté - SP).

MATHIAS, D. T.; CUNHA, C. M. L.; MORUZZI, R. B. IMPLICAÇÕES GEOMORFOLÓGICAS DAS ALTERAÇÕES DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL PELA URBANIZAÇÃO: ANÁLISE DOS PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO TUCUNZINHO (SÃO PEDRO - SP). Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 18, n. 4, p. 101-113, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/135257>>. Acesso em: 15 jul. 2016

NEVES NETO, D.N.; SANTOS, A.C.; SANTOS, P.M.; MELO, J.C.; SANTOS, J.S. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.9, p.995-1004, 2013.

OLIVEIRA, J. R.; PINTO, M. F.; SOUZA, W. J.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, D. F. Erosão hídrica em um Argissolo Vermelho-Amarelo, sob diferentes padrões de chuva simulada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.14, n.2, p.140–147, 2010 Campina Grande, PB, UAEEA/UFCG – <http://www.agriambi.com.br> Protocolo 020.08 – 21/01/2008 • <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000200004> Aprovado em 18/06/2009. Acesso em: 13 jul. 2016

PARCHEN, C. A. P. Desenvolvimento de metodologia para mensuração de alguns parâmetros de processos hidrológicos de superfície em ambiente florestal. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

SANTOS, E. R.; LEITE, C. R. S.; PERIM, M. A.; GONÇALVES, S. F.; TARGA, M. S. Urbanização Sustentável e o escoamento Superficial em Bacia Hidrográfica. Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade de Taubaté, UNITAU, RECA, Coleção de Recursos Hídricos, ([HTTP://www.agro.unitau.br/dspace](http://www.agro.unitau.br/dspace)). P. 1-13, 2014..

STEFANOSKI, D. C. S. G. G.; MARCHÃO, R. L.; PETTER, F. A.; PACHECO, L. P. USO E MANEJO DO SOLO E SEUS IMPACTOS SOBRE A QUALIDADE FÍSICA. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, p.1301-1309, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662013001200008>.

VITAL, MHF., 2007. Impacto ambiental de florestas de eucalipto. Revista do BNDES, vol. 14, no. 28, p. 235-276.