



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo  
ISBN 978-85-7029-141-7

## APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE TEMPO DE VIDA DO SOLO (ITVS) PARA O CULTIVO DA SERINGUEIRA NO NOROESTE DO ESTADO DE SÃO PAULO

Felipe Rosada **Fustaine**<sup>1</sup>; Gisele Freitas **Vilela**<sup>2</sup>; Sergio **Galdino**<sup>3</sup>; Mara de Andrade **Marinho**<sup>4</sup>;  
Sérgio Gomes **Tôsto**<sup>5</sup>

Nº 17506

**RESUMO** - Este estudo utilizou a metodologia do Índice do Tempo de Vida do Solo (ITVS) para avaliar o impacto do cultivo da seringueira sobre a erosão do solo no noroeste do Estado de São Paulo. O ITVS é capaz de indicar o tempo, em anos, necessário para a remoção de uma camada de solo predeterminada em função das necessidades para o desenvolvimento da cultura, a partir dos valores de perda de solo, estimados por meio da utilização de um modelo de erosão, bem como a partir de características referentes ao solo. Todas as áreas analisadas onde ocorrem o cultivo de seringueira em Argissolos são caracterizadas por situações de “degradação dos recursos”, apresentando resultados de ITVS com valores de 100 a 382 anos, para a remoção da camada de solo superficial. Para os Latossolos, o tempo de vida do solo aplicado à situação de “degradação dos recursos” é significativamente maior quando comparado às áreas instaladas em regiões de Argissolos, com valores variando de 700 a 1.189 anos na remoção da camada de solo superficial. O uso da metodologia proposta demonstra que a cultura da seringueira implantada em Latossolos para a região estudada é capaz de proporcionar uma conservação dos solos mais adequada e, para o cultivo em áreas de Argissolos, indica a necessidade da adoção de alguma prática conservacionista, a fim de prolongar o tempo de vida do solo e a consequente sustentabilidade ambiental desta cultura na região.

**Palavras-chaves:** *Hevea brasiliensis*, erosão do solo, conservação do solo.

<sup>1</sup> Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Agrícola, Unicamp, Campinas, SP; felipe.fustaine@gmail.com.

<sup>2</sup> Orientador: Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP; gisele.vilela@embrapa.br.

<sup>3</sup> Pesquisador: Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.

<sup>4</sup> Docente: Feagri/Unicamp, Campinas, SP.

<sup>5</sup> Pesquisador: Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP.



**ABSTRACT** – *In this study we used the soil life-time index (Índice do Tempo de Vida do Solo, ITVS) to evaluate the impact caused by rubber-tree crops on soil erosion at the northwest region of the state of São Paulo, Brazil. ITVS is able to indicate the time, in years, it takes for a given soil layer to be removed due to a crop's development based on soil loss values which are estimated using an erosion model, as well as soil characteristics. All the areas of rubber-tree crops planted in 'Argissolos' (Acrisols) feature characteristic signs of 'resource degradation' and show ITVS results between 100 to 382 years for the removal of the superficial soil layer, whereas for crop areas in 'Latosolos' (Ferralsols) the ITVS values are significantly higher and range between 700 and 1,189 years. The method used shows that rubber-tree crops in areas featuring 'Latosolos' fosters more adequate soil conservation at the study region. It also shows that rubber-tree crops grown in 'Argissolos' areas require the adoption of some kind of conservation practice in order to increase soil life time and thus the region's environmental sustainability.*

**Keywords:** *Hevea brasiliensis*, soil erosion, soil conservation.

## 1 INTRODUÇÃO

Em todo o planeta, cerca de 1 bilhão de hectares foram afetados pela ação da erosão, dos quais 70% encontram-se seriamente comprometidos (LAL, 2003). Dados da década de 1980 para o Estado de São Paulo indicam uma perda anual de solo de 130 milhões de toneladas, o que representa cerca de 25% da perda de solo em todo o Brasil (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2012). Os valores de solo para o Estado de São Paulo foram atualizados por Medeiros et al. (2016a, 2016b), que constataram uma perda anual de aproximadamente 600 milhões de megagramas por hectare por ano.

Em razão dos prejuízos proporcionados pela erosão antrópica, o planejamento adequado do uso e ocupação das terras deve incluir o diagnóstico da erosão, com base na estimativa das taxas de perda de solo e de sua interpretação usando um critério de tolerância de perda de solo (ROCKSTRÖM et al., 2009; REID et al., 2010).

Dada a relevância atribuída ao diagnóstico da erosão acelerada do solo, bem como da necessidade de predição da ocorrência de impactos irreversíveis na base desse recurso, a metodologia do Índice do Tempo de Vida do Solo (ITVS) (SPAROVEK et al., 1997; WEILL, 1999; WEILL; SPAROVEK, 2008a) é proposta como um critério operacional e objetivo para a



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

interpretação dos efeitos proporcionados por essa erosão e, ainda, para a avaliação da sustentabilidade de sistemas agrícolas. Aplicável como forma de diagnóstico e avaliação dos impactos proporcionados pela ação da erosão acelerada em determinada área, ela leva em conta características referentes à cultura e ao manejo adotados. Esse índice fornece uma melhor interpretação da perda de solo estimada por diferentes modelos de erosão como Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), Water Erosion Prediction Project (WEPP), entre outros. Em razão de suas características, o índice integra uma ferramenta para o planejamento do uso das terras em bases sustentáveis por meio da identificação de três situações de planejamento: conservação de recursos (perda de solo < renovação do solo), tempo de vida zero (solo com profundidade efetiva inferior à considerada crítica para desenvolvimento da cultura em questão) e degradação de recursos (perda de solo > renovação do solo, além de apresentar profundidade de solo superior à predeterminada como crítica) (WEILL; SPAROVEK, 2008a).

Este trabalho foi desenvolvido como parte do projeto de pesquisa “Sustentabilidade, competitividade e valoração de serviços ecossistêmicos da heveicultura em São Paulo com uso de geotecnologias – GeoHevea”, concebido no âmbito do Sistema Embrapa de Gestão. O projeto tem realizado estudos em sub-bacias afluentes do Rio Tietê, localizadas no noroeste do Estado de São Paulo, nas regiões administrativas de São José do Rio Preto e Araçatuba. O presente estudo integra uma das atividades desse projeto e visa avaliar a sustentabilidade ambiental do cultivo da seringueira na região, a partir da determinação de processos erosivos em seus solos, bem como em função das características da cultura e do manejo utilizado. A região citada apresenta 73% das seringueiras plantadas e 67% dos pés produtivos no estado, e respondeu por cerca de 69% da produção paulista de borracha no ano de 2015 (IEA, 2016).

Este estudo teve como objetivo avaliar o risco potencial e risco de perda de solo em áreas cultivadas com seringueira na área do projeto GeoHevea empregando o ITVS. Os resultados obtidos fornecem indicações quanto à sustentabilidade ambiental da cultura na região.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

A área analisada está localizada na região noroeste do Estado de São Paulo, entre as coordenadas UTM (Fuso 22, Datum WGS84), 7.653.017 m e 7.711.725 m de latitude Sul e 588.676 m e 639.796 m de longitude, e abrange a área total ou parcial de 13 municípios (Zacarias, José Bonifácio, Buritama, Planalto, Turiúba, Monções, Macaubal, União Paulista, Nipoã, Neves



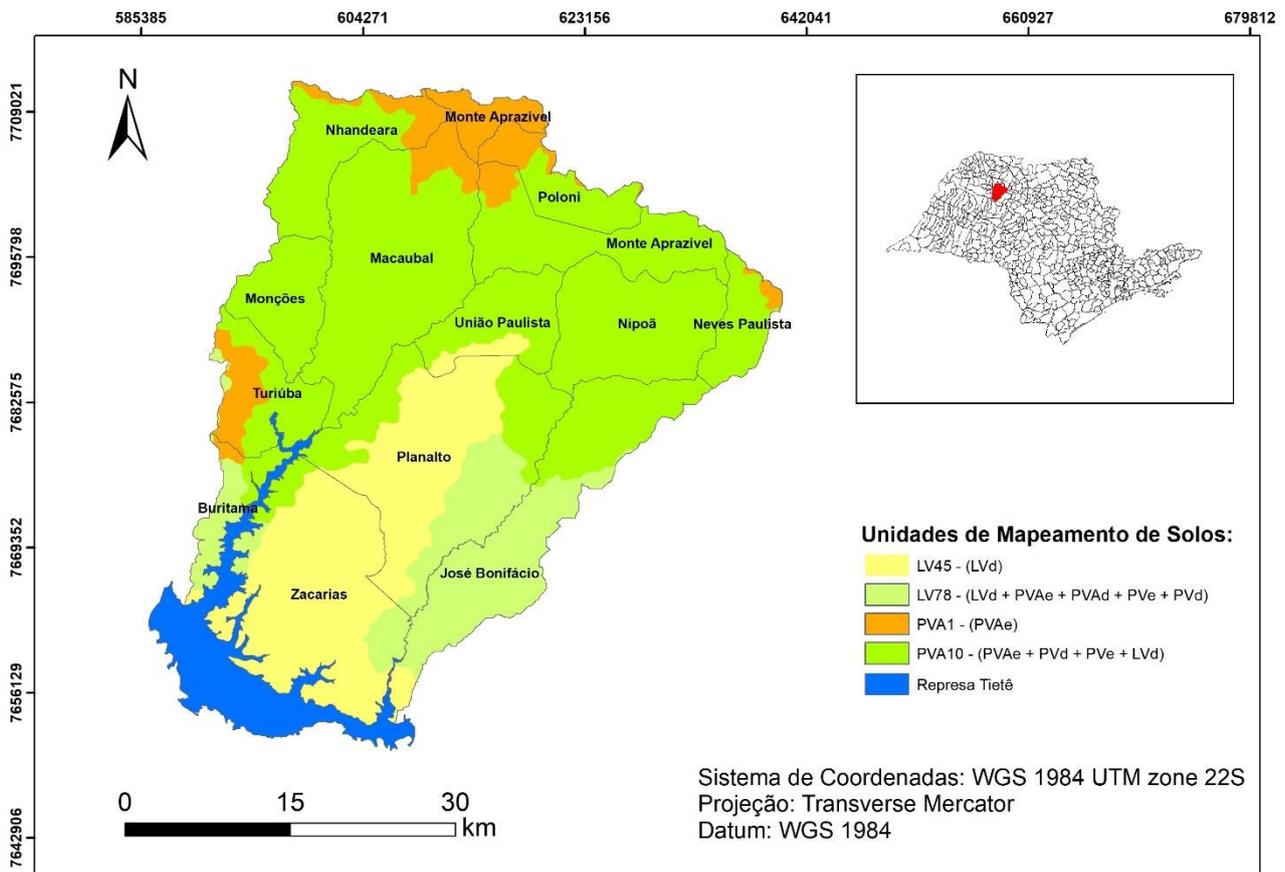
**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

Paulista, Monte Aprazível, Poloni e Nhandeara). A área tem 174.183,69 ha (GALDINO et al., 2016). Em razão do levantamento pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999), sabe-se que as classes de solo predominantes nessa área são Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho.

Segundo Galdino et al. (2016), na área de estudo predominam os relevos plano (0% a 3% de declividade) e suave ondulado (3% a 8%), que recobrem 85% da superfície. Nos 15% restantes da área estudada, há a presença do relevo ondulado (8% a 20%).

As sub-bacias do Ribeirão Santa Bárbara e do Ribeirão dos Ferreiros ou das Oficinas, com 78.721,57 ha e 62.006,17 ha, respectivamente, representam 80,79% da área de estudo do projeto GeoHevea. O percentual restante da região analisada é composto pelas sub-bacias do Ribeirão São Jerônimo (13,51% da área de estudo), do Córrego da Arribada (4,95% da área de estudo) e por outras três sub-bacias, as quais escoam diretamente para a represa do Rio Tietê.

Segundo levantamento realizado por Oliveira et al. (1999) na região das sub-bacias, os solos que ocorrem na área de interesse podem ser observados na Figura 1, bem como sua localização no estado. Os dados de perfis dos solos foram complementados pela publicação “Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado de São Paulo” (BRASIL, 1960).



**Figura 1.** Localização da área de estudo no Estado de São Paulo: municípios e unidades de mapeamento de solos. Fonte: Oliveira et al. (1999).

A metodologia do Índice do Tempo de Vida do Solo (ITVS) calcula o tempo de vida do solo a partir das taxas atuais de perda de solo, estimadas por um modelo de erosão que considera uma taxa média de renovação ( $0,2 \text{ mm ano}^{-1}$ ) e a espessura do solo, a qual excede uma profundidade mínima predefinida como crítica para a finalidade agrícola em questão. A partir da condição determinada como crítica para o cálculo do ITVS é possível estabelecer situações de planejamento e identificar o tempo restante para a instalação de um impacto permanente no recurso solo. Para a análise feita aqui, é quando o solo atinge uma profundidade efetiva coincidente ou abaixo da profundidade crítica predefinida, o que indica uma limitação e a degradação da qualidade do solo e um prejuízo do desempenho de suas funções para o desenvolvimento da cultura.

Para determinar o ITVS é necessário determinar os valores de perda média anual de solo para a área de estudo, os quais foram obtidos por meio da utilização da EUPS. Foram utilizados



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

valores do Potencial Natural de Erosão (PNE), a partir do trabalho desenvolvido por Galdino et al. (2016). O PNE é determinado pela multiplicação dos fatores R, K, L e S da EUPS, descritos abaixo.

A EUPS é composta por uma equação multiplicativa simples, na qual a perda média anual de solo, dada em massa por unidade de área e por tempo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), é obtida pelo produto de seis fatores determinantes, demonstrada a seguir, segundo Equação 1 (WISCHMEIER; SMITH, 1978):

$$A = R * K * L * S * C * P \quad (1)$$

Na qual: A = perda média anual de solo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); R = fator erosividade da precipitação pluvial e enxurrada ( $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ); K = fator erodibilidade do solo ( $\text{Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ ); L = fator comprimento da encosta (adimensional); S = fator grau de declividade (adimensional); C = fator de cobertura e manejo da cultura (adimensional); P = fator práticas de controle da erosão (adimensional).

As variáveis R, K, L e S têm relação com as condições naturais do clima, do solo e do relevo, e determinam conjuntamente o potencial natural de erosão. Segundo estudos de Weill e Sparovek (2008b) na Microbacia do Ceveiro, os fatores C e P determinaram a ordem de grandeza das perdas de solo na área analisada, se em unidades, dezenas ou em centenas de  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ , demonstrando a importância dos ajustes dos fatores de erosão às condições locais, afim de se obter resultados adequados para a situação nas áreas de estudo. Os solos das áreas de estudo foram classificados como sendo Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos abruptos A moderado textura arenosa/média relevo suave ondulado e ondulado (PVA1) e Latossolos Vermelhos Distróficos A moderado textura média relevo plano e suave ondulado (LV45).

Para o presente trabalho foram utilizados valores de K de 0,0370 para Latossolos de textura média e de 0,2220 para Argissolos abruptos. As variáveis C e P são de caráter antrópico e estabelecem relação com as formas de ocupação e uso das terras. Não foi possível observar se o cultivo das seringueiras apresentava o emprego de alguma prática ou manejo conservacionista durante o processo de identificação e seleção das áreas deste estudo, portanto adotou-se o valor de 1 para o fator P da EUPS. Para o fator C da seringueira foi adotado o valor de 0,02, de acordo com Kuntchik (1996).

Com o valor obtido de A ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ ), foi calculada a perda de solo expressa em altura (h,  $\text{mm ano}^{-1}$ ) a partir da Equação 2:

$$h = 0,1 * A * d^{-1} \quad (2)$$



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

Na qual  $h$  = perda de solo ( $\text{mm ano}^{-1}$ );  $A$  = taxa anual de perda de solo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ );  $d$  = densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

Como observado na Equação 2, para transformar as taxas anuais de perda de solo de  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  para  $\text{mm ano}^{-1}$  foram empregados os valores de densidade do solo que serão apresentados mais adiante, na Tabela 1 da seção Resultados e Discussão, para cada classe em questão. Os valores utilizados para a densidade do solo foram obtidos na literatura para o horizonte superficial A, uma vez que a taxa de perda de solo é calculada a partir da erodibilidade do solo, a qual é definida para o horizonte de superfície.

A obtenção da taxa “líquida” de perda de solo foi determinada a partir da Equação 3, tendo sido considerada uma taxa média de renovação do solo de  $0,2 \text{ mm ano}^{-1}$  (SKIDMORE, 1982).

$$h_1 = h - r \quad (3)$$

Na qual:  $h_1$  = taxa líquida de perda de solo ( $\text{mm ano}^{-1}$ );  $h$  = perda de solo ( $\text{mm ano}^{-1}$ );  $r$  = taxa de renovação do solo ( $\text{mm ano}^{-1}$ ).

Pela metodologia do ITVS são identificadas três possíveis situações de planejamento: uma primeira situação, denominada de “conservação dos recursos”, ocorre onde a taxa de renovação do solo apresenta valores maiores do que as taxas de perda de solo estimadas pelo modelo de erosão utilizado, identificando uso sustentável. Uma segunda possibilidade refere-se aos locais onde a profundidade efetiva do solo (ou a soma das espessuras dos horizontes A + B) no presente momento já é inferior à profundidade crítica predefinida, estabelecendo uma situação de “tempo de vida do solo zero” para a área de análise, indicativo de áreas para recuperação da vegetação e preservação. Finalmente, uma terceira situação, na qual as taxas atuais de perda de solo superam a taxa de renovação e a profundidade efetiva é superior à profundidade crítica predefinida, caracterizando a situação de “degradação dos recursos”, que indica a necessidade de cálculo do tempo de vida do solo e de estabelecimento de cenários de planejamento para monitoramento e controle da erosão. A determinação do referido índice foi feita para a situação em que são identificadas situações de degradação de recursos, objetivando determinar o tempo remanescente para os recursos, em anos, para que seja possível mitigar e controlar a situação de impacto permanente.

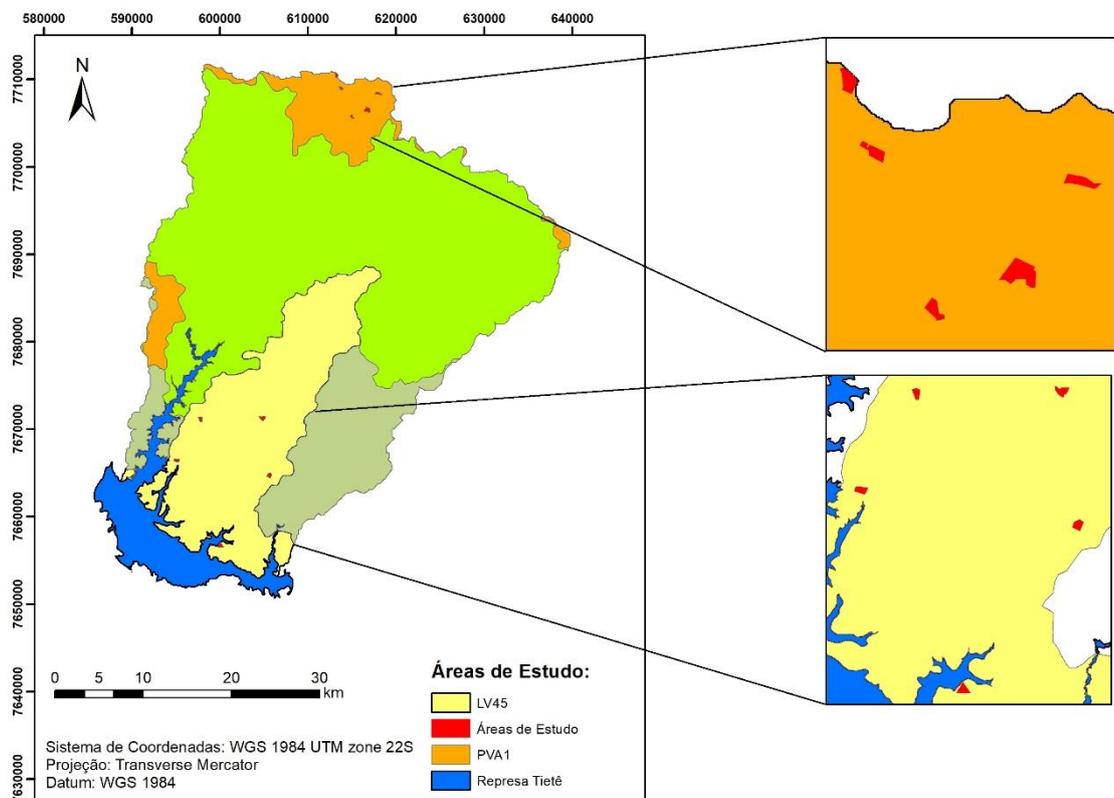
Na aplicação do ITVS a áreas em situação de “degradação dos recursos”, foram estabelecidas duas situações de análise visando melhor interpretação da condição dos objetos de estudo diante da erosão. Na primeira, foi determinado o tempo necessário para a remoção da camada considerada como “mais fértil” do solo, a qual apresenta a maior parte de nutrientes e



número de raízes e está localizada na profundidade de 0 – 30 cm do solo. Essa situação foi denominada de caso 1 (C-1). Na segunda situação analisada, caso 2 (C-2), foi definida a profundidade crítica de 100 cm de solo, considerada a mínima “ideal” para permitir um desenvolvimento adequado para a seringueira, segundo suas características. Com isso, o índice de tempo de vida do solo foi determinado com base na espessura de solo restante ou superior a 100 cm. Ao atingir 100 cm de profundidade efetiva do solo, identifica-se a necessidade de intervenção sobre o sistema de cultivo adotado. Com base nos dados disponíveis, foi considerada para fins de cálculo do ITVS uma profundidade efetiva do solo de 200 cm, tanto para Latossolos quanto para Argissolos.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A localização das áreas selecionadas para a aplicação do ITVS ocupa o território total ou parcial de 13 municípios, identificados na Figura 2.





**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

**Figura 2.** Localização das áreas de aplicação do ITVS.

As classes de solos de maior ocorrência na área de estudo são Argissolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho. As unidades LV78 e PVA10 são compostas por associações de classes de solos, com predominância de Latossolo Vermelho e de Argissolo Vermelho-Amarelo. Por tal razão, foram selecionadas as áreas que estivessem alocadas em classes de solo de composição simples (PVA1 e LV45). A textura dos solos é arenosa/média (Argissolos) e média (Latosolos), e o relevo é caracterizado como suave ondulado para os Argissolos e como plano para os Latossolos. Os Argissolos de ocorrência na área de estudo correlacionam-se àqueles definidos pela Comissão de Solos (BRASIL, 1960) como sendo Solos Podzolizados de Lins e Marília – Variação Lins, Solos Podzolizados de Lins e Marília – Variação Marília e Latossolo Vermelho escuro - fase arenosa.

Os valores calculados para as taxas de perda de solo em  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ , perda de solo em  $\text{mm ano}^{-1}$ , densidade do solo das áreas e cálculo do ITVS aplicado para C-1 e C-2 são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultados para perda de solo média, densidade do solo e ITVS para o caso 1 e caso 2.

LV45						
Área de estudo	Área (ha)	Taxa média de perda solo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ )	Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Perda de solo média ( $\text{mm ano}^{-1}$ )	ITVS C-1 (anos)	ITVS C-2 (anos)
1	15,84	0,76	1,36	0,06	-	-
2	17,55	5,78	1,36	0,43	705,88	2352,94
3	19,17	3,43	1,36	0,25	1189,50	3965,01
4	19,26	1,90	1,36	0,14	-	-
5	21,15	1,11	1,36	0,08	-	-
PVA1						
Área de estudo	Área (ha)	Taxa média de perda solo ( $\text{Mg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$ )	Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )	Perda de solo média ( $\text{mm ano}^{-1}$ )	ITVS C-1 (anos)	ITVS C-2 (anos)
1	8,82	21,98	1,47	1,50	199,92	666,40
2	26,10	43,77	1,47	2,99	100,42	334,73
3	10,89	36,04	1,47	2,46	121,95	406,49
4	10,98	11,50	1,47	0,79	382,03	1273,42
5	9,36	27,90	1,47	1,90	157,50	525,01

Com base nos resultados de taxas médias anuais de perda de solo ( $\text{mm ano}^{-1}$ ) nota-se que as áreas de estudo analisadas encontram-se majoritariamente sob o cenário de “degradação dos



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

recursos”, no qual a perda de solo é maior que a sua taxa de renovação. É possível observar, ainda, que três entre as dez áreas de estudo alocadas em Latossolo encontram-se em situação de “conservação dos recursos”. Para as áreas de estudo localizadas em Argissolos, o ITVS foi significativamente inferior quando comparado a áreas de Latossolos.

A aplicação do ITVS em áreas onde ocorre o cultivo da seringueira demonstrou que, para áreas alocadas em Latossolos, o tempo médio para C-1 foi de 947 anos, com valor mínimo de 705,88 anos e máximo de 1.189,50 anos. Para C-2, o valor médio do ITVS foi de 3.158,98 anos, com mínimo de 2.352,94 anos e máximo de 3.965,01 anos. Nas áreas alocadas em Argissolos, o tempo médio para C-1 foi de 192 anos, com mínimo de 100,42 anos e máximo de 382,03 anos. Para C-2, o tempo médio foi de 641 anos, com mínimo de 334,73 anos e máximo de 1.273,42 anos.

Portanto, o tempo médio estimado de perda da camada mais fértil para o cultivo da seringueira na região foi quase cinco vezes superior em áreas de Argissolos quando comparado às áreas em Latossolos. Tal fato pode ser explicado em razão do valor de K adotado como referência em Galdino et al. (2016), o qual é cerca de seis vezes maior em relação ao assumido para o Latossolo, além das divergentes características físico-químicas apresentadas entre as classes de solos, as quais, por si só, contribuem para a diferença apresentada quando considerados os efeitos erosivos.

#### **4 CONCLUSÃO**

Este estudo demonstra que a remoção da camada mais fértil de solo no noroeste do Estado de São Paulo, onde ocorre o cultivo de seringueiras em Argissolos, pode ocorrer em 6 gerações, considerando um valor médio de 30 anos para cada geração. Já para a situação da cultura em Latossolos, a remoção da mesma camada pode ocorrer ao longo de 32 gerações.

A situação de degradação de recursos e a perda de solo potencial em poucas gerações apresentada em todas as áreas de Argissolos indica a necessidade de adoção de práticas conservacionistas, a fim de prolongar o tempo de vida do solo e de obter a sustentabilidade ambiental da seringueira cultivada nessa situação.

A cultura da seringueira implantada em Latossolos pode proporcionar valores de perda de solo inferiores à taxa de renovação do mesmo, em razão das características de solos profundos e adequados a culturas perenes. A maior parte dessas áreas de estudo apresentaram situação de



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

conservação de recursos, o que não exclui a adoção de práticas conservacionistas nesse tipo de solo, principalmente nas áreas de maior declividade.

## **5 AGRADECIMENTOS**

Ao CNPq, pela bolsa PIBIC concedida, e à Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade de estágio em atividade de pesquisa no projeto GeoHevea.

## **6 REFERÊNCIAS**

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: Serviço Nacional de Pesquisas Agronômicas, 1960. 634 p. (SNPA. Boletim, 12).

GALDINO, S.; TOSTO, S. G.; QUARTAROLI, C. F.; RONQUIM, C. C.; CAMARGO, A. A. **Potencial natural de erosão em sub-bacias com cultivo de seringueira no noroeste do Estado de São Paulo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2016. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 112).

LAL, R. Soil erosion and the global carbon budget. **Environment International**, Cumbria, v. 29, n. 4, p. 437-450, 2003.

IEA. **Estatísticas da produção paulista**. Disponível em: <[http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod\\_sis=1&idioma=1](http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1)>. Acesso em: 14 nov. 2016.

KUNTCHIK, G. **Aplicação da equação universal de perdas de solo na microbacia do Ribeirão das Araras, através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**. 1996. 97 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

SKIDMORE, E. L. Soil-loss tolerance. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. **Determinants of soil-loss tolerance**. Madison: ASA, 1982. p. 87-93. (ASA. Special Publication, 45).

SPAROVEK, G.; WEILL, M. A. M.; RANIERI, S. B. L.; SCHNUG, E.; SILVA, E. F. The time-life concept as a tool for erosion tolerance definition. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 54, v. esp. p. 130-135, 1997.

MEDEIROS, G. O. R.; GIAROLLA, A.; SAMPAIO, G.; MARINHO, M. de A. Diagnosis of the accelerated soil erosion in Sao Paulo State (Brazil) by the soil lifetime index methodology. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Online), v. 40, p. 1-15, 2016a.

MEDEIROS, G. O. R.; GIAROLLA, A.; SAMPAIO, G.; MARINHO, M. de A. Estimates of annual soil loss rates in the State of São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** (Online), v. 40, p. 1-18, 2016b.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas, SP: Instituto Agronômico/Embrapa Solos. Campinas. 1999. 64 p.



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**  
**ISBN 978-85-7029-141-7**

REID, W. V.; CHEN, D.; GOLDFARB, L.; HACKMANN, H.; LEE, Y. T.; MOKHELE, K.; OSTROM, E.; RAIVIO, K.; ROCKSTRÖM, J.; SCHELLNHUBER, H. J.; WHYTE, A. Earth System Science for Global Sustainability: Grand Challenges. **Environment and Development**, v. 330, n. 6006, 2010.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K.; PERSSON, Å.; CHAPIN, F. S.; LAMBIN, III, E.; LENTON, T. M.; SCHEFFER, M.; FOLKE, C.; SCHELLNHUBER, H.; NYKVIST, B.; DE WIT, C. A.; HUGHES, T.; VAN DER LEEUW, S.; RODHE, H.; SÖRLIN, S.; SNYDER, P. K.; COSTANZA, R.; SVEDIN, U.; FALKENMARK, M.; KARLBERG, L.; CORELL, R. W.; FABRY, V. J.; HANSEN, J. WALKER, B. LIVERMAN, D. RICHARDSON, K. CRUTZEN, P. FOLEY. J. Planetary Boundaries: exploring the safe operating space for humanity. **Ecology and Society**, v. 14, n. 32, 2009.

WEILL, M. A. M. **Estimativa da erosão do solo e avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP), através do índice de tempo de vida.** Piracicaba: USP, 1999. 100 p.

WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). II - Interpretação da tolerância de perda de solo utilizando a metodologia do índice de tempo de vida. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 815-824, 2008a.

WEILL, M. A. M.; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP). I - Estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 801-814, 2008b.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning.** Washington: USDA, 1978. 57 p. (Agricultural Handbook, 537).