

Levantamento do meio físico e classificação de terras pelo Sistema de Capacidade de Uso do Solo no CCA/UFSCar

Survey of the Physical Environment and Land Use Classification by the Land Use Capability System at CCA/UFSCar

Maria Isabel de Oliveira Lima¹

Anna Hoffmann Oliveira²

Resumo

A investigação da propensão natural de uso das terras é essencial, especialmente em áreas sujeitas à intensa ação antrópica. O uso do solo sem considerar sua capacidade produtiva pode acarretar subutilização ou sobreutilização, resultando em ineficiência ou danos severos. Este estudo objetivou determinar a capacidade de uso do solo no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Avaliando atributos morfológicos, físicos e químicos dos solos foi determinada a capacidade de uso do solo pelo Sistema de Capacidade de Uso das Terras, que classifica os solos de acordo com sua maior limitação. Verificou-se que toda a área se enquadra no Grupo A, adequado desde uso para preservação da fauna e flora até culturas anuais. No entanto, há diferenças nas necessidades de conservação do solo entre as classes. No *campus*, predomina a classe III (94,14% da área total), indicando áreas com problemas complexos de conservação e/ou melhoramento; a classe II, com problemas mais simples, abrange 2,31%, enquanto 3,54% apresentam sérios problemas de conservação do solo. Além dos 23,78% da área ocupados por Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL), 67,59% da área está sendo usada adequadamente, 3,54% acima da capacidade e 5,09% abaixo. Para as áreas sobreutilizadas, recomenda-se manejo menos intensivo ou destinação para conservação e implementação de práticas de recuperação e controle da erosão. As áreas subutilizadas podem ser exploradas até seu máximo potencial, e para as áreas em uso adequado, a manutenção das práticas conservacionistas é essencial para garantir a sustentabilidade dos recursos.

Palavras-Chave: Classificação Interpretativa das Terras, Conservação do Solo, Manejo do Solo, Pedologia.

1 Graduanda em Engenharia Agronômica, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de São Carlos.Carols.maria.lima@estudante.ufscar.br.ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0200-6085>

2 Professora Doutora, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de São Carlos.
annahoffmann@ufscar.br.ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5479-8359>

Abstract

Investigating the natural propensity for land use is essential, especially in areas subject to intense human action. Using soil without considering its productive capacity can lead to underutilization or overutilization, resulting in inefficiency or severe damage. This study aimed to determine the land use capability at the Center for Agricultural Sciences (CCA) of the Federal University of São Carlos (UFSCar). By evaluating the morphological, physical, and chemical attributes of the soils, the land use capability was determined using the Land Use Capability System, which classifies soils according to their greatest limitation. It was found that the entire area falls into Group A, suitable for uses ranging from the preservation of fauna and flora to annual crops. However, there are differences in soil conservation needs observed among the classes. On the campus, class III predominates (94.14% of the total area), indicating areas with complex conservation and/or improvement problems; class II, with simpler issues, covers 2.31%, while 3.54% present serious soil conservation problems. In addition to the 23.78% of the area occupied by Permanent Preservation Area (APP) and Legal Reserve (RL), 67.59% of the area is being used appropriately, 3.54% above capacity, and 5.09% below. For overutilized areas, less intensive management or conservation designation, along with the implementation of recovery and erosion control practices, are recommended. Underutilized areas can be exploited to their full potential, while for adequately used areas, maintaining conservation practices is essential to ensure resource sustainability.

Keywords: Interpretative Land Classification, Soil Conservation, Soil Management, Pedology.

Introdução

A investigação da propensão natural de uso das terras é fundamental, especialmente em áreas sujeitas à intensa atividade humana. Isso porque o uso sustentável dos recursos naturais é essencial para sobrevivência e o bem-estar das atuais e futuras gerações, garantindo o fornecimento de água e alimento, a estabilidade do clima e a resiliência perante a desastres naturais (PRADO; MONTEIRO; AMARAL, 2022).

A interferência humana na natureza inevitavelmente resulta em degradação ambiental. O ponto crucial é manter essa degradação em um nível aceitável, de modo que as alterações causadas não comprometam significativamente a integridade e a funcionalidade do ecossistema. O solo é especialmente suscetível à degradação, representando um dos fatores que mais afetam a produtividade agrícola e contribuem para o desequilíbrio ambiental (MELO *et al.*, 2021). Portanto, a adoção de um manejo adequado às potencialidades de uso das terras e a implementação de práticas conservacionistas são essenciais para mitigar esses efeitos.

A utilização inadequada do solo, sem considerar sua capacidade produtiva, pode resultar em subutilização ou sobreutilização, ambas com consequências significativas. A subutilização ocorre quando o solo não é explorado em seu máximo potencial, resultando em ineficiência na produção agrícola. Por outro lado, a sobreutilização gera severos impactos socioeconômicos e ambientais, incluindo erosão da camada superficial do solo, perda de nutrientes essenciais para a agricultura, redução da qualidade e produtividade das culturas e diminuição da capacidade de retenção e absorção de água do solo, além do assoreamento e eutrofização de corpos d'água, entre outros problemas que comprometem a sustentabilidade agrícola (SUZUKI *et al.*, 2021; JANSEN, 2022). Nesse contexto, a condução de estudos sobre a capacidade de uso do solo é crucial como elemento de apoio às políticas de planejamento e desenvolvimento rural em sintonia com a sustentabilidade.

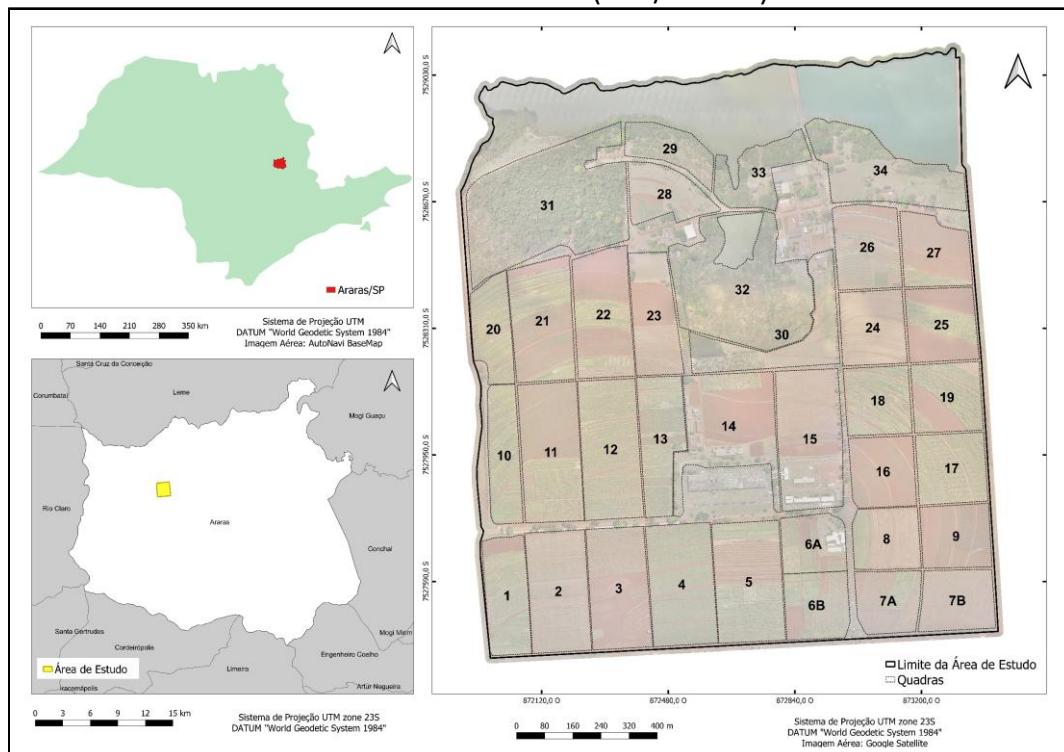
Segundo Lepsch (2018), o planejamento do uso da terra pode ser realizado em diversos níveis, como nacional, regional ou local, com foco em aspectos econômicos, sociais ou conservacionistas. Essa abordagem permite uma gestão integrada dos recursos naturais — solo, água e vegetação — e possibilita a formulação de estratégias adequadas para o manejo da área, além de identificar riscos futuros. Muitos projetos têm sido realizados em escala de propriedade agrícola (local) evidenciando as práticas necessárias para controlar a erosão acelerada em solos cultivados (RAMPIM *et al.*, 2012; LEPSCH, 2018; XAVIER *et al.*, 2021; ARAÚJO, 2023). Outros estudos têm abordado ainda a determinação da capacidade de uso do solo no Brasil em bacias hidrográficas, destacando a importância de uma análise mais ampla e contextualizada (DIEL *et al.*, 2013; TAGLIARINI *et al.*, 2019).

Com décadas de uso agrícola intensivo, principalmente para o cultivo de cana-de-açúcar, o Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar) ainda carece de um plano de uso de terras para fins agrícolas. Deste modo, os objetivos deste trabalho foram realizar a classificação da Capacidade de Uso do Solo no CCA, analisar a adequação do uso quanto à sustentabilidade de uso e manejo recomendado e verificar a necessidade da adoção de medidas conservacionistas para definir àquelas mais apropriadas técnica e economicamente.

Caracterização da área de estudo

Localizado no município de Araras, SP, o Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar) ($22^{\circ}21'28''$ Sul, $47^{\circ}23'60''$ Oeste, altitude de 640 m) possui área de 232,42 hectares (Figura 1). Segundo a classificação de Köppen, o clima na região é do tipo Cwa, caracterizado por verões quentes e úmidos e invernos secos (KOTTEK *et al.*, 2006). A temperatura média anual é de $21,4^{\circ}\text{C}$ e a precipitação média anual é de 1.441 mm (VALLADARES; AVANCINI; TÔSTO, 2008).

Figura 1- Mapa de Localização do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A formação florestal característica da região é a Floresta Estacional Semidecidual (IBGE, 2012). A cultura da cana-de-açúcar ocupa a maior parte da área do *campus*, com exceção de pequenas áreas destinadas à horticultura, silvicultura, pastagens e um remanescente de floresta estacional semidecidual (CCA, 2023).

As classes de solos presentes no *campus* são o Latossolo Vermelho, Nitossolo Vermelho e

o Argissolo Vermelho (LIMA FILHO, 2000). Os materiais de origem são principalmente rochas sedimentares paleozoicas, como argilitos e siltitos, e intrusões de *sill* de diabásio datando do mesozoico (LIMA FILHO, 2000).

Metodologia

Para a construção da base cartográfica deste trabalho foram utilizados o levantamento pedológico detalhado (escala $\geq 1:20.000$) (LIMA FILHO, 2000), com informações complementares (YOSHIDA; STOLF, 2016); o levantamento planialtimétrico ultradetalhado (escala 1:2.000) do *campus*; e uma imagem aérea de alta resolução (7 cm) (ZENERO *et al.*, 2017). A partir desses dados, foram criados os mapas base: solos, Modelo Digital de Elevação (MDE) e declividade. O mapa de uso atual do solo foi elaborado por fotointerpretação do mosaico do Google Earth dos últimos cinco anos e observações de campo. O software QGIS versão 3.22.11 foi utilizado para elaboração dos mapas.

Para a aplicação do Sistema de Capacidade de Uso do Solo (LEPSCH *et al.*, 1991; LEPSCH, 2018), identificou-se o grau de cada limitação dos solos e suas classes de capacidade de uso (Tabela 1).

Tabela 1 – Atributos utilizados para determinação das classes de capacidade de uso do solo

	Limitações	Classes de Capacidade de Uso							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Profundidade Efetiva	1	Muito profundos ($> 2m$)		X					
	2	Profundos (1 a 2 m)		X					
	3	Moderadamente profundos (0,5 a 1 m)			X				
	4	Rasos (0,25 a 0,5 m)				X			
	5	Muito rasos ($< 0,25 m$)					X		
Textura	1	Muito argilosa			X				
	2	Argilosa				X			
	3	Média				X			
	4	Siltosa					X		
	5	Arenosa						X	
Declividade	1	Rápida ($> 150 \text{ mm de água.h}^{-1}$)		X					
	2	Moderada (5 a 150 mm de água.h $^{-1}$)			X				
	3	Lenta ($> 5 \text{ mm de água.h}^{-1}$)				X			
	A	Plano ($< 3\%$)				X			

	B	Suave Ondulado (3 a 8%)	X	
	C	Ondulado (8 a 20%)	X	
	D	Forte Ondulado (20 a 45%)	X	
	E	Montanhoso (45 a 75%)		X
	F	Escarpado (> 75%)		X
	1	Ligeira	X	
	2	Moderada	X	
Laminar	3	Severa		X
	4	Muito Severa		X
	5	Extremamente Severa		X
	7	Ocasionalis	X	
Erosão	8	Frequentes	X	
	9	Muito Frequentes	X	
	(7)	Ocasionalis	X	
Sulcos	(8)	Frequentes	X	
	(9)	Muito Frequentes	X	
	[7]	Ocasionalis	X	
Profundos	[8]	Frequentes	X	
	[9]	Muito Frequentes	X	
	7V	Ocasionalis	X	
Voçorocas	8V	Frequentes	X	
	9V	Muito Frequentes	X	

Fonte: Adaptado de Lepsch *et al.* (1991)

Para tanto, inicialmente foi efetuado o levantamento do meio físico a partir das informações dos atributos morfológicos (Lima Filho, 2000), físicos e químicos dos solos, do levantamento planialtimétrico e observações de campo: escoamento superficial, erosão, risco de inundação e seca.

Sendo um sistema hierarquizado, os grupos (A, B e C) constituem a categoria de nível mais elevado e são estabelecidos com base na maior ou menor intensidade de uso das terras. Assim, os grupos são estruturados em oito classes principais dispostas de forma decrescente em termos de intensidade de uso (I, II, III, IV, V, VI, VII e VIII), que são divididas em subclasses definidas em função da natureza da limitação, de modo a explicitar as práticas ou grupos de práticas conservacionistas a serem aplicadas (*e* - erosão, *s* - solo, *a* - água, *c* - clima).

Posteriormente, os dados foram agrupados em uma sequência conhecida como fórmula

obrigatória (LEPSCH *et al.*, 1991). A fórmula não possui significado matemático, possui apenas a finalidade de apresentar as características listadas de forma padronizada:

$$\frac{\text{Profundidade efetiva} - \text{textura} - \text{permeabilidade}}{\text{Declividade} - \text{erosão}} = \text{fatores limitantes} - \text{uso atual}$$

A permeabilidade do perfil de solo, inserida na fórmula, porém não constante no levantamento de solos, foi determinada pela equação de Dane e Puckett (1994) (Equação 1).

$$KS = 303,84e^{(-0,144 \times Arg)} \quad (1)$$

Em que:

KS = condutividade hidráulica do solo saturado (mm h^{-1})

Arg (%) = Argila (em decimal)

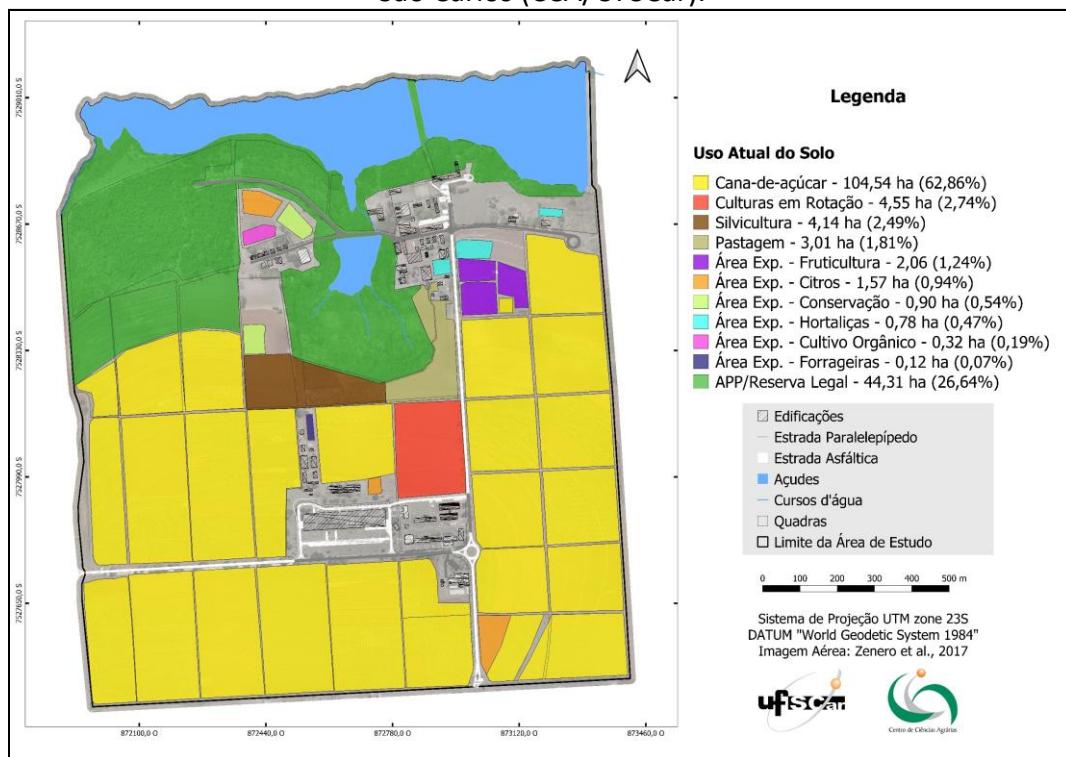
A partir da determinação da fórmula obrigatória de cada gleba, homogêneas quanto à declividade e classes de solo, foi possível determinar as unidades de capacidade de uso do solo. A classe adotada para cada gleba foi equivalente à sua maior limitação, ou seja, ao maior número da fórmula.

Resultados e discussões

USO ATUAL, RELEVO E SOLOS

Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar ocupa 62,86% (104,54 ha) da área plantada, conforme indicado na Figura 2. Esse cultivo tem sido o principal uso do solo desde 1953 (FUJIHARA; SAIS, 2023). Além disso, 26,64% (44,31 ha) da área é destinada à Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal. O restante do espaço é distribuído entre áreas experimentais que incluem pastagem, silvicultura (com eucalipto e mogno), fruticultura, horticultura, forrageiras, entre outras atividades.

Figura 2- Mapa de Uso Atual do Solo do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



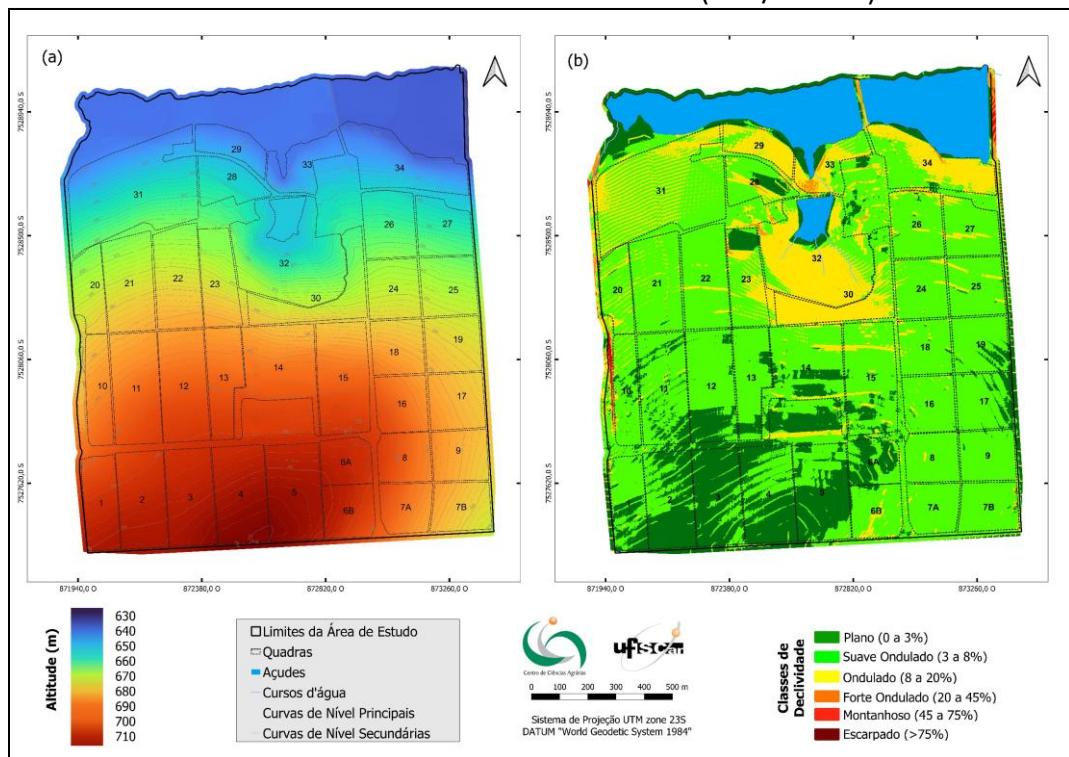
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O cultivo da cana-de-açúcar no *campus* é realizado de maneira convencional, com o uso de agroquímicos, maquinário, frequente mobilização do solo com gradagem pesada, aração e subsolagem. Essa predominância reflete uma prática agrícola intensiva que, embora produtiva, apresenta desafios significativos para a conservação do solo e a mitigação da erosão. As práticas utilizadas geram uma maior exposição do solo, aumentando a suscetibilidade a processos erosivos causados pelo impacto da água das chuvas (PINHEIRO *et al.*; 2020; SILVA *et al.*, 2022; MARCATTO; SILVEIRA, 2023). Apesar da aplicação de práticas de conservação como o terraceamento e o cultivo em nível, a incidência de erosão é observada em diversos talhões. Isso indica que as medidas adotadas não estão sendo suficientes para conter a erosão, possivelmente devido ao revolvimento intenso do solo e à exposição prolongada.

O MDE e o mapa de declividade do CCA podem ser observados na Figura 3. A altitude média da área é de 673,39 m, variando de 630 a 710 m acima do nível do mar, sendo as mais

baixas ao norte e as mais altas ao sul e sudoeste do *campus* (Figura 3a). A variação altimétrica é de 80 m, com 47,17% da área acima de 685 m.

Figura 3- Modelo Digital de Elevação (a) e Mapa de Declividade (b) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



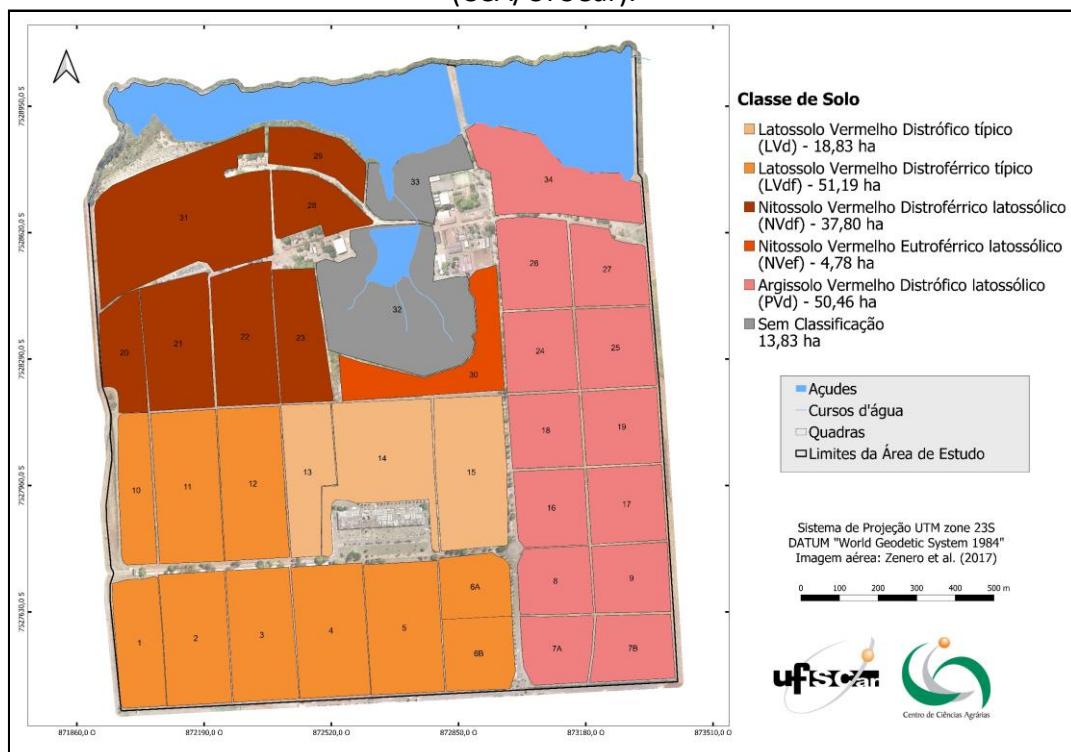
Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Quanto à declividade, o relevo suave ondulado (3 a 8% de inclinação) predomina, cobrindo 70,48% da área estudada (124,67 ha) (Figura 3b). Santos *et al.* (2012) explicam que nessa classe de declividade, a velocidade de escoamento superficial varia de média a alta, dependendo do tipo de solo. Para controlar a erosão hídrica nessas condições, são recomendadas práticas simples de conservação do solo, mas cultivos intensivos requerem medidas mais complexas para mitigação de perdas de solo. Marin (2022) destaca que terras ideais para o cultivo de cana-de-açúcar devem ter declives suaves, preferencialmente entre 2% e 5% (plano a suave ondulado), podendo chegar a 5% em solos argilosos, como os do CCA. Em áreas planas, sistemas de drenagem são necessários para evitar o acúmulo excessivo de água. Declives mais acentuados podem ser

usados para manejo natural da água das chuvas.

A elaboração do mapa de solos permitiu observar a distribuição dos mesmos na paisagem (Figura 4), sendo o Latossolo Vermelho a classe predominante com 39,58% (70,02 ha).

Figura 4- Mapa de Solos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

O Argissolo Vermelho vem em seguida com 28,53% (50,46 ha) e a classe menos representada é o Nitossolo Vermelho, ocupando 24,07% da área total (42,58 ha). No *campus*, a maioria dos Latossolos e Argissolos é utilizada para o cultivo da cana-de-açúcar, que também está presente em menor proporção nos Nitossolos (Figura 2).

A intensa preparação do solo e a mecanização no cultivo e colheita podem fragmentar os agregados do solo, um problema comum na lavoura canavieira (ROQUE *et al.*, 2010; PACHECO e CANTALICE, 2011). Além disso, a baixa capacidade de retenção de água dos Latossolos Vermelhos

demandas de atenção especial, sendo necessária a irrigação por aspersão para atender às necessidades das culturas (MARIN, 2022).

Ao cruzar os dados do mapa de classes de solos com o mapa de declividade da área (Tabela 2), observa-se que 64,25% dos Latossolos Vermelhos Distroférricos do campus encontram-se em áreas de relevo suave ondulado, enquanto 34,75% estão em regiões planas. Uma tendência similar é observada nos Argissolos Vermelhos Distróficos, que ocupam, respectivamente, 86,76% e 13,24% dessas classes de declividade.

Tabela 2 – Classes de Solo e Declividade do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).

Classe de Solo	Classe de Declividade	Área	
		ha	%
Latossolo Vermelho Distroférrico	Suave Ondulado	45,69	28,02
	Plano	24,33	14,92
Argissolo Vermelho Distrófico	Suave Ondulado	43,78	26,85
	Ondulado	6,68	4,10
Nitossolo Vermelho Distroférrico	Suave Ondulado	35,20	21,59
	Ondulado	2,61	1,60
Nitossolo Vermelho Eutroférrico	Ondulado	4,78	2,93

Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Esta relação solo-paisagem corrobora o observado em outros estudos na mesma região, como o de Di Toro *et al.* (2021), que avaliaram a adequabilidade das terras do Ribeirão das Agulhas, Botucatu, SP, visando a conservação de recursos hídricos, e de Mazzuco, Lorandi e Costa (2022), na identificação das formas de relevo e atributos geomorfológicos do município de Santa Bárbara D’Oeste, SP.

De acordo com Pinheiro *et al.* (2020), que monitoraram as perdas de solo em um Latossolo Vermelho em relevo plano e suavemente ondulado, a cobertura do solo com o cultivo de

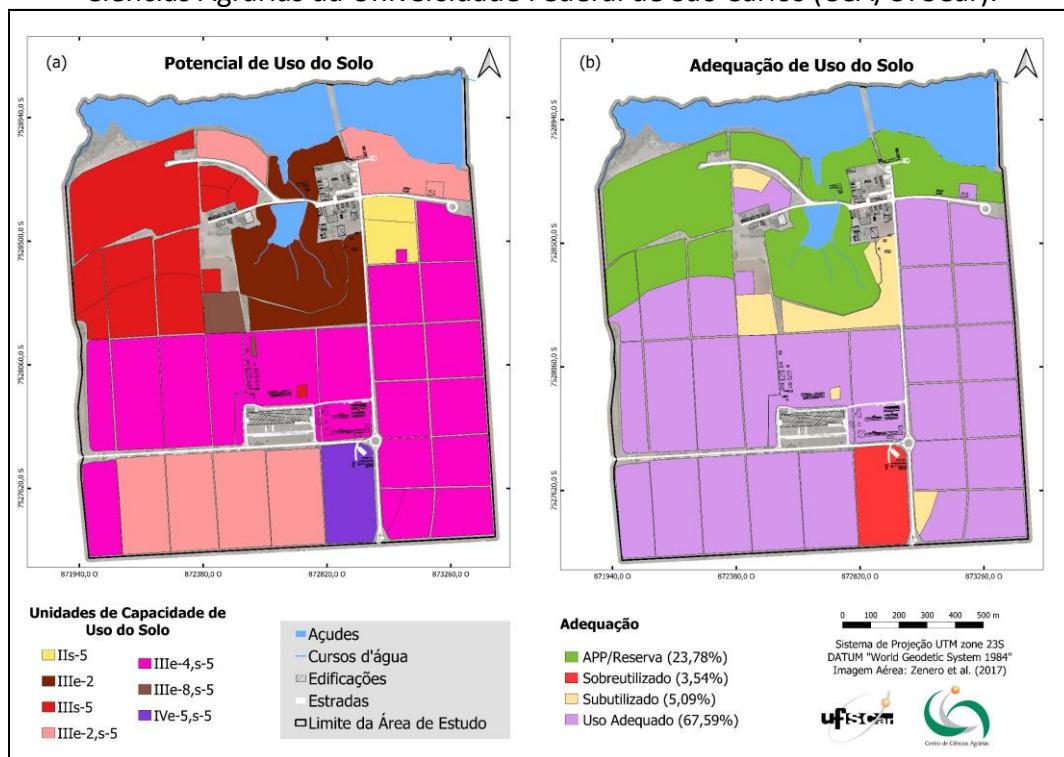
cana-de-açúcar, mesmo em áreas com declividade quase nula, não impede a ocorrência de processos erosivos. No entanto, segundo os autores, a adição de cobertura vegetal por palha seca minimiza significativamente as perdas de solo. Da mesma forma, Weil e Sparovek (2008) recomendaram a adoção de práticas para manutenção de maior cobertura do solo, ao constatar perdas médias de solo em áreas cultivadas com cana-de-açúcar cerca de quatro vezes maior do que o limite superior da tolerância média dos solos ($13,4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) de uma microbacia no município de Piracicaba. Scarpinella, Miranda e Mauad (2019) destacam ainda a importância da estimativa da erosão em carreadores de cana-de-açúcar para compreender e mitigar os processos erosivos no cultivo.

CAPACIDADE DE USO DO SOLO

O enquadramento das glebas nos grupos de capacidade de uso mostrou que as terras da CCA são aptas para as culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre, uma vez que estão todas no Grupo A (Figura 5a). A área de estudo abrange as classes II, III e IV, que refletem, nessa ordem, um aumento na complexidade dos desafios de conservação do solo e nas práticas correspondentes para controlar a erosão.

Quanto às classes de capacidade de uso, foi verificado que 94,14% da área total das glebas pertence à classe III, seguida pela classe IV com 3,54%, e pela classe II com 2,31% (Figura 5a). A classe II indica terras cultiváveis com problemas simples de conservação, como nivelamento para plantio e manutenção básica, como calagem e adubação. A classe III engloba terras com desafios mais complexos de conservação, como necessidade de terraceamento e práticas avançadas como subsolagem e drenagem. A classe IV caracteriza terras cultiváveis apenas ocasionalmente ou em pequenas extensões, apresentando sérios problemas de conservação. As limitações de uso incluem erosão (subclasse "e") e problemas relacionados ao solo (subclasse "s").

Figura 5- Mapa de potencial de uso do solo (a) e adequação de uso do solo (b) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A prevalência de terras pertencentes ao Grupo A para estas classes de solos está em consonância ao observado em outros estudos. Ao classificar as terras do município de Araras/SP segundo o Sistema de Capacidade de Uso, Pereira e Tôsto (2012) constataram que 87,1% da área se enquadrou neste grupo. Fernandes (2020), que classificou a capacidade de uso das terras de propriedades rurais no município de Campina do Monte Alegre/SP, também verificou a dominância das classes II e III em Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelhos, nos quais as principais limitações estão relacionadas à erosão (e) e às características do solo (s).

No *campus*, práticas conservacionistas como rotação de culturas, plantio de cana-de-açúcar em nível e terraceamento já são aplicadas, refletindo no resultado observado. Em 67,59% da área o uso do solo está adequado (Figura 5b), majoritariamente com cultivo de cana-de-açúcar. No entanto, em todas as glebas os solos apresentam limitações nas subclasses "e" e/ou "s", relativas à textura argilosa a muito argilosa, caráter distrófico e declives acentuados (Figura 3b) que

aumentam a suscetibilidade à compactação pelo trânsito de maquinário e a ocorrência e risco de erosão, indicando a necessidade de práticas conservacionistas mais intensivas e combinadas em vegetativas, edáficas e mecânicas.

Enquanto 5,42% está subutilizada e pode ser explorada de forma mais intensiva, 3,54% da área está sobreutilizada (3,54%) (Figura 5b). Os solos de classe IV (Figura 5a), apesar de fazerem parte do Grupo A, apresentam problemas significativos de erosão laminar e em sulcos (Figura 6) devido ao uso mais intenso que o recomendado com o monocultivo de cana-de-açúcar (Figura 2). Deste modo, é necessária a ampliação do manejo conservacionista para esta área, com a adoção de práticas como, controle de sulcos de erosão, plantio em nível, manutenção dos terraços, alternância de capinas, plantio direto (sem aração) e manutenção da cobertura nas entrelinhas.

Figura 6- Registros da ocorrência de erosão em sulcos em solos cultivados com cana-de-açúcar no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos (CCA/UFSCar).



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

Fundamentalmente, o controle da erosão deve contemplar a proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva e do escoamento superficial, proporcionando constante cobertura vegetal (plantas e resíduos vegetais). Plantas de cobertura, como as leguminosas mucuna,

crotalária e feijão guandú, mantêm o solo coberto durante o período chuvoso e melhoram as condições físicas e químicas do terreno, devido ao aumento da matéria orgânica incorporada ao solo (DE MARIA, BERTOL e DRUGOWICH, 2019).

Bolonhezi *et al* (2019) destacam que o tráfego controlado aliado à adoção dos princípios da agricultura conservacionista – mínimo revolvimento do solo, cobertura permanente e rotação de culturas – na reforma dos canaviais é capaz de reduzir a erosão e aumentar o estoque de carbono no solo. Nesse sentido, a cultura em faixas constitui outra prática recomendada e bastante adotada em culturas semiperenes como a cana-de-açúcar, devido à sua efetividade e baixo custo.

Ao dispor a cultura em faixas de largura variável plantadas em nível, os lançantes serão parcelados e a cada ano irão se alternar as plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso (BERTONI e LOMBARDI NETO, 2014). A cultura em faixas é uma prática combinada de plantio em contorno, rotação de culturas, plantas de cobertura e terraços, condizente com o *campus* do CCA que já adota algumas destas práticas.

Para as áreas subutilizadas a recomendação varia de acordo com o uso atual, considerando que cada área está sob responsabilidade de um setor ou grupo diferente e que estes têm linhas de pesquisa específicas e que demandam áreas disponíveis para suas culturas. No caso das áreas experimentais de citros, a implantação de culturas em faixas e adoção do cultivo mínimo são práticas recomendadas (AZEVEDO *et al.*, 2014). Em glebas ocupadas por silvicultura, a integração lavoura-floresta é recomendada, e em áreas de pastagem, a integração lavoura-pecuária-floresta deve ser considerada para um manejo mais sustentável. Balbino *et al.* (2019) enfatizam os benefícios tecnológicos, econômicos, sociais, ecológicos e ambientais em arranjos integrados, caracterizando uma das principais estratégias de produção agropecuárias sustentável nos trópicos. Pode-se elencar a recuperação de áreas degradadas, manutenção e reconstituição da cobertura florestal, e valorização de serviços ambientais oferecidos pelos agroecossistemas como, conservação dos recursos hídricos e edáficos, habitat para agentes polinizadores e de controle natural de insetos-praga e doenças, ciclagem de nutrientes, sequestro de carbono e redução da

emissão de gases de efeito estufa.

Considerações finais

A classificação dos solos do CCA/UFSCar no Sistema de Capacidade de Uso do Solo revelou enquadramento nas classes II, III e IV do Grupo A. Toda a área, portanto, é apta para culturas anuais, perenes, pastagens, reflorestamento e vida silvestre. Contudo, há desafios de conservação do solo e necessidade de adoção de práticas correspondentes para controlar a erosão, cuja complexidade aumenta conforme o avanço das classes.

O uso é inadequado em aproximadamente 9% da área, sendo 5,42% subutilizada e 3,54% sobreutilizada. Considerando as áreas de APP, na maior parte do *campus*, cerca de 91%, o uso adotado corresponde à capacidade de uso do solo. Em toda a área, no entanto, devido às limitações, como declives acentuados, ocorrência e risco de erosão, textura argilosa/muito argilosa, suscetibilidade à compactação pelo trânsito de maquinário e caráter distrófico, a adoção de práticas conservacionistas de acordo com as classes de capacidade é essencial.

O levantamento do meio físico e a classificação de terras pelo Sistema de Capacidade de Uso do Solo no CCA/UFSCar revelaram a importância das práticas agrícolas sustentáveis para a conservação do solo e da água no *campus*. Considerando as medidas já adotadas, além da máxima redução do tráfego nos canaviais e do mínimo revolvimento do solo, recomenda-se intensificar a cobertura do solo utilizando plantas de cobertura no período chuvoso, bem como a cultura em faixas. A combinação de plantio em contorno, rotação de culturas, plantas de cobertura e terraços, constitui medida de elevada efetividade contra a erosão, baixo custo e é condizente com as características físicas do ambiente do *campus* do CCA.

A elaboração de um plano de manejo conservacionista adequado a partir da classificação das terras constitui etapa fundamental para embasar e direcionar rotinas agrícolas sustentáveis para o uso do solo no *campus* do CCA/UFSCar, além de difundir técnicas de conservação do solo e da água para os docentes, técnicos e alunos que atuam no manejo de culturas.

Agradecimentos

Agradecimento à prefeitura do Centro de Ciências Agrárias (CCA) e ao Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental (DRNPA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) pelas informações fornecidas para a realização deste trabalho.

Referências

- ARAÚJO, J. A. de. Análise geográfica da capacidade de uso do solo na localidade agrícola Massapê no município de Marizópolis – PB. 2023. 61 f. Monografia (Licenciatura Plena em Geografia), Universidade Federal de Campina Grande, Cajazeiras, 2023.
- AZEVEDO, F. A.; DUVARESCH, D. L.; MARTINELLI, R.; SILVA, B. M. P.; SILVEIRA, N. M.; BINOTI, R. M. Manejo da cobertura do solo na citricultura brasileira. **Citrus Research Technology**, v. 35, n. 2, p. 85-95, 2014.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L.S.M.; MARCHÃO, R.L.; SANTOS, J.C.F.; SANTOS, G.G.; EBERHARDT, D.N.; BECQUER, T.; SILVA, F.A.M.; VILELA, L. Manejo de solos em sistemas de integração lavou-pecuária e lavoura-pecuária-floresta. In: BERTOL, I.; De Maria, I.C.; SOUZA, L.S. (Eds). **Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. 1355 p.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 9. ed. São Paulo: Ícone, 2014. 355 p.
- BOLONHEZI, D.; VISHI FILHO, O.J.; IVO, W.M.P.M.; VITTI, A.C.; BOLONHEZI, A.C.; BRANCALIÃO, S.R. Manejo e conservação do solo em cana-de-açúcar. In: BERTOL, I.; De Maria, I.C.; SOUZA, L.S. (Eds). **Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. 1355 p.
- CCA - CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. **O Centro**. Disponível em: <https://www.cca.ufscar.br/pt-br/o-centro>. Acesso em: 09 set. 2023.
- DANE, J. H.; PUCKETT, W. Field soil hydraulic properties based on physical and mineralogical information. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON INDIRECT METHOD FOR ESTIMATION HYDRAULIC PROPERTIES OF UNSATURATED SOILS, 1994, Riverside. University of California, 1994. p. 389-403.
- DE MARIA, I.C.; BERTOL, I.; DRUGOWICH, M.I. Práticas Conservacionistas do Solo e da Água. In: BERTOL, I.; DE MARIA, I.C.; SOUZA, L.S. (Eds). **Manejo e Conservação do Solo e da Água**. Viçosa, MG: SBCS, 2019. 1355 p.
- DI TORO, A. P. S. G. D.; CAMPOS, S.; CAMPOS, M.; SOUZA, T. L. de.; AZEVEDO, E. P. G. Adequabilidade das terras do Ribeirão das Agulhas – Botucatu (SP), visando a conservação dos recursos hídricos. In: ALMEIDA JUNIOR, E. R. de B. de. (Org). **Ciência, Tecnologia e Inovação: A Nova Produção do Conhecimento**. Atena Editora, 2021.
- DIEL, P. S.; COSTA, P. F.; OLIVEIRA, P. S. R.; SILVA, N. L. S.; ROSSET, J. S.. Capacidade de Uso de Solo das Propriedades Rurais na Microrregião do Córrego Guará no Município de Marechal Cândido Rondon/PR. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 12, n., p. 400-410, 30 dez. 2013.

FERNANDES, A. A. Classificação etnopedológica dos solos e relação com a capacidade de uso das terras agrícolas no município de Campina do Monte Alegre - SP. 2020. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de São Carlos, Buri, 2020.

FUJIHARA, R. T.; SAIS, A. C. (org.). Centro de Ciências Agrárias da UFSCar: trinta anos de ensino, pesquisa e extensão. São Carlos: Cubo Multimídia, 2023. 352 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (Rio de Janeiro). Manual Técnico da Vegetação Brasileira. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 275 p. (Manuais técnicos em geociências).

JANSEN, L. N. S. Potencial agrícola e usos dos solos na microrregião de Caxias - Maranhão - Brasil. 2022. 120 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGeo), Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259-263, 2006.

LEPSCH, I. F. **Planejamento Conservacionista do Uso do Solo em propriedades agrícolas**. Cap. XX. In: BERTOLI, I.; DE MARIA, I.C.; SOUZA, L. S. (eds) Manejo e Conservação do Solo e da Água. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2018. p. 633-643.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 4ª aproximação. Campinas: SBCS, 1991, 175p.

LIMA FILHO, S.A., **Levantamento pedológico detalhado do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de São Carlos**. Araras: Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental, UFSCAR, 2000. 17 p. (Boletim Técnico).

MARCATTO, F. S.; SILVEIRA, H. Efeitos do uso e manejo e dinâmica físico-hídrica de um sistema pedológico derivado de arenitos, no Paraná-Brasil. *Cuadernos de Geografía*, v. 32, n. 1, p. 140-157, 2023.

MARIN, F. R. Solo. Árvores do Conhecimento - Embrapa. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/cana/pre-producao/caracteristicas/solo>. Acesso em: 18 jan. 2024.

MAZZUCO, G. G.; LORANDI, R.; COSTA, C. W. Cartografia Geomorfológica aplicada ao ordenamento territorial do município de Santa Bárbara D'Oeste (SP). *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 15, n. 2, p. 1009–1023, 2022.

MELO, N. C.; RIBEIRO, F.; COSTA, H. M. S.; SOUZA, F. J. L. de; SALES, E. C. G.; MELO, N. F. B. de; LIMA, M. C.. Conservação do solo: um estudo de caso sobre o processo de ensino e aprendizagem no campus agrícola do instituto federal do amapá. *Research, Society And Development*, v. 10, n. 6, p. 1-9, 2021.

PACHECO, E. P.; CANTALICE, J. R. B. Compressibilidade, resistência a penetração e intervalo hídrico ótimo de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 403-415, 2011.

PEREIRA, L. C.; TÔSTO, S. G.. Capacidade do uso das terras como base para a avaliação do desenvolvimento rural sustentável. In: Seminário Internacional Nova Territorialidades e Desenvolvimento Sustentável, 2., 2012, Recife. **Anais...** Recife: GRAPP, 2012. p. 1-9.

PINHEIRO, L. de S.; SILVA, C. C.; CAETANO, J. S.; FERNANDES, M. S. Monitoramento de erosão laminar em cultura canavieira em Frutal (MG). **Revista GeoUECE**, v. 9, n. 2, p. 73–85, 2020.

PRADO, R. B., MONTEIRO, J. M. G., AMARAL, A. J. Aumento da pressão pelo uso e conservação dos recursos naturais: solo e água. Plataforma Visão de futuro do Agro. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-defuturo/sustentabilidade/sinal-etendencia/aumento-da-pressao-pelo-uso-econservacao-dos-recursos-naturais-solo-e-agua>. Acesso em: 17 jul. 2024.

RAMPIM, L.; TAVARES FILHO, J.; BEHLAU, F.; ROMANO, D. Determinação da capacidade de uso do solo visando o manejo sustentável para uma média propriedade em Londrina-PR. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 2, p. 251–264, 2012.

ROQUE, A. A. de O.; SOUZA, Z. M. de; BARBOSA, R. S.; SOUZA, G. S. de. Controle de tráfego agrícola e atributos físicos do solo em área cultivada com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 7, p. 744-750, 2010.

SANTOS, P. G.; BERTOL, I.; CAMPOS, M. L.; RAFAELI NETO, S. L.; MAFRA, Á. L. Classificação de terras segundo sua capacidade de uso e identificação de conflito de uso do solo em microbacia hidrográfica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 11, n. 2, p. 146–157, 2012.

SCARPINELLA, G. D.; MIRANDA, R. B.; MAUAD, F. F. Estimativa da erosão em carreadores de cana-de-açúcar através da Equação Universal de Perdas de Solo. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 24, p. 959-963, 2019.

SILVA, J. A. N.; CONRAD, V. do A.; SILVA, M. L. S.; AMADORI, A. H. Efeitos de palhiço sobre atributos físicos do solo na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Mag sul de Agronomia**, v.2, n.1, 2022.

SUZUKI, L. E. A. A.; ALMEIDA, W. R.S.; AMARAL, R.L.; RAMOS, M. F.; REHBEIN, M. O.; KUNDE, R. J. Capacidade de uso e aptidão agrícola das terras de propriedades rurais localizadas na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas. **Forscience**, v. 9, n. 1, p. 1-22, 2021.

TAGLIARINI, F.S.N.; BARROS, A.C.; RODRIGUES, B.T.; GARCIA, Y.M.; CAMPOS, S. Capacidade de Uso do Solo Como Subsídio para Estudos em Bacia Hidrográfica. **Energia na Agricultura**, v. 34, n. 3, p. 418-428, 2019.

VALLADARES, G. S.; AVANCINI, C. S. A.; TÔSTO, S. G. **Uso e cobertura das terras do município de Araras**. Circular Técnica On-line,14. ISSN 14-4182. Campinas: Embrapa, 2008.

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, n. 2, p. 801-814, 2008.

XAVIER, M. V. B.; SANTOS, L. L.; FONSECA, A. P. M.; ALMEIDA, E. S. de.; ALMEIDA, L. V. O.; AGUIAR, R. M. A. S.; MOREIRA, C. D.; SEMENSATO, B. D.; FERREIRA, J. M.; OLIVEIRA, P. V. A. Capacity of use and soil conservation management of a fragment of Cerrado sensu stricto, Montes Claros-MG. **Society and Development**, v. 10, n. 7, p. e41410716697, 2021.

YOSHIDA, F. A.; STOLF, R. Mapeamento digital de atributos e classes de solos da UFSCar- Araras/SP. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, v. 3, n. 1, p. 1-11, 2016.

ZENERO, M. D. O.; BURRÓ, M. F. B.; ZORDÃO, A. M.; MORAIS, J.P.G.; FUJIHARA, R. T. Imageamento georreferenciado do campus Araras, 2017.