10.30612/agrarian.v12i44.8944

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Aptidão e capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista para o cultivo de *Tectona grandis* L.

***Land suitability and capacity of use in Vale do Paraíba Paulista for the culture of Tectona grandis* L.**

Júlio César Ribeiro[1], Lúcia Helena Cunha dos Anjos[1], Marcos Gervasio Pereira[1]

[1] Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, BR 465, Km 7, CEP: 23897-000, Seropédica-RJ, Brasil. E-mail: jcragronomo@gmail.com

Recebido em: 15/10/2018 Aceito em:07/05/2019

Resumo: O reflorestamento com espécies exóticas de elevada resistência natural a pragas e doenças e com produção de madeira de alta qualidade para fabricação de móveis e construção naval, como a teca (*Tectona grandis* L.), têm se tornado uma opção rentável ao cultivo em regiões antes consideradas improdutivas. Dessa forma, o estudo foi conduzido com objetivo de avaliar a aptidão e a capacidade de uso das terras da região do Vale do Paraíba Paulista para a implantação de cultivo florestal de teca por meio da Avaliação da Capacidade de Uso e do Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras, sendo utilizados levantamentos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, climáticos e de mobilidade, já realizados na região de estudo. A aptidão e a capacidade de uso das terras da região do Vale do Paraíba Paulista indicam que as condições climáticas locais são favoráveis ao cultivo comercial de teca, e que as principais limitações dos solos estão relacionadas à fertilidade, mecanização e susceptibilidade a erosão. Os Cambissolos, Espodossolos e Gleissolos presentes na região não são indicados ao cultivo da espécie por apresentarem características de solos não favoráveis ao plantio. O cultivo deve ser realizado em áreas que apresentam preferencialmente Latossolos seguido de Argissolos, os quais devem ser manejados sob técnicas conservacionistas de caráter vegetativo e mecânico por apresentarem características suscetíveis à degradação. De um modo geral, verificou-se grande similaridade entre as classificações obtidas pelas metodologias utilizadas, sendo necessário, no entanto, conhecimentos interdisciplinares para uma adequada interpretação das características limitantes das terras para o uso agrícola adequado.

Palavras-chave: classes de solo, madeira nobre, reflorestamento, teca

Abstract: Reforestation with exotic species of high natural resistance to pests and diseases and the production of high quality wood for furniture and shipbuilding, such as teak (*Tectona grandis* L.), has become a profitable option for cultivation in regions previously considered unproductive. Thus, the study was conducted with the objective of evaluating the aptitude and the capacity of use of the lands of the Vale do Paraíba Paulista region for the implementation of teak forest cultivation through the Land Use Capability and the Agricultural Evaluation and Land Suitability System being used geological, geomorphological, pedological, climatic and mobility surveys, already carried out in the study region. The suitability and land use capacity of the Vale do Paraíba Paulista region indicate that local climatic conditions are favorable for commercial teak cultivation, and that the main limitations of soils are related to fertility, mechanization and erosion susceptibility. The Cambisols, Podzols and Gleysols present in the region are not indicated for the cultivation of the species because they have characteristics of soils not favorable to planting. Cultivation should be carried out in areas that present preferentially Oxisols followed by Ultisols, which should be managed under conservationist techniques of vegetative and mechanical character because they present characteristics susceptible to degradation. In general, there was great similarity between the classifications obtained by the methodologies used; however, interdisciplinary knowledge is necessary for an adequate interpretation of the limiting characteristics of the land for the proper agricultural use.

Keywords: soil classes, noble wood, reforestation, teak

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Introdução

A qualidade de uso do solo é essencial para a sustentabilidade da atividade agrícola, envolvendo cuidados no seu manejo. A utilização do solo de forma indiscriminada, sem estudos prévios das potencialidades e limitações ambientais, resultam em sua degradação, causando, consequentemente danos ambientais, econômicos e sociais, muitas vezes difíceis de serem reparados (Delarmelinda et al., 2014; Poelking et al., 2015; Amorim et al., 2017). Neste sentido, um planejamento visando a escolha da melhor forma de uso agrícola do solo conforme seu potencial, deve ser realizado, favorecendo produtividades satisfatórias, sem causar degradação ambiental.

A avaliação da aptidão e do potencial de uso da terra constitui-se em uma importante ferramenta na tomada de decisão para as melhores formas de uso e manejo. Dentre os sistemas de avaliação do potencial agrícola das terras existentes no Brasil, os mais adotados são o "Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras" (Ramalho-Filho e Beek, 1995) e o "Sistema de Capacidade de Uso da Terra" (Lepsch et al., 2015).

O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (S.A.A.A.T) consiste na avaliação das qualidades do ecossistema, por meio das características limitantes das terras para o uso agrícola e das possibilidades de correção ou redução das limitações, conforme as diferentes classes de uso e níveis de manejo a serem adotados (Ramalho-Filho e Beek, 1995).

Baseado em diversos atributos, como por exemplo, de levantamentos pedológicos, geológicos, geomorfológicos e climáticos, o SAAAT constitui-se em diferentes níveis tecnológicos, de acordo com o contexto específico, técnico, social e econômico, variando desde a produção com baixa tecnologia até altamente tecnificada. A presença de diferentes fatores limitantes e grau de restrições para o uso do solo, possibilitam a indicação para diferentes usos com lavouras, pastagens plantadas, silvicultura e/ou pastagem natural, ou ainda, para preservação da flora e fauna, sem aptidão para uso agrícola (Ramalho-Filho e Beek, 1995).

No Brasil, esse sistema é o mais utilizado para avaliar e classificar as terras quanto à sua adaptabilidade sob diferentes condições de manejo, servindo inclusive como base no planejamento de zoneamentos agrícolas (Brasil, 2010).

O sistema de capacidade de uso da terra, consiste na interpretação de sua capacidade de uso, de acordo com as diferentes formas de utilização agrícola racional, sem promover o empobrecimento do solo e degradação ambiental (Lepsch et al., 2015).

Baseado nas características e condições da terra, o sistema de capacidade de uso possibilita o estabelecimento de diferentes classes de uso. As restrições com relação a erosão, condições climáticas, limitações de fertilidade e excesso de água, possibilitam diferentes indicações de uso das terras para culturas agrícolas, pastagens e reflorestamento, ou destinada ao abrigo e à proteção da fauna e flora silvestre (Lepsch et al., 2015).

Diversos autores relatam a utilização destes sistemas de avaliação da aptidão (Delarmelinda et al., 2011; Delarmelinda et al., 2014; Andrade et al., 2015; Poelking et al., 2015; Wadt et al., 2015; Wadt et al., 2016; Machado et al., 2017; Silva-Neto et al., 2018) e capacidade de uso agrícola (Nóbrega et al., 2012) no País. No entanto, são poucos os trabalhos que avaliam os sistemas de aptidão e a capacidade de uso para cultivos florestais, os quais tem alcançado destaque no cenário nacional nas últimas décadas, devido à relativa facilidade de manejo e a geração de renda em regiões que antes eram consideradas improdutivas, tornando-se uma boa opção de uso das terras.

Segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF), a produção anual de madeira em tora para o uso industrial no Brasil, no ano de 2002 foi de 125,2 milhões de m³ passando para 193,4 milhões de m³ no ano de 2012 (ABRAF, 2012).

A exportação brasileira de produtos derivados das florestas plantadas passou de 2,6 bilhões de dólares no ano de 2002 para 7,5 bilhões de dólares no ano de 2012, sendo um dos grandes importadores de madeira serrada os Estados Unidos (ABRAF, 2012). Dessa forma, é necessário a aplicação de técnicas eficientes de modo a possibilitar o uso adequado das terras para a produção florestal sustentada, de modo a suprir as necessidades internas e externas quanto a produtos madeireiros.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

A ABRAF ressalta ainda, que dentre as espécies mais plantadas nos plantios florestais sustentáveis, destacam-se o eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.) e o pinus (*Pinus elliottii* E.), representando a teca (*Tectona grandis* L.) apenas 0,4%, o que corresponde a 116.561 m³ da produção anual (ABRAF, 2012). Devido ao seu grande potencial para produção de madeira de alta qualidade, a teca (*Tectona grandis* L.) tem se mostrado uma espécie arbórea exótica promissora se comparada a grandes cultivos, como eucalipto e pinus.

A cultura apresenta maior probabilidade de êxito considerando os aspectos relacionados à resistência natural a insetos e microorganismos. Outras vantagens são o alto valor de comercialização de sua madeira em decorrência de sua beleza, para a confecção de móveis de luxo e seu uso na construção naval, pelo fato de ser resistente as intempéries climáticas como frio e calor assim como a água, superando outras madeiras nobres (Rondon-Neto et al., 1998).

A teca (*Tectona grandis* L.) é uma árvore de grande porte, de hábito pioneiro, podendo alcançar 2,50 m de diâmetro e mais de 50 m de altura Em ambientes naturais apresenta tronco retilíneo, com casca áspera e fina com espessura de cerca de 1,2 cm (Costa et al., 2007). É considerada uma espécie que se adapta a diversas condições ambientais devido à sua rusticidade, entretanto, seu maior desenvolvimento vegetativo se dá em regiões com clima tropical úmido, verão chuvoso e inverno seco de três a cinco meses, onde prevalecem temperaturas acima de 22° C e precipitação anual entre 1.250 e 2.500 mm. Solos profundos, permeáveis, com razoável capacidade de retenção de água, textura média a argilosa com teor de matéria orgânica superior a 30 g kg^{-1}, com saturação por bases maior que 50% e pH superior a 5,5 são os mais adequados para o cultivo e desenvolvimento da teca (Costa et al., 2007; Dias et al., 2016).

Para que projetos florestais sejam implantados e tenham o retorno financeiro esperado, alguns fatores devem ser considerados, como características climáticas do local, relevo e tipo de solo, para uma adequada avaliação da aptidão e do potencial de uso das terras; além da viabilidade técnica e econômica, devido ao longo período de retorno do capital empregado. Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a aptidão e a capacidade de uso das terras da região do Vale do Paraíba Paulista para a implantação de cultivo florestal de teca (*Tectona grandis* L.), visando a comercialização de madeira nobre para confecção de móveis e uso na construção naval.

Material e Métodos

O estudo foi realizado tomando como base levantamentos já realizados na região do Vale do Paraíba Paulista, o qual é constituído por 5 sub-regiões que compreendem 39 municípios. O Vale está localizado na região leste do estado de São Paulo, entre as Serras da Mantiqueira e a do Mar, com altitude de até 1.900 m, sendo caracterizado por grandes extensões de várzeas e "mares de morros" (EMPLASA, 2013).

De acordo com a classificação de Köppen, a região do Vale do Paraíba Paulista apresenta clima classificado como Cwa – subtropical de inverno seco e verão quente com temperaturas superiores a 22º C, com precipitações entre 1200 a 2500 mm ano^{-1}, o que corresponde às exigências climáticas necessárias para um bom desenvolvimento da teca.

A Bacia do Rio Paraíba do Sul estende-se sobre o estado de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, abrangendo 32 municípios com uma área de 14.444 km², apresentando diversas áreas de proteção ambiental, que estão localizadas principalmente em regiões mais elevadas e montanhosas (EMPLASA, 2013).

A região possui uma posição estratégica para escoamento da produção florestal, por estar localizada entre as duas regiões metropolitanas mais importantes do País, São Paulo e Rio de Janeiro, além de abrigar uma das mais importantes Rodovias Federais, a Via Dutra, que liga ainda diversas Rodovias Estaduais, as quais permitem acesso a outros estados, a portos e demais regiões metropolitanas do País.

Para avaliar a aptidão agrícola para a implantação de cultivo florestal de teca (*Tectona grandis* L.) na região de estudo, utilizou-se o sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (SAAAT) desenvolvido por Ramalho-Filho e Beek (1995).

Tal sistema de avaliação emprega diferentes níveis de manejo, os quais são categorizados de acordo com o contexto específico, técnico, social e econômico, assim como pela formação de grupos conforme o tipo de uso, sendo os grupos subdivididos em classes, com suas possíveis

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

limitações e grau de restrição para a produção agrícola, como pode ser visualizado no Quadro 1.

Quadro 1. Parâmetros para Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras (SAAAT) desenvolvido por Ramalho-Filho e Beek (1995)

Níveis Tecnológicos	
A	Baixo nível técnico-cultural (primitivo), onde praticamente não há aplicação de capital para manejo, utilizando somente esforço braçal ou tração animal para cultivo, sem utilização de correção e adubação do solo.
B	Nível tecnológico médio (pouco desenvolvido), com pouca aplicação de capital, utilizando-se de aração e gradagem para preparo do solo, e técnicas simples de conservação do solo.
C	Alto nível tecnológico (desenvolvido), com aplicação intensiva de capital e de resultados de pesquisas para manejo, assim como mecanização em quase todas as fases de produção.
Grupos	
1	Uso com lavouras anuais e/ou perenes
2	Uso com lavouras anuais e/ou perenes
3	Uso com lavouras anuais e/ou perenes
4	Uso com pastagens plantadas
5	Uso com silvicultura e/ou pastagem natural
6	Preservação da flora e fauna, sem aplicação para uso agrícola
Classes	
Boa	Terras sem limitações significativas para a produção
Regular	Terras que apresentam limitações moderadas para a produção
Restrita	Terras que apresentam limitações fortes para a produção
Inapta	Terras que não apresentam condições sustentadas para a produção
Fatores de Limitações	
f	Deficiência de fertilidade
h	Deficiência de água
o	Excesso de água ou deficiência de oxigênio
m	Impedimento à mecanização
e	Suscetibilidade à erosão
Grau de Restrição	
N	Nulo
L	Ligeiro
M	Moderado
F	Forte
MF	Muito Forte
EF	Extremamente Forte

De acordo com o SAAAT, a utilização de terras para a silvicultura se estabelece ao nível de manejo intermediário (nível B), apresentando limitações que as tornam inviáveis para serem utilizadas com cultivos anuais. Entretanto, visto que a produção florestal é uma atividade que necessita de alto nível tecnológico, com aplicação intensiva de capital, assim como mecanização na maior parte das fases de produção, o nível de manejo considerado para avaliação da aptidão agrícola das terras do Vale do Paraíba Paulista foi representado ao nível de manejo elevado (nível C) e não ao nível de manejo intermediário (nível B).

A capacidade de uso das terras foi avaliada utilizando o método desenvolvido por Lepsch et al. (2015), que envolve uma classificação técnica de agrupamento qualitativo de condições ligadas aos atributos da terra, levando sempre em

consideração suas limitações de uso e/ou risco de degradação, seguindo categorias de classe, subclasse e unidade de uso, conforme pode ser visualizado no Quadro 2.

As limitações de uso e/ou risco de degradação são definidas por classes, que variam em ordem crescente com relação ao nível de restrição, sendo subdivididas em subclasses, com base em possibilidade de erosão ("e"), limitações do solo ("s"), água em excesso no solo ("a"), condições climáticas ("c"); e unidades de uso específicos para cada subclasse, tornando mais explícitas as limitações.

Tanto a avaliação de aptidão agrícola, como a capacidade de uso das terras, foram realizadas com base em análises de levantamentos geológicos (IPT, 1981), geomorfológicos (Ponçano et al., 1981), pedológicos (Oliveira et al., 1999), climáticos (CEIPAP, 2000) e de mobilidade (EMPLASA, 2013) já realizados na região do Vale do Paraíba Paulista.

Resultados e Discussão

Clima

As condições climáticas do Vale do Paraíba Paulista apresentam-se favoráveis ao cultivo de teca, mesmo sendo caracterizada por certa diversidade no regime de chuvas em função da presença das serras da Mantiqueira e do Mar. A precipitação anual entre 1200 e 2500 mm da região, é suficiente para o desenvolvimento adequado da espécie que exige precipitação anual entre 1250 e 2500 mm. As temperaturas médias da região em torno dos 22°C (Folhes e Fisch, 2006), associadas ao período seco e frio que vai de abril a agosto não restringem severamente o crescimento das plantas. Segundo Dias et al. (2016), a teca possui bom desenvolvimento em regiões com as estações bem definidas que apresentam o inverno seco.

Geologia

O Vale do Paraíba Paulista compreende 9 unidades geológicas distintas, sendo elas classificadas como depósitos continentais, depósitos fluviais, aluviões, granulitos, granitos, maciços alcalinos, migmatitos, heterogênicos, migmatitos, homogênios, quartizitos e quartizo-mica xistos (IPT, 1981). Dentre a diversidade geológica presente na região, os arenitos apresentam melhores condições de infiltração, seguidos do substrato granítico rico em minerais félsicos como quartzo e feldspatos, e os migmatitos homogêneos apresentando composição arenoargilosa, características as quais são favoráveis ao desenvolvimento de teca (*Tectona grandis* L.), por proporcionarem a formação de solos bem drenados e com boa aeração, facilitando o crescimento do sistema radicular e consequentemente um bom desenvolvimento das plantas. Já os aluviões, por apresentarem formação de solos com uma composição variada e com menor infiltração de água, não são recomendados ao plantio da espécie.

Geomorfologia

A geomorfologia do Vale do Paraíba Paulista é bastante diversificada, apresentando planícies aluviais, colinas amplas, colinas pequenas com espigões, escarpas festonadas, escarpas com espigões, mar de morros, montanhas, morros paralelos, morros com serras restritas, morretes alongados com espigões, morretes baixos e serras alongadas (Ponçano et al., 1981).

Dentre as unidades geomorfológicas identificadas, as que apresentam as melhores condições de infiltração (drenagem), o que é favorável para o desenvolvimento da teca, e são favoráveis à mecanização dos procedimentos florestais, são os relevos de colinas amplas, topos extensos e aplainados e vales abertos. As boas condições de infiltração são observadas nas áreas de relevos de morros paralelos e morrotes baixos, por apresentarem topos arredondados e vales mais abertos. Contudo, locais planos e baixos, geralmente com pouca declividade, localizados na maior parte do Vale, mais próximo a Serra da Mantiqueira, apresentam condições desfavoráveis à infiltração e com acúmulo de água, não sendo indicadas ao cultivo da teca.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Quadro 2. Parâmetros para avaliação da Capacidade de uso das Terras (Lepsch et al., 2015)

Classe	
I	Terras sem ou com limitações permanentes em relação ao risco de degradação para uso agrícola intensivo
II	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação moderado para uso agrícola intensivo
III	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo para uso agrícola intensivo
IV	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em graus muito severos se usadas para cultivos intensivos
V	Terras sem ou com pequeno risco de degradação pela erosão, mas com outras limitações não possíveis de serem removidas e que podem fazer com que seu uso seja limitado apenas para pastagens, reflorestamentos ou de vida silvestre
VI	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo, devendo ser usadas somente para pastagens e/ou reflorestamentos
VII	Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação muito severo, mesmo quando usadas para pastagens e/ou reflorestamentos, que devem ser manejadas com extremo cuidado
VIII	Terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamentos, devendo ser destinadas ao abrigo e à proteção da fauna e flora silvestre
Subclasse	**Unidade de Uso**
e	1 Declive acentuado
	2 Declive longo
	3 Mudança textural abrupta
	4 Erosão laminar
	5 Erosão em sulcos
	6 Erosão em voçorocas
	7 Erosão eólica
	8 Depósito de erosão
	9 Permeabilidade baixa
	10 Horizonte A arenoso
s	1 Pouca profundidade
	2 Textura arenosa em todo perfil
	3 Pedregosidade
	4 Argilas expansivas
	5 Caráter álico ou alumínico
	6 Ácidos sulfatados ou sulfetos
	7 Alta saturação com sódio
	8 Excesso de sais solúveis
	9 Excesso de carbonatos
a	1 Lençol freático elevado
	2 Risco de inundação
	3 Subsidência em solos orgânicos
	4 Deficiência de oxigênio no solo
c	1 Seca prolongada
	2 Geada
	3 Ventos frios
	4 Granizo
	5 Neve

"e" - possibilidades de erosão; "s" - limitações do solo; "a" - água em excesso no solo; "c" - condições climáticas

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

As áreas de relevos escarpados com topos angulosos e vales fechados, que estão geralmente localizados nas "laterais" do Vale, ou seja, nas Serras da Mantiqueira e do Mar, apresentam condições pouco favoráveis à infiltração e consequentemente ao desenvolvimento da teca, assim como à mecanização dos procedimentos florestais.

Pedologia

Com base no levantamento pedológico do estado de São Paulo realizado por Oliveira et al. (1999), pode-se observar no Vale do Paraíba Paulista a presença de LATOSSOLOS VERMELHOS (LV) e VERMELHOS-AMARELOS (LVA), ARGISSOLOS VERMELHOS-AMARELOS (PVA), CAMBISSOLOS HÁPLICOS (CX) e HÚMICOS (CH), ESPODOSSOLOS FERROCARBICOS (ES) e GLEISSOLOS MELÂNICOS (GM) (Figura 1).

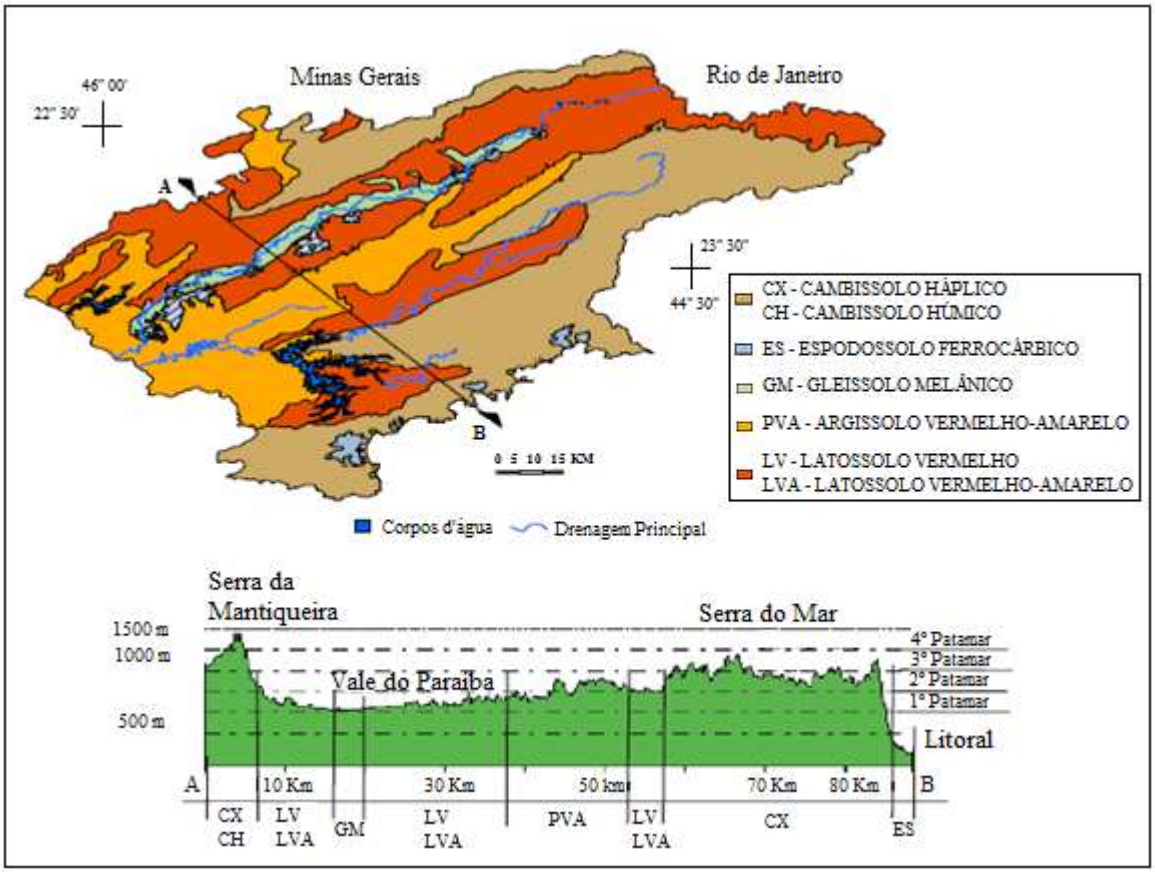


Figura 1. Classes de solo e perfil topográfico da região do Vale do Paraíba Paulista, Serra da Mantiqueira e Serra do Mar. Fonte: Adaptado de Moura et al. (2006)

Os CAMBISSOLOS HÁPLICOS (CX) e HÚMICOS (CH) possuem capacidade de infiltração moderada e são normalmente rasos por apresentarem horizonte incipiente (Bi). São geralmente constituídos por teores consideráveis de minerais primários facilmente intemperizáveis (Santos et al., 2018). Na região de estudo, são geralmente encontrados em áreas de terrenos elevados com altitude superior a 1000m, e sob relevo com elevada declividade (Figura 2) que varia de fortemente ondulado a escarpado com alta suscetibilidade a erosão, podendo, no entanto, ocorrer em áreas planas (baixadas) fora da influência do lençol freático, não sendo geralmente recomendados ao cultivo florestal comercial em decorrência a dificuldade de mecanização e ao impedimento do crescimento radicular das plantas.

Os ESPODOSSOLOS (ES) são predominantemente arenosos podendo variar de rasos até profundos com a presença de horizonte espódico com cores variando de cinzenta até avermelhada ou amarelados com nítida divisão de horizontes (Santos et al., 2018). Na região do

Vale do Paraíba Paulista, apresentam-se próximos as áreas litorâneas (baixadas litorâneas), sendo formados por sedimentos marinhos (Figura 2). São solos geralmente ácidos, com baixa saturação de bases e elevados teores de alumínio extraível, que podem apresentar horizonte cimentado subjacente ao horizonte espódico, causando impedimento a infiltração e ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. Apesar de terem sido registrados no trabalho de Moura et al. (2006), esses solos não são observados com frequência nessa região, possivelmente devem ocorrer em pequena expressão em associação a outros solos em condições de hidromorfismo.

Os GLEISSOLOS MELÂNICOS (GM) apresentam drenagem imperfeita, com frequente inundação e longo período de saturação por água devido à presença de cheias dos cursos d'água ou da elevação do lençol freático, com pouca suscetibilidade a erosão (Santos et al., 2018). No Vale do Paraíba Paulista são geralmente encontrados em locais de relevo plano (várzeas) até suavemente ondulado com baixa declividade (Figura 2) sendo derivados de sedimentos aluviais. Atualmente são ocupados principalmente por pastagens degradadas e áreas urbanas.

Os ARGISSOLOS VERMELHOS-AMARELOS (PVA) são solos bem a moderadamente drenados, bastante evoluídos apresentando sequência de horizontes A, B e C, com colorações vermelho amarelada, apresentando possíveis limitações relacionadas a teores elevados de alumínio, acidez, fertilidade e a suscetibilidade a erosão quando em relevos mais acidentados (Santos et al., 2018). No Vale do Paraíba Paulista são encontrados principalmente em região de relevos ondulados a fortemente ondulados, com declividade intermediária (Figura 2) sendo derivados de rochas graníticas (granito) e metamórficas (gnaisses e xistos). São ocupados atualmente em grande parte por pastagens e capoeiras.

Os LATOSSOLOS VERMELHOS (LV) e VERMELHOS-AMARELOS (LVA) são caracterizados geralmente como solos com fertilidade moderada, constituídos de minerais secundários, profundos e bem desenvolvidos (Santos et al., 2018). Localizados entre as vertentes das Serras da Mantiqueira e do Mar, os Latossolos (LV e LVA) compreendem boa parte dos municípios do Vale do Paraíba Paulista, sendo encontrados principalmente em regiões com relevos que vão de suavemente ondulado a ondulado com baixa a moderada declividade o que favorece a infiltração da água e a baixa suscetibilidade a erosão (Figura 2). No Vale do Paraíba Paulista, atualmente são ocupados por pastagens e algumas áreas de reflorestamentos com eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.).

Com base em 5 cenários de suscetibilidade a erosão (muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto), Pinto (2013) avaliou as áreas de risco a erosão do Vale do Paraíba Paulista. O autor constatou que a susceptibilidade a erosão foi diretamente dependente do tipo de solo da região, onde os Espodossolos, Gleissolos e Latossolos foram os que apresentaram menor suscetibilidade a erosão, devido a sua localização nas partes mais baixas do relevo, seguido dos Argissolos que apresentaram suscetibilidade intermediária a erosão, sendo os Cambissolos os que apresentaram maior suscetibilidade a erosão, principalmente em decorrência a posição no relevo.

A avaliação da aptidão das terras do Vale do Paraíba Paulista para o nível de manejo elevado (nível C), tomando-se como base os diferentes tipos de solos ocorrentes nesta região, está apresentada na Tabela 1.

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

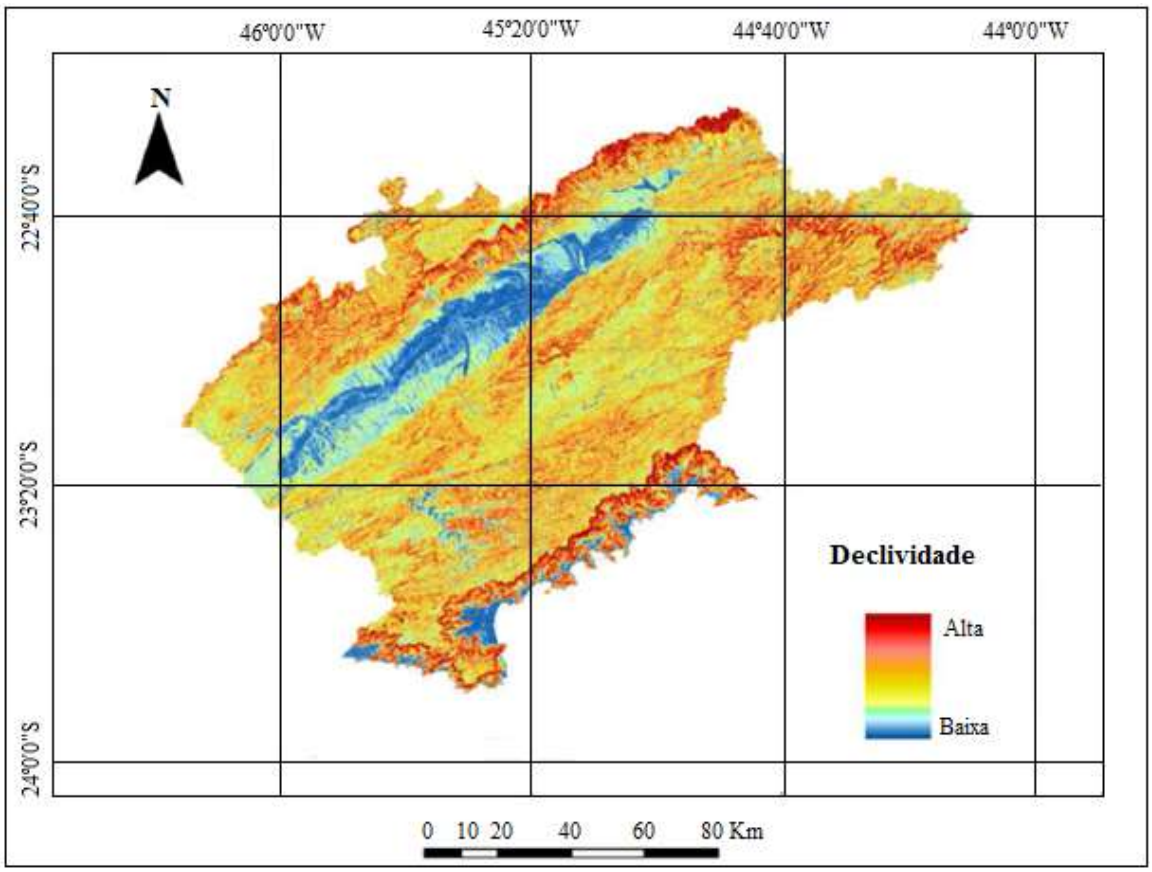


Figura 2. Mapa de declividade do Vale do Paraíba Paulista, Serra da Mantiqueira e Serra do Mar. Fonte: Adaptado de Pinto (2013)

Tabela 1. Classificação da aptidão das terras do Vale do Paraíba Paulista considerando o nível de manejo C para silvicultura**,** com o cultivo de teca (*Tectona grandis* L.), de acordo com a metodologia desenvolvida por Ramalho-Filho e Beek (1995)

Classe de	Fertilidade	Deficiência de Água	Deficiência de Oxigênio	Erosão	Mecanização
	CAMBISSOLOS				
Inapto	L/M	N/L	N	MF	MF
	5S	5S	5s	5(s)	-
	ESPODOSSOLOS				
Inapto	M/F	N/L	L	L	L/M
	5(s)	5S	5s	5s	5s
	GLEISSOLOS				
Inapto	N	N/L	F	N	M
	5S	5S	-	5S	5S
	ARGISSOLOS				
5s	N/L	L	L	L	L
	5S	5S	5s	5s	5S
	LATOSSOLOS				
5S	L	L	N/L	N	N/L
	5S	5S	5S	5S	5S

Grupo - Tipo de utilização: "5S" ou "5s": uso com silvicultura. Subgrupo-Classe: "S" - Boa; "s"- Regular; "(s)" - Restrito. Grau de restrição: nulo "N"; ligeiro "L"; moderado "M"; forte "F" e muito forte "MF". "-" terras sem aptidão (inapto) para lavouras em geral. "-" terras sem aptidão (inapto) para lavouras em geral, exceto para cultivo de arroz inundado

Revista Agrarian
ISSN: 1984-2538

Para o nível de manejo adotado (nível C), que corresponde ao cultivo florestal de grandes áreas, é necessária a utilização de mecanização na maior parte das operações. Para que isso seja possível, é necessário que não só as condições topográficas sejam favoráveis, assim como as características físicas do solo, possibilitando o tráfego de máquinas em todas as etapas do cultivo de forma a não agravar os processos erosivos.

A classificação de aptidão das terras do Vale do Paraíba Paulista para a produção de teca no nível tecnológico C, apresentou os Cambissolos, os Espodossolos, e os Gleissolos inaptos ao cultivo de teca (Tabela 1).

Os Cambissolos apresentaram-se inaptos devido à pouca profundidade, e às condições restritivas de relevo, em consequência à posição mais elevada, com possibilidade de erosão e impedimento a mecanização. Já os Espodossolos em decorrência a baixa fertilidade e a formação de camadas impeditivas ao crescimento das raízes das plantas, e os Gleissolos devido à deficiência de oxigênio pelo excesso de água, que afeta diretamente o desenvolvimento das plantas de teca (Tabela 1).

Os Latossolos apresentaram-se aptos ao cultivo florestal de teca sendo classificados como classe boa "5S", com ligeira possibilidade de deficiência de água e fertilidade. Os Argissolos também se apresentaram aptos ao plantio de teca, porém sendo identificados como classe regular "5s" em decorrência da ligeira possibilidade de erosão, impedimento a mecanização e deficiência de água e/ou oxigênio (Tabela 1).

A capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista utilizando a metodologia desenvolvida por Lepsch et al. (2015) está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Classificação da capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista para silvicultura com o cultivo de teca (*Tectona grandis* L.) de acordo com a metodologia desenvolvida por Lepsch et al. (2015)

Classe de solo	Classificação (Classe/Subclasse/Unidade de Uso)
CAMBISSOLOS	VIII e1-4-5-9 s1-3-4 c2-3
ESPODOSSOLOS	VIII e3-4-9-10 s9
GLEISSOLOS	VIII e8-9 a1-2-4
ARGISSOLOS	III e2-5-6-9 s3 c2
LATOSSOLOS	II e4-5

Classe: II - Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau moderado para uso agrícola intensivo; III - Terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau severo para uso agrícola intensivo; VIII - Terras impróprias para reflorestamentos. Subclasse: e - erosão e/ou seu risco; s - solos com limitação na zona passível de enraizamento; a - água em excesso; c - problemas ligados á condição climática

Verifica-se, que os Cambissolos estão enquadrados na classe VIII, que são terras consideradas impróprias para as culturas, pastagens ou reflorestamentos, devendo ser destinadas ao abrigo e a proteção da fauna e flora silvestre, aos ambientes de recreação protegidos, bem como para armazenamento de águas (Tabela 2). Estes solos são passíveis de processos erosivos laminares e em sulcos de forte intensidade, devido declive muito acentuado com escoamento muito rápido e baixa permeabilidade do solo. Apresentam limitação na zona de enraizamento das plantas, por serem solos pouco profundos, com pedregosidade, sendo ainda, afetados pela ação do clima com presença de geadas e ventos frios. Nesta classe de solos, encontram-se diversas unidades de conservação na região do Vale do Paraíba Paulista, com a finalidade de proteção do ecossistema.

Os Gleissolos estão enquadrados na classe VIII, que são terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamentos, devendo ser destinadas ao abrigo e a proteção da fauna e flora silvestre, aos ambientes de recreação protegidos, bem como para armazenamento de águas (Tabela 2). Estes solos apresentam baixo risco de erosão, por estarem localizados em áreas de várzeas, podendo, no entanto, apresentar depósitos erosivos provenientes das partes mais elevadas do relevo. Apresentam ainda, baixa permeabilidade por serem solos normalmente mais argilosos, excesso de água pela presença de lençol freático elevado, com risco de inundações e deficiência de oxigênio principalmente na época das águas, que na região de estudo vai de outubro a abril, o que pode limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, não sendo propício ao cultivo de teca.

Os Argissolos estão enquadrados na classe III, que são terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau moderado para uso agrícola intensivo, sendo terras cultiváveis, porém apresentam problemas de conservação (Tabela 2). Estes solos apresentam vulnerabilidade à frequente erosão severa em sulcos rasos a profundos, podendo gerar voçorocas, devido a estarem localizados em declives longos de baixa permeabilidade por serem solos argilosos, ainda, com limitação da zona de enraizamento pela possível presença de pedregosidade. São solos com potencial presença de geadas entre os meses de maio a agosto. No entanto, a teca se desenvolve bem sob tais condições climáticas, principalmente em locais com inverno seco (Dias et al., 2016), que é o caso da região do Vale do Paraíba Paulista.

Os Latossolos estão enquadrados na classe II, que são terras com limitações permanentes e/ou risco de degradação em grau moderado para uso agrícola intensivo, sendo consideradas terras cultiváveis, mas que apresentam problemas de conservação por apresentarem moderada vulnerabilidade à erosão laminar ou à erosão em sulcos rasos (Tabela 2).

Tanto os Latossolos, quanto os Argissolos da região de estudo, localizados geologicamente sob a presença de arenitos com boa capacidade de infiltração, substrato granítico rico em minerais félsicos como quartzo e feldspatos, e os migmatitos homogêneos com composição arenoargilosa, mostraram-se aptos à implantação da teca. No entanto, por apresentarem características suscetíveis à degradação, práticas conservacionistas devem ser aplicadas no manejo de ambos os solos. O próprio plantio florestal de teca sob esses solos é caracterizado uma técnica conservacionista de caráter vegetativo, por proporcionar a cobertura e proteção do solo contra a erosão pelas próprias plantas.

Em Latossolos e Argissolos já cultivados com culturas anuais, sob os quais deseja-se efetuar o plantio de teca, recomenda-se a técnica de semeadura de plantas de cobertura, como por exemplo, crotalária (*Crotalaria* spp.), feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) e o calopogônio (*Calopogonium mucunoides* D.). A utilização de plantas de cobertura auxilia na proteção do solo contra erosão durante o desenvolvimento da espécie florestal até o fechamento de suas copas, além de proporcionarem a produção de matéria orgânica pela senescência e corte das plantas de cobertura (Altieri, 2012).

A presença de matéria orgânica em solos mais argilosos, como os Argissolos, é essencial à melhoria de sua estrutura, favorecendo as condições de arejamento e infiltração de água. No caso dos Latossolos, a presença de plantas de cobertura e matéria orgânica contribui para que se evite a formação de crostas superficiais devido à floculação de argilas (Silva e Mendonça, 2007; Silva et al., 2012). Por serem geralmente muito permeáveis, os Latossolos apresentam grande percolação de água no perfil, o que associado à baixa capacidade de troca de cátions geralmente encontrada causa lixiviação de nutrientes (Santos et al., 2018).

Na área de estudo, o processo de lixiviação de nutrientes por esse processo, pode ser intensificado na época das águas, compreendida entre os meses de outubro a abril. Tal processo pode ser controlado pela presença de matéria orgânica, que possibilita a melhoria da fertilidade, aumentando a capacidade de troca de cátions, reduzindo, consequentemente o processo de lixiviação de nutrientes ao longo do perfil (Silva e Mendonça, 2007; Silva et al., 2012).

Em áreas de Latossolos e Argissolos sob pastagens, o preparo do solo pode ser realizado somente nas linhas de plantio, ou ainda ser realizado o dessecamento prévio do pasto, seguido pelo preparo localizado das covas de plantio, evitando assim a exposição completa do solo.

Práticas conservacionistas de caráter mecânico, como o terraceamento também devem ser empregadas em caráter de prevenção e/ou controle da erosão tanto nos Latossolos, quanto nos Argissolos. São normalmente empregadas com êxito em solos sem pedregosidade e não muito rasos (Bertoni e Lombradi-Neto, 2005).

A construção de terraços em nível viabiliza a redução da velocidade de enxurradas, promovendo maior retenção das águas e reduzindo as perdas de solo. Contudo, devem ser construídos levando em conta a posição do terreno no relevo (Bertoni e Lombradi-Neto, 2005). Na região de estudo, os terraços nos Latossolos e Argissolos devem ser construídos entre os meses de maio a agosto, período com baixos índices pluviométricos, para que na época das águas (outubro a abril) os terraços possam receber as enxurradas, reduzindo os processos erosivos.

Os terraços nos Argissolos devem ser construídos com menor espaçamento entre si, para que não acumulem muita água e ela possa infiltrar corretamente, visto que esses solos normalmente apresentam baixa permeabilidade por serem solos argilosos e estarem geralmente posicionados em locais de relevos ondulados a fortemente ondulados. Já nos Latossolos, os terraços podem ser construídos com maiores espaçamentos entre si, por geralmente estarem localizados em relevos suaves ondulados a ondulados, e serem solos profundos e bem desenvolvidos com boa permeabilidade a infiltração de água.

De uma forma geral, quando comparados os resultados para as classes de solo presentes na região do Vale do Paraíba Paulista, obtidos pelo SAAAT, considerando o nível de manejo elevado (nível C), aos estabelecidos pela capacidade de uso das terras proposto por Lepsch et al. (2015), verificou-se grande similaridade entre as classificações. Solos que se apresentaram inaptos ao cultivo de teca pelo SAAAT, principalmente pela grande propensão aos processos erosivos e limitações na zona passível de enraizamento, também são aqueles que possuem restrição ao plantio desta cultura pela avaliação da capacidade de uso, em decorrência dos fatores relacionados aos processos erosivos, e aos problemas de restrição ao desenvolvimento de raízes.

No entanto, o sistema de avaliação da aptidão das terras possibilita uma avaliação mais ampla e menos restritiva para a silvicultura em nível municipal, estadual ou nacional, em comparação a avaliação pelo sistema de capacidade de uso, no qual são avaliados maior número de características relacionadas as limitações de solo, erosão, água e clima. Apesar de certa complexidade para ser interpretado, este possibilita uma maior precisão na classificação de uso, facilitando o estabelecimento de práticas a serem preconizadas no manejo.

Conclusões

As condições climáticas da região do Vale do Paraíba Paulista são favoráveis ao cultivo comercial de teca. No entanto, considerando o nível de manejo elevado (nível C), os Cambissolos, Espodossolos e Gleissolos presentes na região de estudo não são indicados ao cultivo da espécie. Os plantios comerciais de teca devem ser realizados preferencialmente em Latossolos seguido dos Argissolos, os quais apresentam características favoráveis ao cultivo. Contudo, apesar de aptos ao cultivo de teca, os Latossolos e Argissolos devem ser manejados sob técnicas conservacionistas de caráter vegetativo e mecânico por apresentarem características suscetíveis à degradação.

Um ponto favorável ao cultivo florestal na região é a presença da Via Dutra, uma das mais importantes Rodovias Federais, que permite mobilidade favorável para o escoamento da produção.

Ressalta-se ainda, que no presente estudo foi realizada uma avaliação geral da aptidão agrícola e da classificação da capacidade de uso das terras do Vale do Paraíba Paulista, com base em levantamentos de grande escala, devendo antes da implantação da cultura em determinada área sobre Latossolos ou Argissolos, serem realizados levantamentos detalhados de campo, incluindo análises químicas e físicas do solo local, visando um manejo apropriado de fertilidade do solo para que as plantas de teca desenvolvam-se adequadamente.

De um modo geral, constatou-se grande similaridade entre as classificações obtidas pelos métodos utilizados. No entanto, a determinação das classes de aptidão e a capacidade de uso da terra, são práticas consideradas complexas, sendo necessário conhecimentos interdisciplinares para uma adequada interpretação das características limitantes das terras para o uso agrícola adequado.

Apesar do SAAAT ser utilizado na determinação do potencial agrícola, o mesmo, necessita de atualizações no que se refere aos níveis de manejo, principalmente para a silvicultura, cultivo o qual atualmente recebe aplicação intensiva de capital, assim como, emprego de mecanização na maior parte das fases de produção, enquadrando-se não mais ao nível intermediário (B) de manejo, e sim ao nível altamente tecnificado (C).

Referências

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Editora Expressão Popular. 400p. 2012.

AMORIM, J. V. A.; FROTA, J. C. O.; VALLADARES, G. S.; CABRAL, L. J. R. S.; GUIMARÃES, C. C. B.; COELHO, R. M.;

AQUINO, R. P. Adequabilidade do uso agrícola das terras do sertão central do Ceará. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 10, n. 1, p. 228-238. 2017.

ANDRADE, D.C.; REIS, T. E. S.; REIS, L. C. CONFLITO DE USO DO SOLO EM ÁREA DE RECARGA DO ÁQUIFERO GUARANI NA BACIA DO MÉDIO RIO DAS CINZAS. **Geociências (São Paulo)**, v. 34, n. 1, p. 69-76. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012**, ano base 2011. Brasília: ABRAF, 150 p. 2012.

BERTONI, J.; LOMBARDI-NETO, F. **Conservação do solo.** 5º edição. São Paulo: Ícone. 355p. 2005.

COMITÊ DA BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL - CEIVAP. **Projeto qualidade das águas e controle da poluição hídrica na Bacia do Rio Paraíba do Sul**. Relatório Final. São Paulo: Governo de São Paulo/CBH - Rio Paraíba do Sul e Serra da Mantiqueira. 256 p. 2000.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Macrozoneamento da Amazônia. **Estratégias de transição para a sustentabilidade**. Brasília, Comissão Coordenadora do ZEE no Território Nacional, 2010. 164p.

COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V.; SILVA, V. S. M. Experimentação e seleção no melhoramento genético de TECA (*Tectona grandis* L.). **Floresta e Ambiente**, v. 14, n. 1, p. 76–92. 2007.

DELARMELINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C.; MASUTTI, C. S. M.; DA SILVA, E. F.; SILVA, M. B.; COUTO, W. D. Avaliação da aptidão agrícola de solos do Acre por diferentes especialistas. **Embrapa Acre-Artigo em periódico indexado (ALICE)**. 2011.

DELARMINDA, E. A.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C.; MASUTTI, C. S. M.; SILVA, E. F.; SILVA, M. B.; COELHO, R. M.; SILVA, L. M.; SHIMIZU, S. H.; COUTO, W. H. Aplicação de sistemas de avaliação da aptidão agrícola das terras em solos do Estado do Acre, Amazônia. **Biota Amazônica**, Macapá, v. 4, n. 2, p. 87-95. 2014.

DIAS, D. P.; FREITAS, K. K. S.; FREITAS, D. V. Características estruturais de folhas em diferentes estágios fenológicos de *Tectona grandis* L.f. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 13, n. 23, p. 242-251. 2016.

EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO SA - EMPLASA. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria de Desenvolvimento Metropolitano. **Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte**, 132 p. 2013.

FOLHES M. T, FISCH G. **Caracterização climática e estudo de tendências nas séries temporais de temperatura do ar e precipitação em Taubaté, SP**. Revista Ambiente e Água V.1, n.1, p. 61-71. 2006.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, São Paulo: IPT. 1981.

LEPSCH, I. F.; ESPINDOLA, C. R; FILHO, O. J. V; HERNANI, L. C.; SIQUEIRA, D. S. **Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso**. Viçosa, MG: SBCS, 170p. 2015.

MACHADO, L. N.; LOSS, A.; BACIC, I. L. Z.; DORTZBACH, D.; CAMPOS LALANE, H. Avaliação do potencial agrícola e conflitos de uso das terras na microbacia Lajeado Pessegueiro, Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 16, n. 3, p. 308-323. 2017.

MOURA C. A; JIMENEZ-RUEDA J. R; MARTINS-COELHO J. O. **O processo pedogenético no domínio tropical atlântico** - O exemplo do Vale do Paraíba do Sul/SP. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia. 2006.

NÓBREGA, M. S.; WADT, P. G. S.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Indicadores de capacidade de uso da terra para escala de propriedade rural: deficiência de fertilidade do solo. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota**

Amazonia, Amazonian Biota), v. 2, n. 2, p. 1-7. 2012.

OLIVEIRA, J. B.; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.; CALDERANO-FILHO, B. **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas (IAC) - Escala 1:500.000. 1999.

PINTO, C. T. **Identificação de áreas susceptíveis aos processos erosivos na região do Vale do Paraíba**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. 2013.

POELKING, E. L.; DALMOLIN, R. S. D.; DE ARAÚJO PEDRON, F.; FINK, J. R. Sistema de informação geográfica aplicado ao levantamento de solos e aptidão agrícola das terras como subsídios para o planejamento ambiental do município de Itaara, RS. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 215-223. 2015.

PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M.; PRANDINI, F. L. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 94 p. 1981.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 65 p. 1995.

RONDON-NETO, R. M.; MACEDO, R. L. G.; TSUKAMOTO-FILHO, A. A. **Formação de povoamentos florestais com *Tectona grandis* L. (Teca)**. Boletim Técnico - Série Extensão, v. 7, n. 33, p. 1-29. 1998.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREARAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO-FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B. CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Ed. Brasília, DF: Embrapa. 2018.

SILVA, I. R; MENDONÇA, E. S. **Matéria Orgânica do solo**. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. Fertilidade do Solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo-SBCS. 2007.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. **Composição da fase sólida orgânica do solo**. In: MEURER, E. J. Fundamentos de Química do Solo. 6.ed. Porto Alegre: EVANGRAF. 275 p. 2012.

SILVA-NETO, E. C.; SOUZA, A. F. F.; JÚNIOR, M. G. C.; CORDEIRO, A. A. S. Aplicação do sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (SAAAT) em solos do Norte de Minas Gerais. **Agrarian Academicy**, v. 5, n. 9, p. 30-45. 2018.

WADT, P. G. S.; DELARMELINDA, E. A.; COUTO, W. H.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Validação de sistema de aptidão agrícola das terras em projeto de assentamento de Sena Madureira, Acre. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 5, n. 4, p. 68-77. 2015.

WADT, P. G. S.; COUTO, W. H.; DELARMELINDA, E. A.; DOS ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G. Avaliação da aptidão agrícola das terras em solos sedimentares associados a argilas de alta atividade da Amazônia Sul-Ocidental. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 6, n. 1, p. 55-59. 2016.