

VOLUME II

TÓPICOS EM CIÊNCIAS DO SOLO



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE

Frederico Celestino Barbosa

Tópicos em ciências do solo

2ª ed.

Piracanjuba-GO
Editora Conhecimento Livre
Piracanjuba-GO

2ª ed.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Barbosa, Frederico Celestino
B238T Tópicos em ciências do solo

/ Frederico Celestino Barbosa. – Piracanjuba-GO

Editora Conhecimento Livre, 2023

45 f.: il

DOI: 10.37423/2023.edcl713

ISBN: 978-65-5367-317-5

Modo de acesso: World Wide Web

Incluir Bibliografia

1. recurso-natural 2. formação 3. classificação 4. propriedades I. Barbosa, Frederico Celestino II.
Título

CDU: 333.72

<https://doi.org/10.37423/2023.edcl713>

O conteúdo dos artigos e sua correção ortográfica são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIA CONHECIMENTO LIVRE

Corpo Editorial

MSc Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

MSc Humberto Costa

MSc Thays Merçon

MSc Adalberto Zorzo

MSc Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno

PHD Willian Douglas Guilherme

MSc Andrea Carla Agnes e Silva Pinto

MSc Walmir Fernandes Pereira

MSc Edisio Alves de Aguiar Junior

MSc Rodrigo Sanchotene Silva

MSc Wesley Pacheco Calixto

MSc Adriano Pereira da Silva

MSc Frederico Celestino Barbosa

MSc Guilherme Fernando Ribeiro

MSc. Plínio Ferreira Pires

MSc Fabricio Vieira Cavalcante

PHD Marcus Fernando da Silva Praxedes

MSc Simone Buchignani Maigret

Dr. Adilson Tadeu Basquerote

Dra. Thays Zigante Furlan

MSc Camila Concato

PHD Miguel Adriano Inácio

MSc Anelisa Mota Gregoleti

PHD Jesus Rodrigues Lemos

MSc Gabriela Cristina Borborema Bozzo

MSc Karine Moreira Gomes Sales

Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares

MSc Pedro Panhoca da Silva

MSc Helton Rangel Coutinho Junior

MSc Carlos Augusto Zilli

MSc Euvaldo de Sousa Costa Junior

Dra. Suely Lopes de Azevedo

MSc Francisco Odecio Sales

MSc Ezequiel Martins Ferreira

MSc Eliane Avelina de Azevedo Sampaio

CAPÍTULO 1	5
POTENCIAL DE ACÚMULO DE CARBONO NO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO ADOTADO EM ÁREAS DE CULTIVOS ANUAIS E PASTAGENS	
Wesley dos Santos Souza	
Stallone da Costa Soares	
João Guedes Borré	
Vanessa Cristine Serra Pereira	
Natália Pereira de Oliveira Machado	
Israel Oliveira Ramalho	
Edevaldo de Castro Monteiro	
Bruno Grossi Costa Homem	
DOI 10.37423/230407513	
 CAPÍTULO 2	 21
CALCULO DE ÁREAS EM MAPAS DE CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E DE ESTUDOS EM COBERTURAS CENOZÓICAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO.	
RAMON JULIANO RODRIGUES	
Dario Abel Palmieri	
DOI 10.37423/230407523	
 CAPÍTULO 3	 38
DESENVOLVIMENTO E CRESCIMENTO DE RAIZ DO FEIJÃO COMUM SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE VINHAÇA	
Fernando Nobre Cunha	
Marconi Batista Teixeira	
Gabriela Nobre Cunha	
DOI 10.37423/230407652	

Capítulo 1



10.37423/230407513

POTENCIAL DE ACÚMULO DE CARBONO NO SOLO EM FUNÇÃO DO MANEJO ADOTADO EM ÁREAS DE CULTIVOS ANUAIS E PASTAGENS

Wesley dos Santos Souza

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
– UFRRJ*

Stallone da Costa Soares

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
– UFRRJ*

João Guedes Borré

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
– UFRRJ*

Vanessa Cristine Serra Pereira

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
– UFRRJ*

Natália Pereira de Oliveira Machado

*Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
– UFRRJ*

Israel Oliveira Ramalho

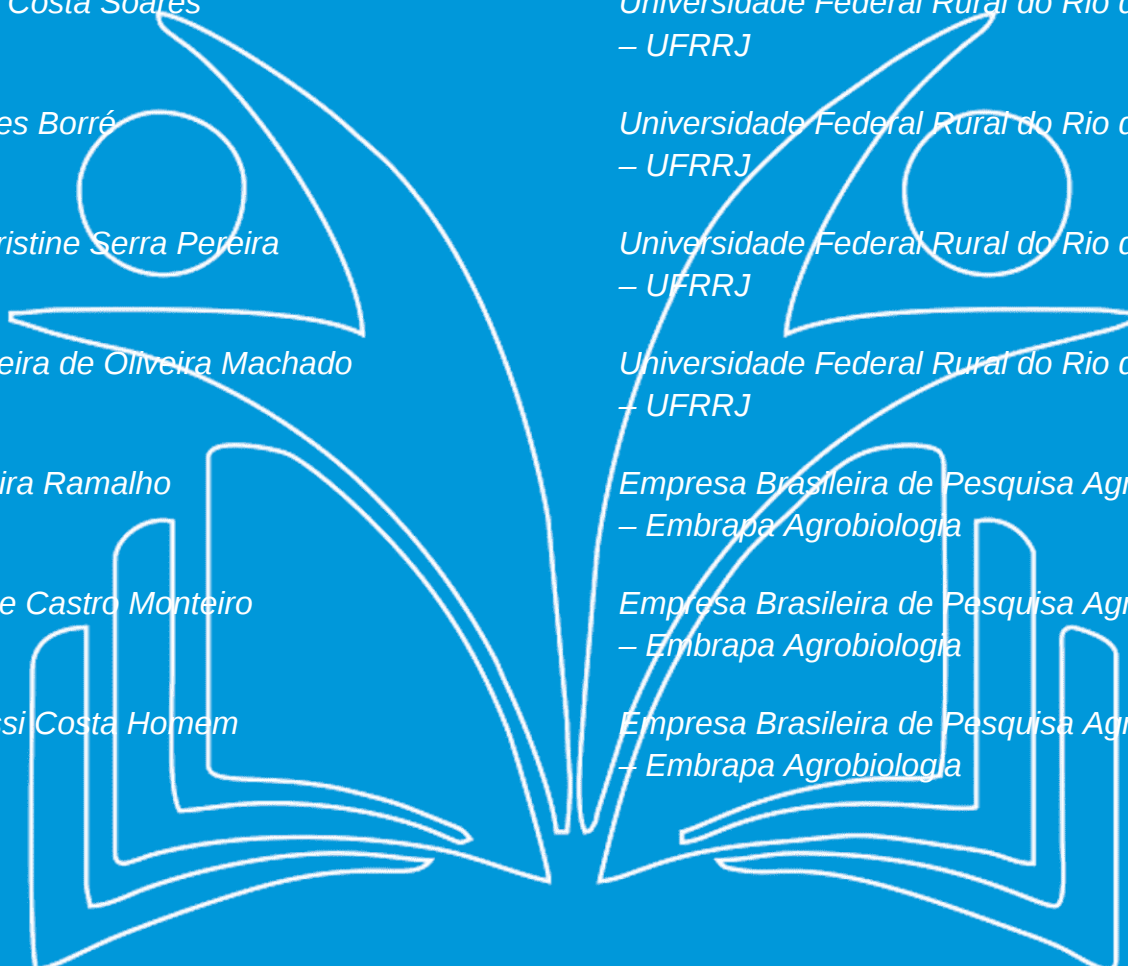
*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa Agrobiologia*

Edevaldo de Castro Monteiro

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa Agrobiologia*

Bruno Grossi Costa Homem

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
– Embrapa Agrobiologia*



Resumo: O solo é um grande reservatório de carbono, sendo este maior que o presente na atmosfera e na vegetação somados. Isso faz dele um importante aliado na mitigação das emissões de gases de efeito estufa e consequentemente influenciando nas mudanças climáticas. No entanto, esse reservatório é finito, possui capacidade limitada de armazenamento, onde essa vai depender de vários fatores como o tipo de solo, textura, vegetação e condições climáticas. Com isso, a depender destes fatores e do manejo do solo adotado, o potencial de acúmulo de carbono bem como a taxa de sequestro será diferenciada. Portanto, é de grande importância entender os fatores que influenciam na dinâmica e acúmulo de carbono no solo, para com isso adotar estratégias que favoreçam o seu sequestro no solo.

Palavras-chave: Sequestro de Carbono. GEEs. MOS. Mudanças climáticas. Carbono Orgânico.

INTRODUÇÃO

O solo desempenha um papel vital na mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono (MEENA et al., 2018). Ele possui um reservatório total de C (~2300 Pg) três vezes maior que o reservatório atmosférico (~770 Pg) e 3,8 vezes o reservatório biótico (~610 Pg) (LAL, 2002). Com isso um aumento relativamente pequeno nos estoques de C poderia exercer um papel significativo na mitigação das emissões de gases de efeito estufa (MINASNY et al., 2017).

O balanço de carbono orgânico do solo (COS) é um componente importante para o equilíbrio de carbono terrestre (C). Além de seu papel no balanço global de carbono, o solo também é um recurso vital para a humanidade, hospedando a biodiversidade, regulando os ciclos de nutrientes, a produção de alimentos, a erosão e a qualidade da água (FUJISAKI et al., 2018). Atuando como um componente chave dos ecossistemas funcionais e crucial para a segurança alimentar, do solo, da água e da energia (STOCKMANN et al., 2015).

A modificação da estrutura e distribuição da vegetação por meio de alterações no uso da terra, como a conversão de ambientes de floresta em áreas com pastagens ou de cultivo de culturas anuais, leva a ocorrência de perturbações no ciclo do carbono, provocando com isso importantes mudanças no estoque de carbono do solo e consequentemente na ciclagem global desse elemento (COSTA et al., 2009).

Diversas práticas de manejo do solo utilizadas na produção agrícola, podem provocar mudanças nos estoques do carbono do solo, ocasionando assim um impacto no ciclo global do carbono e consequentemente nas mudanças climáticas, em decorrência do aumento ou redução na liberação de CO₂ provocada pelo manejo adotado (RAMESH et al., 2019). A substituição de áreas de vegetação nativa por áreas com diferentes sistemas de manejo, tem provocado uma aceleração dos processos de degradação dessas áreas, sendo essa intensificada quando não se utiliza práticas de manejo adequadas. Dentro desse contexto, os diferentes sistemas de manejo do solo podem afetar diretamente o teor de carbono orgânico do solo, e esse, por sua vez, pode ser usado como um indicador de qualidade do solo (FREITAS et al., 2018).

Com isso, a utilização de sistemas de manejo inadequados pode ocasionar a redução na quantidade de carbono estocado no solo provocando com isso o aumento na emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera, favorecendo assim a elevação na concentração de CO₂eq e do aquecimento global

(CERRI et al., 2007). Portanto, o uso adequado do solo, retarda ou ameniza a ocorrência das mudanças climáticas globais (MACHADO, 2005).

A adoção de práticas de manejo que aumentem o estoque de carbono no solo, pode proporcionar redução nas emissões antrópicas, melhoria dos serviços ecossistêmicos e da qualidade do solo, aumento da produtividade agrícola, promoção da segurança alimentar global e melhoraria da resiliência do solo para se adaptar a eventos climáticos extremos (LAL, 2011).

POTENCIAL DE ARMAZENAMENTO DE CARBONO NO SOLO

O potencial de armazenamento de carbono de uma determinada unidade de solo pode ser definido como o ganho máximo em estoque de carbono do solo atingível sob uma determinada condição e um determinado tempo (CHENU et al., 2019). O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas sugere que 20 anos seria o tempo médio necessário para o solo atingir o novo estado de equilíbrio quando é adotado um manejo conservacionista com altos aportes de biomassa (IPCC, 2007).

Entre os fatores que influenciam o armazenamento de C nos solos estão o clima, cobertura vegetal, manejo do solo, textura, tipo de solo, atividade da biota do solo, além de condições agroecológicas e dos regimes de cultivo do passado e do presente. Com isso a mudança no uso da terra altera os teores de C, podendo apresentar ganhos ou perdas de C dependendo do manejo e uso aplicado (MINASNY et al., 2017; SANTANA et al., 2019; GODDE et al., 2020).

Os solos têm uma capacidade finita de proteger a matéria orgânica da mineralização, ou seja, uma limitação de armazenamento de carbono, denominada de capacidade de saturação de carbono. A abundância da fração de tamanho $<20\ \mu\text{m}$ determinaria a quantidade de C que pode ser armazenado por décadas a séculos, em associação com essa fração (HASSINK et al., 1997; CHENU et al., 2019), tendo em vista que a ligação entre o C e essas partículas são um importante mecanismo de estabilização do C do solo, e a quantidade dessas partículas são finitas, tem-se a hipótese de um limite superior de armazenamento do C estável no solo (CHEN et al., 2019).

Cada tipo de solo possui características particulares e diferentes capacidades de armazenamento de C, com solos com maior teor de argila e silte tendendo a ter potencial de armazenar mais C do que solos mais arenosos (SANTANA et al., 2019), pois maiores proporções de C poderiam ser protegidas da mineralização (MEYER et al., 2017), enquanto que em solos de textura arenosa apresentam taxas de mineralização mais altas e mecanismos de proteção insuficientes (MEENA et al., 2018). Se considerar a existência de mesma proporção de partículas de silte e argila, solos dominados

por argilominerais 2:1 têm um reservatório C protegido por silte+argila maior do que solos dominados por argilominerais 1:1 (SIX et al., 2002).

Área sob vegetações nativas e áreas de pastagens bem manejadas, geralmente apresentam os maiores estoques de C entre as coberturas de solo e são, portanto, frequentemente usados como referência para os estoques C máximos alcançáveis (CHEN et al., 2019). Fujisaki et al. (2018) observaram que as frações $F < 20 \mu\text{m}$ estiveram mais próximas da saturação de C em solos florestais do que em áreas cultivadas, com a área de cultivo apresentando um maior potencial de armazenamento de C no solo. Tendo em vista que a maior eficiência no sequestro de C do solo ocorre em solos mais distantes da saturação de C, pois a eficiência de armazenamento diminui à medida que o teor de C do solo se aproxima do nível de saturação (STEWART et al., 2007).

Os horizontes mais profundos têm menores concentrações de C e, portanto, seu potencial de armazenamento de C, ou seja, a diferença entre os estoques presentes e potenciais, seria maior do que o solo superficial (CHENU et al., 2019). O tempo de residência médio global do C é aproximadamente quatro vezes maior no subsolo (30–100 cm) do que na camada superficial do solo (0–30 cm) (BALESDENT et al., 2017). Em estudo realizado por Chen et al. (2018) foi observado no subsolo, um maior potencial de sequestro de C do que na camada superficial do solo, com isso foi indicado a necessidade de se prestar mais atenção às práticas de manejo com potencial para elevar o C em camadas mais profundas, como o uso de espécies de plantas ou cultivares com sistemas radiculares mais profundos e espessos, promovendo atividades faunísticas do solo e manejando micro-organismos do subsolo.

Stewart et al. (2007) introduziram o conceito de “capacidade de estabilização efetiva”, onde o limite superior de armazenamento de C depende não apenas das propriedades físicas e químicas do solo, mas também dos níveis de perturbação do solo que variam dependendo do uso da terra adotado, com o mesmo solo sob vegetação nativa tendo, portanto, uma maior capacidade de estabilização C do que solos cultivados. Com isso, esses sistemas não poderiam alcançar o nível de saturação de C, mas sim alcançar um nível de estabilização efetiva proporcional ao nível de entrada, isso explicaria o porquê de faixas semelhantes de adições de C, em diferentes tratamentos estabelecidos no mesmo solo se aproximam de duas assíntotas diferente, embora tenham o mesmo nível de saturação de C teórico (C vegetação nativa).

Os níveis de C do solo nativo refletem o equilíbrio de entradas de C e perdas de C sob condições nativas (ou seja, produtividade, regimes de umidade e temperatura), mas não representam necessariamente

um limite superior nos estoques de C do solo. A evidência empírica demonstra que os níveis de C em ecossistemas agrícolas e pastoris de manejo intensivo podem exceder aqueles sob condições nativas (SIX et al., 2002).

As mudanças nos estoques de C dependem do equilíbrio entre a perda de C pelas forças oxidativas da operação de preparo do solo e a quantidade e qualidade dos resíduos da colheita e orgânicos adicionados aos solos (MANDAL et al., 2006). Com isso se as entradas de C para um solo se tornarem maiores do que as saídas de C por mineralização ou erosão, seu estoque de C tende a aumentar. Supondo que as taxas de entradas e perda de C sejam constantes ao longo do tempo, o estoque de C exibirá um valor de estado estacionário. Portanto, se a taxa de entrada ou de perda for alterada devido a uma mudança no uso solo, o estoque C irá evoluir fora do estado estacionário por um certo período, para eventualmente atingir o novo valor de equilíbrio (CHENU et al., 2019).

Neste sentido, taxas de sequestro são altas durante os anos iniciais, quando as melhores práticas de gestão são aplicadas e diminuem com o passar do tempo, à medida que o solo atinge o equilíbrio. Assim, as taxas de sequestro são mais eficientes após uma restauração de terras degradadas ou um manejo radical do solo (MINASNY et al., 2017). Com os horizontes de superfície sendo mais eficazes no sequestro de carbono após essas mudanças do uso da terra em relação a horizontes de solo mais profundos (PARRAS - ALCÁNTARA et al., 2013).

Por outro lado, se considerarmos que a taxa de perda é constante ao longo do tempo, um aumento nas entradas de C resultará no acúmulo de estoque do C, então seu armazenamento no solo pode ser elevado diretamente, aumentando os retornos de C ao solo como resíduo da colheita, resíduos orgânicos ou outros aditivos orgânicos, ou de forma indireta por meio de fertilização ou tratamentos de irrigação que aumentam a produtividade da cultura, biomassa e produção de raízes (STEWART et al., 2007; CHENU et al., 2019). Espécies de culturas que são cultivadas, também podem desempenhar um papel importante na manutenção do estoque de C, porque tanto a quantidade quanto a qualidade de seus resíduos que são devolvidos ao solo variam muito, afetando seu tempo de residência no solo. Além disso, dentro de uma sequência de cultivo particular, a duração e os tempos de 'pousio' também podem afetar a quantidade de C (MANDAL et al., 2006).

ESTABILIZAÇÃO DO CARBONO NO SOLO

O potencial de um solo em sequestrar C de forma sustentável é finito e dependente de sua capacidade de estabilizar a MOS, essa estabilização pode ser atribuída a vários mecanismos, com a formação de

complexos organominerais na fração fina (silte e argila) sendo geralmente considerado quantitativamente o mais importante (MCNALLY et al., 2017).

Três mecanismos principais de estabilização da MOS, que a protege foram propostos: (1) estabilização química, (2) proteção física e (3) estabilização bioquímica. A estabilização química é entendida como o resultado da ligação química ou físico-química entre C e minerais do solo (isto é, partículas de argila e silte), que seria influenciada pelo teor de argila e tipo de argila predominante (2:1 ou 1:1), a proteção física por agregados, onde os agregados protegem fisicamente a MOS, formando barreiras físicas e a estabilização bioquímica que é entendida como a estabilização da MOS devido a composição química intrínseca e por complexação química (SIX et al., 2002). Segundo os mesmos autores o C desprotegido sem atuação de nenhum desses mecanismos, a taxa de decomposição é independente do nível de proteção química e física, mas está relacionada à umidade do solo, temperatura, biodegradabilidade intrínseca e disponibilidade de N como principais controles da atividade microbiana.

O agregado é uma unidade básica para a estrutura do solo e desempenha um papel crucial na acumulação e estabilização do C no solo (XU et al., 2020). Sua formação e estabilização afeta significativamente o armazenamento C do solo. Geralmente, a agregação do solo e o sequestro de C são processos mútuos. Tendo em vista que os agregados do solo fornecem uma proteção espacial para os materiais orgânicos, que favorecem a redução do ataque microbiano, essa proteção é comumente melhorada com a diminuição dos tamanhos dos agregados devido a existência de poros menores do solo em agregados de pequeno porte (LIU et al., 2020).

Com relação a estabilização química, no processo de formação de complexos organominerais a sorção seria um dos principais mecanismos de estabilização, com isso a MOS dentro da fração de areia seria alocada para o reservatório ativo e a MOS nas frações de silte e argila para o reservatório intermediário e passivo (VON LÜTZOW et al., 2007). Como a fração silte e argila é frequentemente protegida por outros agregados do solo, essa fração atinge o limite de saturação primeiro em relação às outras frações de agregados com alto nível de entrada de C no solo. Depois que o teor de C na fração de silte e argila é saturado, o C do resíduo vegetal é subsequentemente acumulado na fração de microagregados, sendo que este resíduo é acumulado inicialmente na fração dos macroagregados, por estes serem ligados por agentes ligantes temporários (XU et al., 2020).

A proteção ou estabilização bioquímica MOS ocorre devido a composição química complexa dos materiais orgânicos. Esta composição química complexa pode ser uma propriedade inerente do material vegetal ou ser alcançada durante a decomposição através da condensação e complexação de

resíduos de decomposição, tornando-os mais resistentes a decomposição subsequente (SIX et al., 2002).

ESTRATÉGIAS PARA ELEVAR O ESTOQUE DE CARBONO NO SOLO

As práticas de manejo podem influenciar os estoques de C, tanto aumentando a entrada de C no solo quanto diminuindo as perdas de C (CHENU et al., 2019). Com isso em áreas de cultivo tropicais, a melhoria das práticas de manejo pode levar a taxas significativas de acumulação de C no solo (FUJISAKI et al., 2018).

O manejo adequado de solos agrícolas é uma estratégia importante para aumentar o estoque de C. Dentro desse manejo pode ser incluído aqueles que aumentam a eficiência do uso de insumos, como agricultura de conservação, tráfego guiado, agricultura de precisão ou manejo específico do solo, e que criam um orçamento de C positivo (LAL, 2010). Entre as estratégias para aumentar o potencial de sequestrar carbono e consequentemente a reserva de carbono no solo pode se incluir medidas agrícolas como a restauração do solo e regeneração florestal, plantio direto, uso de culturas de cobertura e manejo de seus resíduos, rotação de culturas, adubação, recuperação de pastagens degradadas, pastoreio com ajuste de lotação, práticas agroflorestais e agricultura orgânica (LAL, 2004; KÄMPF et al., 2016; RAMESH et al., 2019).

A conversão do cultivo anual para pastagem e práticas de manejo introduzidas com a intenção de aumentar a produção de forragem tendem a promover aumentos nos estoques de C do solo. Uma síntese de estudos existentes sugere que a melhoria do manejo das pastagens pode levar ao sequestro de C do solo, em uma média de $0,47 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Com isso, substituir práticas que levam à degradação pela recuperação dessas pastagens pode induzir a aumentos nos estoques de carbono, sequestrando o CO_2 atmosférico em solos de pastagem (CONANT et al., 2017). E elevar a entrada de palha no solo que é uma prática de manejo agrícola que pode aumentar o armazenamento e a estabilização do carbono orgânico do solo (XU et al., 2020).

O manejo adequado da pastagem com fertilização, uso de leguminosas e espécies de gramíneas melhoradas, seriam exemplos de práticas agrícolas que tendem a contribuir para o aumento de carbono do solo (CONANT et al., 2017). As intervenções de manejo podem incluir também o cultivo de pastos mistos para aumentar os insumos da raiz C, otimização dos insumos de N e irrigação para maximizar a produção de matéria seca da pastagem, que consequentemente aumentará os insumos de C advindo dos resíduos vegetais que poderão ser depositados no solo (MCNALLY et al., 2017).

Tanto o fornecimento do nitrogênio via fertilizante, como da fixação biológica do N_2 pelas leguminosas podem promover aumentos na produtividade de pastagens e na quantidade dos resíduos vegetais depositados ao solo. Portanto, maiores quantidades de resíduos, advindos da parte aérea e especialmente de raízes podem proporcionar aumentos de carbono no solo (PEOPLES et al., 2019). No entanto, uma maior produtividade da cultura pode não levar a um acréscimo no estoque de carbono do solo, a menos que os insumos de carbono depositados no solo também sejam aumentados (WHITEHEAD et al., 2018).

A fertilização do solo se faz uma estratégia importante para elevação do C do solo, pois a estabilização e distribuição do C originário dos resíduos de uma cultura nas frações agregadas variaram com os níveis de fertilidade do solo e níveis de entrada de resíduos. Solos de maior fertilidade, tendem a promover o maior acúmulo de C, podendo isso ocorrer devido a disponibilidades de nutrientes e dinâmica de decomposição dos resíduos (XU et al., 2020). Outra estratégia em sistema de cultivo seria também a adesão da agricultura de conservação com uso de terraços bem formados quando necessário, que podem aumentar o estoque de carbono nos solos, por provavelmente proteger o C das perdas por erosão, e apresentar uma reciclagem de resíduos orgânicos regularmente (MEENA et al., 2018).

Portanto, várias estratégias de manejo na agricultura podem favorecer o sequestro de carbono e melhorar os diferentes processos do solo que protegem a matéria orgânica do processo de decomposição, com isso encontrar sistemas agrícolas que melhorem o armazenamento de carbono no solo proporcionará uma opção para mitigar o aumento do carbono atmosférico (RAMESH et al., 2019).

ESTOQUE DE CARBONO EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO E CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

Nos resultados encontrados por Santana et al. (2019) (Tabela 1) pode se observar que o Planossolo foi o tipo de solo com menores estoques de C totais avaliados nos diferentes sistemas de uso, isso em virtude de sua menor profundidade de avaliação, o que evidencia que a depender do tipo de solo, o potencial de armazenamento de C pode ser reduzido devido a sua menor profundidade quando comparado a outros solos mais profundos. Segundo os mesmos autores esses resultados podem ser devido ao alto teor de areia nas camadas superficiais desse solo, com isso esses solos possuem alta suscetibilidade à erosão, uma vez que apresentam baixa permeabilidade e mudanças texturais abruptas, enquanto os outros solos são menos frágeis ambientalmente por serem profundos, bem

drenados e com texturas argilosas, que facilitam a agregação e maior acúmulo de C quando bem manejados.

O Planossolo por apresentar menor produção de biomassa pelas culturas, a incorporação de resíduos nesse solo foi menor. Já no Latossolo e Argissolo, os insumos de C nas lavouras tenderam a ser menores do que na vegetação nativa devido ao seu ciclo curto e exportação de produtos (biomassa e nutriente). Mesmo áreas de pastagens podendo produzir quase tanta biomassa anualmente quanto a caatinga, os insumos de C foram menores, isso pode ocorrer devido ao maior consumo pelos animais (SANTANA et al., 2019). Já Carvalho et al. (2014) em seu estudo atribuíram tal comportamento a baixa produtividade da forragem, com consequente baixa oferta devido ao uso de pastejo contínuo. Marchão et al. (2009) também atribuíram o menor acúmulo de C na pastagem devido a produtividade limitada em decorrência da baixa entrada de N, que afeta o acúmulo de C no solo.

Resultados diferentes foram encontrados por Santos et al. (2019), onde a área com pastagem apresentou maiores estoques de carbono que a área de vegetação nativa. Resultado também encontrado por Damian et al. (2021) que verificaram que ao realizar a fertilização da pastagem com um adequado manejo, o estoque de C do solo aumentou a níveis maiores que a mata nativa, diferente de quando se tinha a pastagem mal manejada, que foi observada uma condição de menor estoque de C que na vegetação nativa.

Outra estratégia para elevar os níveis de C no solo em áreas de pastagem além da fertilização adequada das áreas foi estudada por Tarré et al. (2001) em que ao avaliarem o estoque de C em área de pastagem em monocultura e em consórcio com uma espécie fixadora de N, observaram que em ambos os tratamentos foram superiores a vegetação nativa, com a área do consórcio apresentando os maiores estoques de C. Demonstrando que o uso desse consórcio seria uma alternativa para elevar o estoque de C no solo.

Tabela 1. Estoque de C em diferentes usos e manejos do solo em regiões do Brasil

Uso do Solo	Cobertura vegetal	Bio ma	Solo	Argil a %	Prof.	C Mg ha ⁻¹	N Mg ha ⁻¹	Fonte
VN	Caatinga densa	Caatinga	Latosolo	20,3	0-100	72,1	5,8	Santana et al. (2019)
PAST	Pasto plantado e nativo			23,2		68,2	4,8	
AGR	Milho/feijão			25,3		59,4	6,3	
VN	Caatinga densa		Planossolo	19,5	0-60	27,7	3,1	
PAST	Pasto plantado e nativo			10,9		20,5	3,6	
AGR	Milho/feijão			5,3		14,6	2,8	

VN	Caatinga densa			21,0		98,3	8,6	
PAST	Pasto plantado e nativo		Argissolo	21,1	0-100	74,2	7,1	
AGR	Milho/feijão		Argissolo	15,1		88,8	8,4	
VN	Arbustiva			56,0		75,4	-	
PAST	B. decumbens			55,8		70,1	-	
AGR	Plantio Direto			59,5	0-30	61,2	-	
AGR+P	Soja/milho/milheto							
AST	Plantio Direto			58,0		72,7	-	
	Soja/milho+B. ruzizienses							
VN	Mata nativa			-		49,3	4,0	
PAST	U. brizantha cv. Árapoti			-	0-30	61,2	5,3	
PAST	U. brizantha cv. Xaraés			-		66,6	4,6	
VN	Floresta amazônica			-		50,5	4,4	
PAST	Mal manejada			-	0-30	34,7	3,0	
PAST	Fertilizada			-		85,6	7,5	
VN	Mata					60,8	4,3	
SPC	Soja/milho/milheto					53,3	3,6	
SPD	Soja/milho/ milheto			61,6	0-30	56,0	3,8	
PAST	A. gayanus					52,9	3,7	
	B. decumbens							
VN	Mata			-		91,7	6,6	
PAST	Monocultura			-	0-100	92,2	6,3	
	B. humidicola			-				
PAST	B. humidicola/ Desmodium ovalifolium			-		97,2	6,6	

VN- Vegetação Nativa; PAST- Pastagem; AGR- Agricultura; SPC- Sistema de Plantio convencional; SPD- Sistema de Plantio Direto.

A incorporação estratégica de *B. ruziziensis* em áreas agrícolas em sistemas integrados (AGR+PAST) estudado por Carvalho et al. (2014) elevou os teores de C do solo quando comparado ao sistema de cultivo de grãos sem o uso da pastagem (AGR). Tal resultado pode ter sido provocado pelo maior acúmulo de biomassa vegetal advinda da parte aérea e raízes quando se tem a inserção da pastagem no sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O potencial de acúmulo de carbono no solo pode variar dependendo das características do solo e estratégias de uso e manejo adotadas, que irão influenciar diretamente nos mecanismos de adição, perda e estabilização do carbono nessas áreas, diante disso tem-se a necessidade de se implantar, tanto em áreas de pastagens quanto de cultivos anuais, sistemas de manejos que contribuam para elevar os níveis de carbono do solo, quer seja por meio do aumento da entrada do C, redução das perdas ou melhoria da estabilização desse elemento, para com isso se ter uma produção mais sustentável e até mesmo mais produtiva, tendo em vista que o aumento do C contribui também para melhoria da qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

- BALESDENT, J., BASILE-DOELSCH, I., CHADOEUF, J., CORNU, S., FEKIACOVA, Z., FONTAINE, S., ... & HATTÉ, C. (2017). Renouvellement du carbone profond des sols cultivés: une estimation par compilation de données isotopiques. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement/Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, 21(3), np.
- CARVALHO, J. L. N., RAUCCI, G. S., FRAZÃO, L. A., CERRI, C. E. P., BERNOUX, M., & CERRI, C. C. (2014). Crop-pasture rotation: a strategy to reduce soil greenhouse gas emissions in the Brazilian Cerrado. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 183, 167-175. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.11.014>
- CERRI, C. E. P., SPAROVEK, G., BERNOUX, M., EASTERLING, W. E., MELILLO, J. M., & CERRI, C. C. (2007). Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agricola*, 64(1), 83-99.
- CHEN, S., ARROUAYS, D., ANGERS, D. A., MARTIN, M. P., & WALTER, C. (2019). Soil carbon stocks under different land uses and the applicability of the soil carbon saturation concept. *Soil and Tillage Research*, 188, 53-58. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.11.001>.
- CHENU, C., ANGERS, D. A., BARRÉ, P., DERRIEN, D., ARROUAYS, D., & BALESDENT, J. (2019). Increasing organic stocks in agricultural soils: Knowledge gaps and potential innovations. *Soil and Tillage Research*, 188, 41-52. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.04.011>
- CONANT, R. T., CERRI, C. E., OSBORNE, B. B., & PAUSTIAN, K. (2017). Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2), 662-668. <https://doi.org/10.1002/eap.1473>
- COSTA, O. V., CANTARUTTI, R. B., FONTES, L. E. F., COSTA, L. M. D., NACIF, P. G. S., & FARIA, J. C. (2009). Estoque de carbono do solo sob pastagem em área de tabuleiro costeiro no sul da Bahia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33(5), 1137-1145. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000500007>
- DAMIAN, J. M., DA SILVA MATOS, E., E PEDREIRA, B. C., DE FACCIO CARVALHO, P. C., PREMAZZI, L. M., WILLIAMS, S., ... & CERRI, C. E. P. (2021). Predicting soil C changes after pasture intensification and diversification in Brazil. *Catena*, 202, 105238. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105238>
- FREITAS, L., DE OLIVEIRA, I. A., CARLOS CASAGRANDE, J., SANTOS SILVA, L., & COSTA CAMPOS, M. C. (2018). Estoque de carbono de latossolos em sistemas de manejo natural e alterado. *Ciência Florestal* (01039954), 28(1).
- FUJISAKI, K., CHAPUIS-LARDY, L., ALBRECHT, A., RAZAFIMBELO, T., CHOTTE, J. L., & CHEVALLIER, T. (2018). Data synthesis of carbon distribution in particle size fractions of tropical soils: Implications for soil carbon storage potential in croplands. *Geoderma*, 313, 41-51.
- FUJISAKI, K., CHEVALLIER, T., CHAPUIS-LARDY, L., ALBRECHT, A., RAZAFIMBELO, T., MASSE, D., ... & CHOTTE, J. L. (2018). Soil carbon stock changes in tropical croplands are mainly driven by carbon inputs: A synthesis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 259, 147-158. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.12.008>

GODDE, C. M., DE BOER, I. J., ZU ERMGASSEN, E., HERRERO, M., VAN MIDDELAAR, C. E., MULLER, A., ... & GARNETT, T. (2020). Soil carbon sequestration in grazing systems: managing expectations. *Climatic Change*, 1-7. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02673-x>

HASSINK, J. The capacity of soils to preserve organic C and N by their association with clay and silt particles. *Plant Soil*, 191 (1997), pp. 77-87

KAEMPF, I., HOELZEL, N., STOERRLE, M., BROLL, G., & KIEHL, K. (2016). Potential of temperate agricultural soils for carbon sequestration: A meta-analysis of land-use effects. *Science of the Total Environment*, 566, 428-435. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.067>.

LAL, R. (2002). Soil carbon dynamics in cropland and rangeland. *Environmental pollution*, 116(3), 353-362.

LAL, R. (2004). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *science*, 304(5677), 1623-1627.

LAL, R. (2010). Managing soils and ecosystems for mitigating anthropogenic carbon emissions and advancing global food security. *BioScience*, 60(9), 708-721.

LAL, R. (2011). Sequestering carbon in soils of agro-ecosystems. *Food policy*, 36, S33-S39. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2010.12.001>

LIU, M., HAN, G., & ZHANG, Q. (2020). Effects of agricultural abandonment on soil aggregation, soil organic carbon storage and stabilization: Results from observation in a small karst catchment, Southwest China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 288, 106719. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106719>

MACHADO, P. L. O. A.. Carbono do solo e a mitigação da mudança climática global. *Quím. Nova* [online]. 2005, vol.28, n.2, pp.329-334. ISSN 1678-7064. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000200026>.

MANDAL, B., MAJUMDER, B., BANDYOPADHYAY, P. K., HAZRA, G. C., GANGOPADHYAY, A., SAMANTARAY, R. N., ... & KUNDU, S. (2007). The potential of cropping systems and soil amendments for carbon sequestration in soils under long-term experiments in subtropical India. *Global change biology*, 13(2), 357-369. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2006.01309.x>

MARCHAO, R. L., BECQUER, T., BRUNET, D., BALBINO, L. C., VILELA, L., & BROSSARD, M. (2009). Carbon and nitrogen stocks in a Brazilian clayey Oxisol: 13-year effects of integrated crop–livestock management systems. *Soil and Tillage Research*, 103(2), 442-450. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.002>

MCNALLY, S. R., BEARE, M. H., CURTIN, D., MEENKEN, E. D., KELLIHER, F. M., CALVELO PEREIRA, R., ... & BALDOCK, J. (2017). Soil carbon sequestration potential of permanent pasture and continuous cropping soils in New Zealand. *Global Change Biology*, 23(11), 4544-4555. <https://doi.org/10.1111/gcb.13720>

MEENA, V. S., MONDAL, T., PANDEY, B. M., MUKHERJEE, A., YADAV, R. P., CHOUDHARY, M., ... & PATTANAYAK, A. (2018). Land use changes: Strategies to improve soil carbon and nitrogen storage

pattern in the mid-Himalaya ecosystem, India. *Geoderma*, 321, 69-78. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.02.002>

MEYER, N., BORNEMANN, L., WELP, G., SCHIEDUNG, H., HERBST, M., & AMELUNG, W. (2017). Carbon saturation drives spatial patterns of soil organic matter losses under long-term bare fallow. *Geoderma*, 306, 89-98.

MINASNY, B., MALONE, B. P., MCBRATNEY, A. B., ANGERS, D. A., ARROUAYS, D., CHAMBERS, A., ... & WINOWIECKI, L. (2017). Soil carbon 4 per mille. *Geoderma*, 292, 59-86. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.01.002>

PARRAS-ALCÁNTARA, L., DÍAZ-JAIMES, L., & LOZANO-GARCÍA, B. (2015). Management effects on soil organic carbon stock in Mediterranean open rangelands—treeless grasslands. *Land Degradation & Development*, 26(1), 22-34. <https://doi.org/10.1002/ldr.2269>

PEOPLES, M. B., HAUGGAARD-NIELSEN, H., HUGUENIN-ELIE, O., JENSEN, E. S., JUSTES, E., & WILLIAMS, M. (2019). The contributions of legumes to reducing the environmental risk of agricultural production. In *Agroecosystem diversity* (pp. 123-143). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811050-8.00008-X>

RAMESH, T., BOLAN, N. S., KIRKHAM, M. B., WIJESEKARA, H., KANCHIKERIMATH, M., RAO, C. S., ... & FREEMAN II, O. W. (2019). Soil organic carbon dynamics: Impact of land use changes and management practices: A review. *Advances in agronomy*, 156, 1-107.

<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.02.001>

RAMESH, T., BOLAN, N. S., KIRKHAM, M. B., WIJESEKARA, H., KANCHIKERIMATH, M., RAO, C. S., ... & FREEMAN II, O. W. (2019). Soil organic carbon dynamics: Impact of land use changes and management practices: A review. *Advances in agronomy*, 156, 1-107.

SANTANA, M. S. SAMPAIO, E. V. D. S. B., GIONGO, V., MENEZES, R. S. C., DE JESUS, K. N., DE ALBUQUERQUE, E. R. G. M., ... & PRIMO, D. C. (2019). Carbon and nitrogen stocks of soils under different land uses in Pernambuco state, Brazil. *Geoderma Regional*, 16, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e00205>

SANTANA, M. S., SAMPAIO, E. V. D. S. B., GIONGO, V., MENEZES, R. S. C., DE JESUS, K. N., DE ALBUQUERQUE, E. R. G. M., ... & PRIMO, D. C. (2019). Carbon and nitrogen stocks of soils under different land uses in Pernambuco state, Brazil. *Geoderma Regional*, 16, e00205. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2019.e00205>

SANTOS, C. A., REZENDE, C. D. P., PINHEIRO, É. F. M., PEREIRA, J. M., ALVES, B. J., URQUIAGA, S., & BODDEY, R. M. (2019). Changes in soil carbon stocks after land-use change from native vegetation to pastures in the Atlantic forest region of Brazil. *Geoderma*, 337, 394-401.

SIX, J., CONANT, R. T., PAUL, E. A., & PAUSTIAN, K. (2002). Stabilization mechanisms of soil organic matter: implications for C-saturation of soils. *Plant and soil*, 241(2), 155-176.

STEWART, C. E., PAUSTIAN, K., CONANT, R. T., PLANTE, A. F., & SIX, J. (2007). Soil carbon saturation: concept, evidence and evaluation. *Biogeochemistry*, 86(1), 19-31. DOI 10.1007/s10533-007-9140-0

STOCKMANN, U., PADARIAN, J., MCBRATNEY, A., MINASNY, B., DE BROGNIEZ, D., MONTANARELLA, L., ... & FIELD, D. J. (2015). Global soil organic carbon assessment. *Global Food Security*, 6, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2015.07.001>

TARRÉ, R., MACEDO, R., CANTARUTTI, R. B., DE REZENDE, C. P., PEREIRA, J. M., FERREIRA, E., ... & BODDEY, R. M. (2001). The effect of the presence of a forage legume on nitrogen and carbon levels in soils under *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. *Plant and soil*, 234(1), 15-26.

VON LÜTZOW, M., KÖGEL-KNABNER, I., EKSCHMITT, K., FLESSA, H., GUGGENBERGER, G., MATZNER, E., & MARSCHNER, B. (2007). Métodos de fracionamento SOM: Relevância para pools funcionais e mecanismos de estabilização. *Biologia do Solo & Biochemistry*, 39, 2183 - 2207. <https://doi-org.ez30.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.soilbio.200>

WHITEHEAD, D., SCHIPPER, L. A., PRONGER, J., MOINET, G. Y., MUDGE, P. L., PEREIRA, R. C., ... & CAMPS-ARBESTAIN, M. (2018). Management practices to reduce losses or increase soil carbon stocks in temperate grazed grasslands: New Zealand as a case study. *Agriculture, ecosystems & environment*, 265, 432-443. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.022>

Capítulo 2



10.37423/230407523

CALCULO DE ÁREAS EM MAPAS DE CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E DE ESTUDOS EM COBERTURAS CENOZÓICAS UTILIZANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO.

RAMON JULIANO RODRIGUES

Universidade Estadual Paulista

Dario Abel Palmieri

Universidade Estadual Paulista



Resumo: O Geoprocessamento tem se tornado cada vez mais uma ferramenta importante em diferentes áreas, destacam-se a produção de mapas com base em imagens aéreas relacionados com dados ambientais de ocupação de diferentes tipos de vegetação, aproveitamento e uso do solo, desmatamento e mudanças na paisagem ambiental através dos tempos, tornando mais clara o conhecimento da ocupação racional de uma área ou região, de forma a minimizar o impacto ambiental e aproveitar da melhor maneira possível os seus recursos naturais. Neste trabalho o Geoprocessamento pôde quantificar os mapas de caracterização geológica do município de Assis, com a finalidade de se produzir informações e cartografia pertinente, que pudessem orientar, entre outros, a administração municipal na tomada de decisões sociopolíticas e administrativas, no ordenamento territorial do município. Este trabalho utilizou como referencia os mapas gerados por uma Tese de Doutorado do ano de 2008, que não calculou as respectivas áreas por conta das grandes dimensões. Tal trabalho só pode ser realizado graças ao uso do Geoprocessamento associado com esses mapas.

Palavras-chave: Aerofotogrametria. Mapas de Solos. Cartografia.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o crescimento da urbanização tem agravado ainda mais as causas de desmatamento ambiental, mudanças no uso e ocupação do solo, uso não racional do solo e impactos cada vez maiores no subsolo sem conhecimento devido destas grandezas.

A deterioração dos recursos naturais, principalmente do solo e água, vem crescendo cada vez mais em diferentes regiões do País com o passar dos anos, devido ao uso da terra sem planejamento e má utilização dos recursos naturais e renováveis (ARAUJO 2002). Ainda ARAUJO explica que a Microbacia é uma unidade física ideal para estudos e planejamento integrado de recursos naturais e renováveis, e que o mapeamento de uma microbacia permite estudos e planejamento de atividades urbanas e rurais, com determinação do uso e ocupação do solo, indicação de áreas mais propícias a exploração agrícola, pecuária ou florestal, previsão de safras e planejamento urbano.

A obtenção de dados e a geração de informações sob a ação do homem na superfície terrestre tem sua grande contribuição apoiada nos Sistemas de Informação Geográficas, permitindo avaliar os danos causados pelo uso incorreto da terra, auxiliando nas medidas para a gestão ambiental (SILVA et al., 2014).

Segundo Ross (2012), toda ação humana nos ambientes natural ou modificado causará impactos e alterações em diversos graus de agressão, às vezes, levando o ambiente a processos irreversíveis. A utilização dos recursos naturais tem se intensificado nos últimos anos em decorrência da expansão de áreas agrícolas e urbanas, na qual vem perturbando o ambiente acarretando em desmatamentos, poluição de nascentes e córregos, erosões e diminuição na produção e oferta de água (POLLO, 2017).

Assim, o planejamento territorial é um importante instrumento na busca do desenvolvimento harmônico dos municípios, pois através dele pode-se definir previamente qual o melhor modo de ocupar o território de um município ou região, prevendo os pontos onde se localizarão as atividades, e todos os usos do espaço, presentes e futuros (Meurer & Vieira, 2010).

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento da paisagem constitui um avanço significativo nas atividades de planejamento e gestão, pois é aonde ocorrem as interações socioambientais e seus desdobramentos (Moraes, 2016).

Após criação do Programa Nacional de Microbacia Hidrográfica, por meio do Decreto de Lei no 94.076, de 05 de março de 1987, o termo microbacia ficou definido como sendo uma área drenada por um

curso d'água e seus afluentes, a montante de uma determinada secção transversal, o que não difere em nada do conceito de bacia hidrográfica, segundo Botelho (2009).

Uma carta de aptidão à urbanização pode detalhar as áreas apropriadas para ocupação e subsidiar, com eficiência, a execução de obras civis, como contenção e drenagem, reduzindo riscos (Oliveira Filho, 2015). A análise dessas áreas envolve a caracterização e mapeamento dos atributos do meio físico, onde serão implantadas infraestruturas, serviços urbanos, melhorias habitacionais, parcelamento do solo, consolidações geotécnicas, regularização de fundiárias, entre outros (Diniz & Freitas, 2013; Souza, 2015). Por outro lado, Nogueira & Canil (2017), para definir a aptidão urbana de uma determinada área é necessário considerar, por exemplo, os limites de expansão do município de acordo com sua legislação, definir o perímetro urbano conforme o plano diretor, bem como as áreas estratégicas do ponto de vista socioeconômico.

Assim como a maior parte dos municípios do Oeste Paulista a atividade predominante é agrícola e agropecuária, notadamente no cultivo de hortaliças e frutas (TROMBETA, 2015).

Atualmente, no Brasil, as pesquisas sobre paisagem em sua maior parte são aplicadas, relacionadas à gestão e ao planejamento. Estes estudos concentram-se, basicamente, em planos locais e regionais (NEVES E SALINAS, 2017).

Conhecer o tipo do solo é uma ferramenta indispensável quando tratamos de agricultura, conhecer o tipo de solo significa escolher a variedade de cana específica para aquele solo objetivando uma melhor produtividade, maior suscetibilidade as intempéries daquela região, até mesmo na escolha ou não daquele local para tal tipo de cultura.

O presente trabalho teve por objetivo calcular as áreas dos mapas de caracterização geológica do solo de Assis, utilizando como referência técnicas de Geoprocessamento e sobreposição de mapas para quantificar cada classe de solo identificada por Bongiovani (2008).

O uso do Geoprocessamento para este trabalho tem por base utilizar coordenadas coletadas por receptor de sinal GPS e utilizar técnicas de escalonamento utilizando como referencia o perímetro limite do município da cidade de Assis/SP.

O GPS é um sistema de posicionamento baseado nos dados fornecidos por satélites operados pelo Departamento de Defesa (DoD) dos EUA. Os satélites em operação fornecem informações sobre posição e horário 24 horas ao dia, a qualquer tempo e em âmbito mundial (VETTORAZZI,1994). Hoje existem em operação 31 satélites do sistema GPS (RODRIGUES, 2014).

Quando se menciona GPS não se pode deixar de relacionar que existe o GLONASS (*Global Navigation Satellite System*), similar ao GPS, que foi concebido para proporcionar posicionamento e velocidade assim como no sistema GPS, bem como informações de tempo, sob quaisquer condições climáticas, em âmbito local, regional e global. Esse sistema também foi concebido no início da década de 1970, na antiga URSS, pelo (*Soviet Unions's Scientific Production Association of Applied Mechanics*), e atualmente é desenvolvido e operado pela *Russian Federation Space Forces*. Da mesma forma que o GPS, o GLONASS é um sistema militar, mas houve várias declarações do governo russo oferecendo o sistema para uso civil (MONICO, 2008).

O sistema GPS vem provando, ao longo dos últimos anos, que é uma técnica efetiva de posicionamento, proporcionando a obtenção de coordenadas com precisão, principalmente as coordenadas geográficas latitude e longitude (SEGANTINI, 1999).

A caracterização do relevo em uma microbacia é a base fundamental para o delineamento do manejo sustentável da terra em áreas com características semelhantes (RIBEIRO, 2009).

Segundo Santos (2002), o conhecimento da heterogeneidade da paisagem também é importante para desenvolver esquemas de amostragem de solo e definir práticas de manejo. Os Sistemas de informações Geográficas (SIG s) demonstraram sua viabilidade para esse tipo de estudos ambientais. As fontes mais comuns de amostras de modelos digitais de terrenos são: arquivos digitais importados de outros sistemas, bases topográficas com isolinhas e pontos notáveis de máximos e mínimos, e levantamentos e campos transformados de alguma forma em informações digitais.

Quantificar tais áreas significa valorizar o trabalho feito por Bongiovani (2008) e dar seguimento a esse estudo, calcular a porcentagem de cada tipo de solo pode abrir novos horizontes com pesquisar desse porte, onde se tem dados que associados com novas técnicas de Geoprocessamento podem gerar novos produtos e mapas mais atualizados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo, conforme consta na Figura 01, é todo o limite de município da cidade de Assis no estado de São Paulo, tendo sua posição central definida pelas coordenadas plano retangulares em UTM 22K 560000mE, 7498000mS com uma elevação média de 540 metros nas coordenadas centrais e adotado como Datum para esse estudo o SIRGAS 2000.



Figura 1 – Localização da área.

Na Figura 1, observa-se o limite de município georreferenciado da cidade de Assis/SP. O perímetro georreferenciado foi cedido pela secretaria do Meio Ambiente da cidade de Assis no ano de 2014 e desde então o mesmo vem servindo de base referenciada para vários trabalhos.

2.2 EQUIPAMENTOS E SOFTWARES UTILIZADOS

Receptor GPS TRIMBLE, modelo PRÓ XR.

Software Autodesk Map CAD 2021.

Carta Cartográfica do Estado de São Paulo, escala 1:50.000.

2.3 COLETA DE DADOS

Com o receptor GPS Topográfico, deslocou-se com o equipamento em funcionamento coletando dados de posições (Coordenadas Geográficas X, Y e Z) a cada 5 segundos, sendo que o mesmo utilizou como referencia algumas estradas conforme pode ser visto na Figura 2. Os dados coletados por receptor de sinal GPS serviram de base para realizar o escalonamento das Cartas Cartográficas do Estado de São Paulo, e verificar a correta posição do perímetro georreferenciado do município. Os dados resultantes desse levantamento pode ser melhor visto na Figura 2.

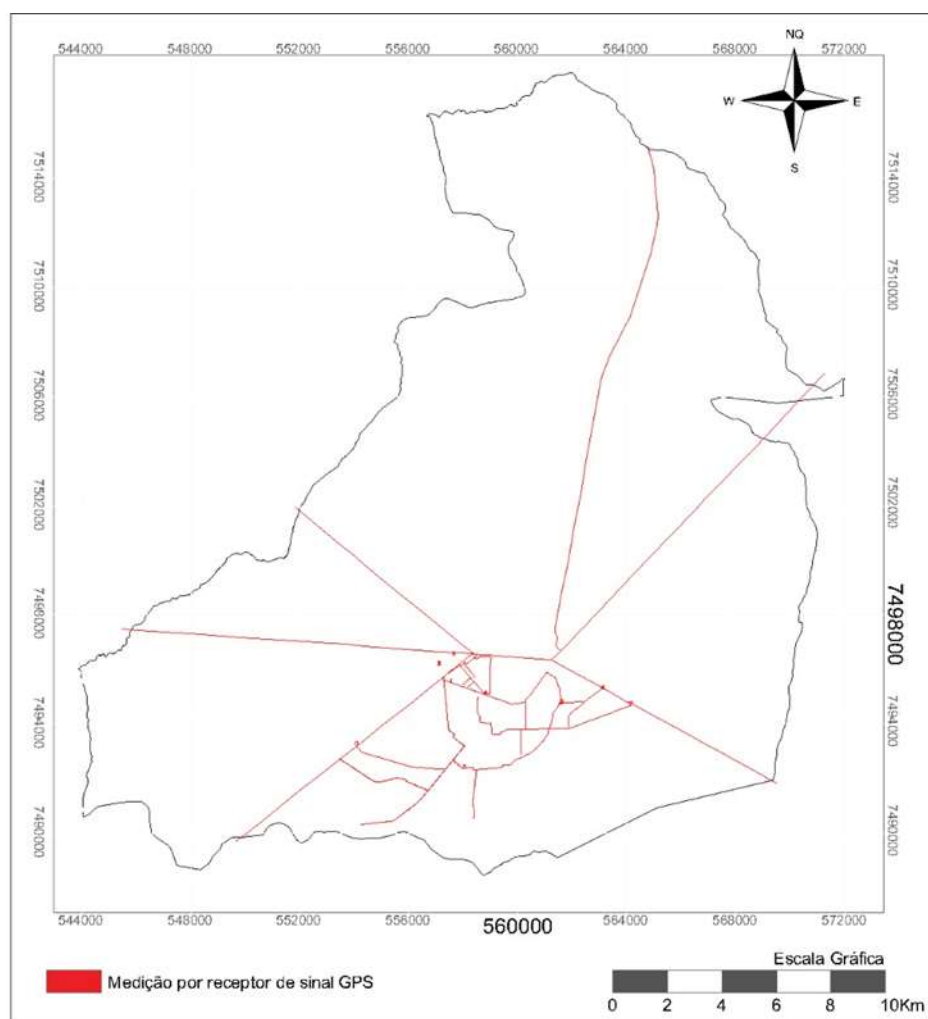


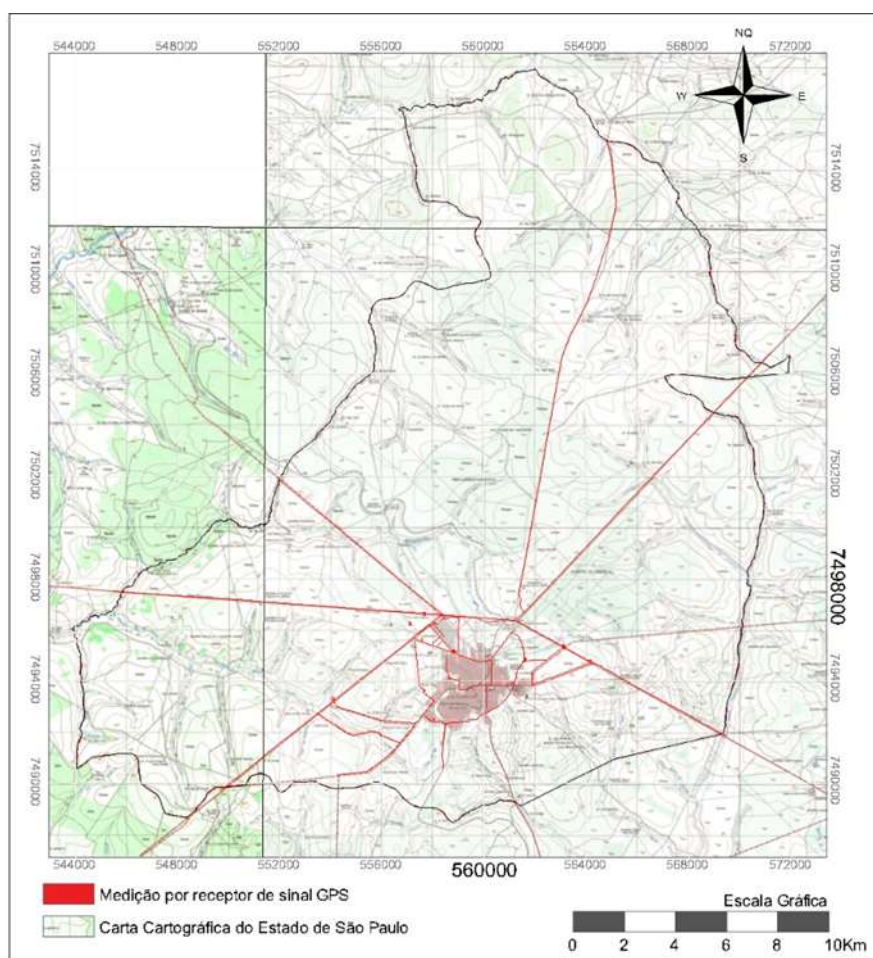
Figura 2 –Levantamento realizado por receptor de sinal GPS.

Observando a Figura 2, na cor vermelha, são apresentadas as linhas obtidas após coleta de dados, tais linhas serviram de referência ao escalonar e georreferenciar as cartas cartográficas da região.

Utilizando as coordenadas obtidas pelo levantamento realizado pelo receptor descrito acima foi possível escalonar e georreferenciar as cartas cartográficas do estado de São Paulo, utilizando o comando alinhar pontos do Software *AutoCad*. As linhas levantadas pelo sistema GPS serviram de base para verificar se o escalonamento realizado esta condizente com as condições e escalas reais em campo.

Na figura 3, observa-se o escalonamento realizado sob as linhas do levantamento por GPS. Como o sistema de coordenadas pelo GPS estão dando suporte ao escalonamento realizado das cartas, pode-se afirmar que qualquer área obtida com base neste desenho estará dentro da escala e da sua posição real em campo.

Figura 3 – Carta Cartográfica do Estado de São Paulo georreferenciadas.



O limite de município da cidade de Assis/SP está inserido sob os limites de três cartas cartográficas, são elas: SF-22-Z-A-V-1 Assis, SF-22-Z-A-IV-2 Maracá e SF-22-Z-A-II-3 Lutécia. Fato esse que faz observar as divisões de coloração e das intersecções das cartas dentro da Figura 3.

Com as cartas escalonadas e georreferenciadas foi possível digitalizar através do comando *PolyLine* do Software *AutoCAD* as Curvas de Nível, tal trabalho foi necessário pois um dos mapas de caracterização geológica continham a posição das mesmas, essas curvas estão digitalizadas e apresentadas nas Figuras 4, 5, 6 e 7.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a montagem do mosaico, escalonamento das fotos, georreferenciamento das mesmas e identificação do perímetro limite do município, foram inseridas dentro desse espaço os mapas obtidos do trabalho de Bongiovani (2008), utilizando o mesmo conceito de alinhar pontos.

Abaixo na figura 4, observa-se o mapa geológico da cidade de Assis, esse mapa que fora publicado na Tese de Doutorado de Bongiovani (2008) não apresenta o cálculo de cada classe de solo encontrado.

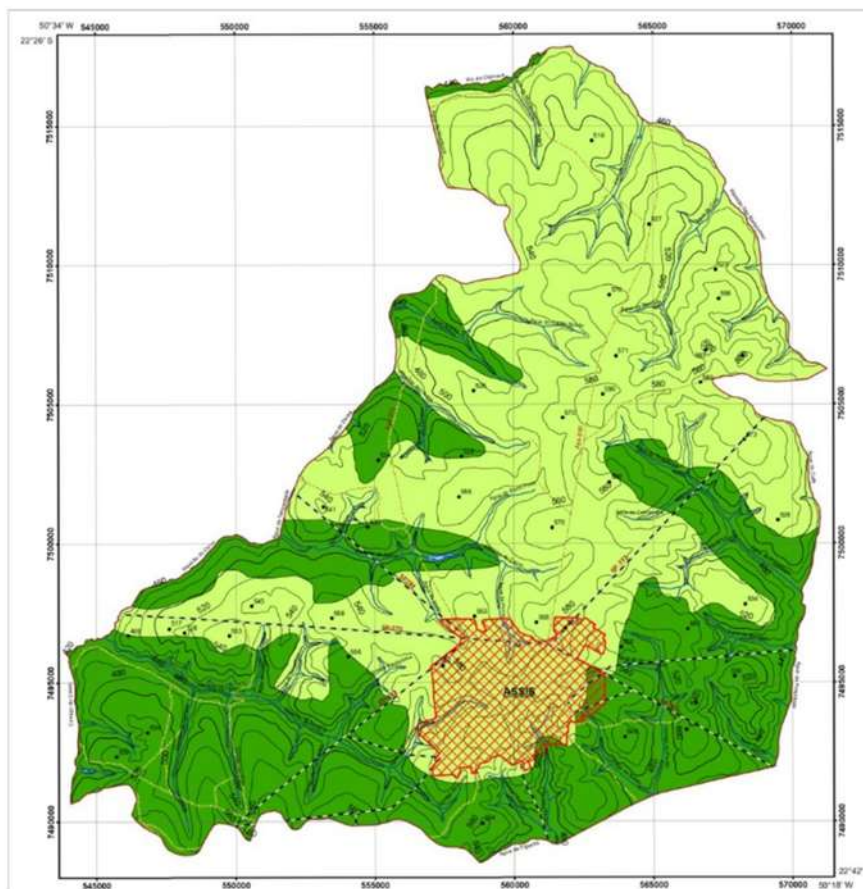


Figura 4 – Mapa Geológico da Cidade de Assis/SP.

Como é visto na figura 4, na cor verde claro tem a classificação do solo Fm Adamantina (Ka) - arenitos finos a muito finos, siltitos arenosos, arenitos argilosos, subordinadamente arenitos com granulometria média, quartzosos, localmente arcoseanos.

Na cor verde mais escuro, Fm Serra Geral (JKsg) – derrames basálticos toleíticos, textura afanítica, com intercalações de arenitos finos a médios, intertrapeanos.

O mapa apresentado na figura 4, não apresenta o quantitativo de áreas de cada classe de solo, para tanto o presente trabalho após utilizar o alinhamento de pontos georreferenciou e escalonou essa imagem e posterior calculou suas respectivas áreas e porcentagem dentro do município.

Na figura 5, o mapa geológico da cidade de Assis é apresentado com as respectivas áreas.

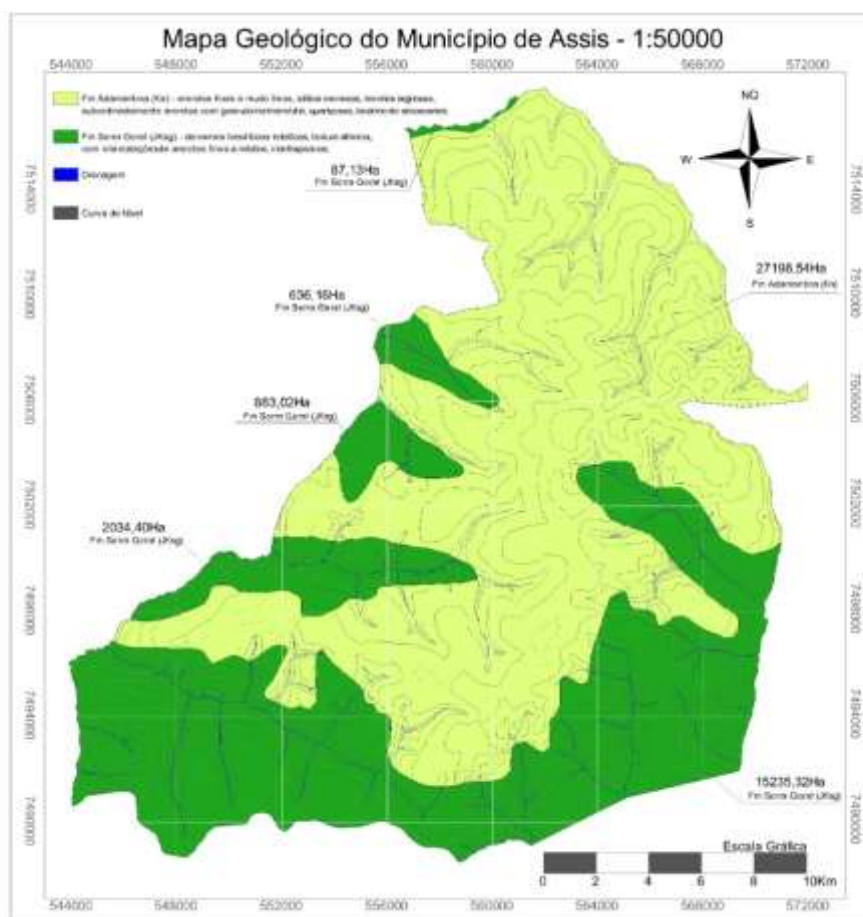


Figura 5 – Mapa Geológico de Assis com áreas calculadas

De acordo com o calculado na figura 5 e visto na Tabela 1, percebe-se uma predominância de 59% da área do município da cidade de Assis/SP com a cobertura do solo Fm Serra Geral (JKsg).

TIPOS DE SOLO	ÁREA (Hectare)	Percentual (%)
Fm Adamantina (Ka)	87.13	0.19
	636.16	1.38
	883.02	1.92
	2034.4	4.41
	15235.32	33.07
Fm Serra Geral (JKsg)	27198.54	59.03
	46074.57	100

Tabela 1 – Percentual das classes de solo

Segundo Bongiovani (2008), o mapa de solos da cidade de Assis/SP pode ser representado pela figura 6, retirada do seu trabalho.

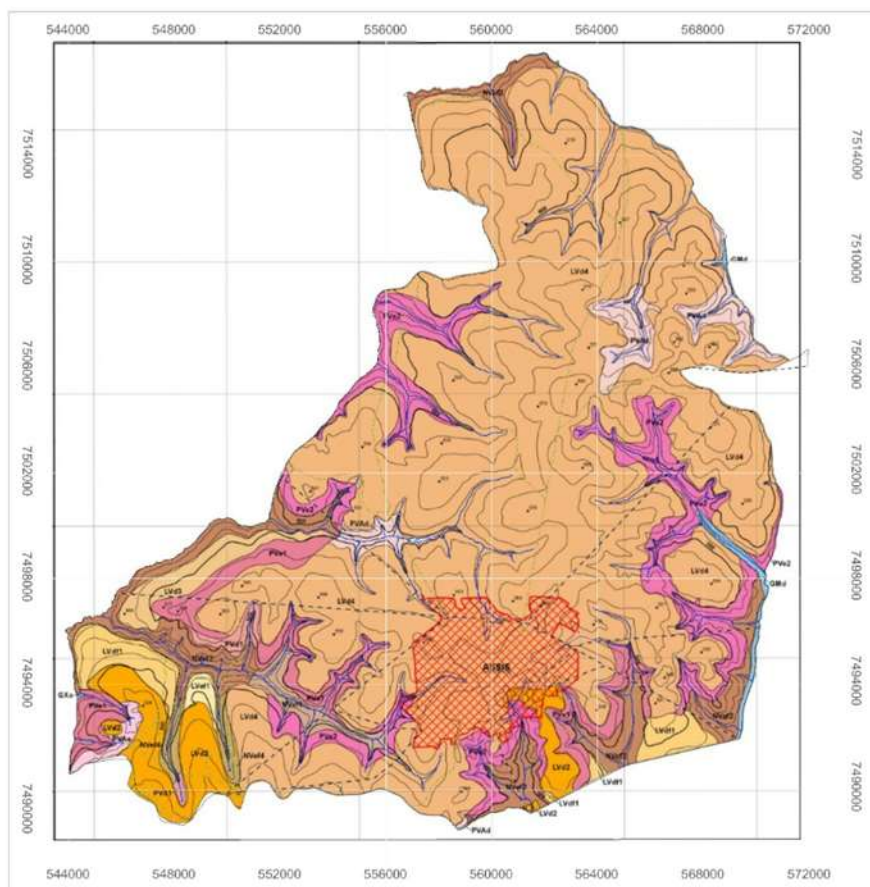


Figura 6 – Mapa de Solos da cidade de Assis.

Como observado na figura 6, o mapa de solos obtido do trabalho de Bongiovani (2008) não apresenta o cálculo das áreas e percentual de cada tipo de solo dentro do município.

A seguir na figura 7, o mapa apresentado traz as áreas de cada tipo de solo assim como sua representação percentual dentro da área em estudo.

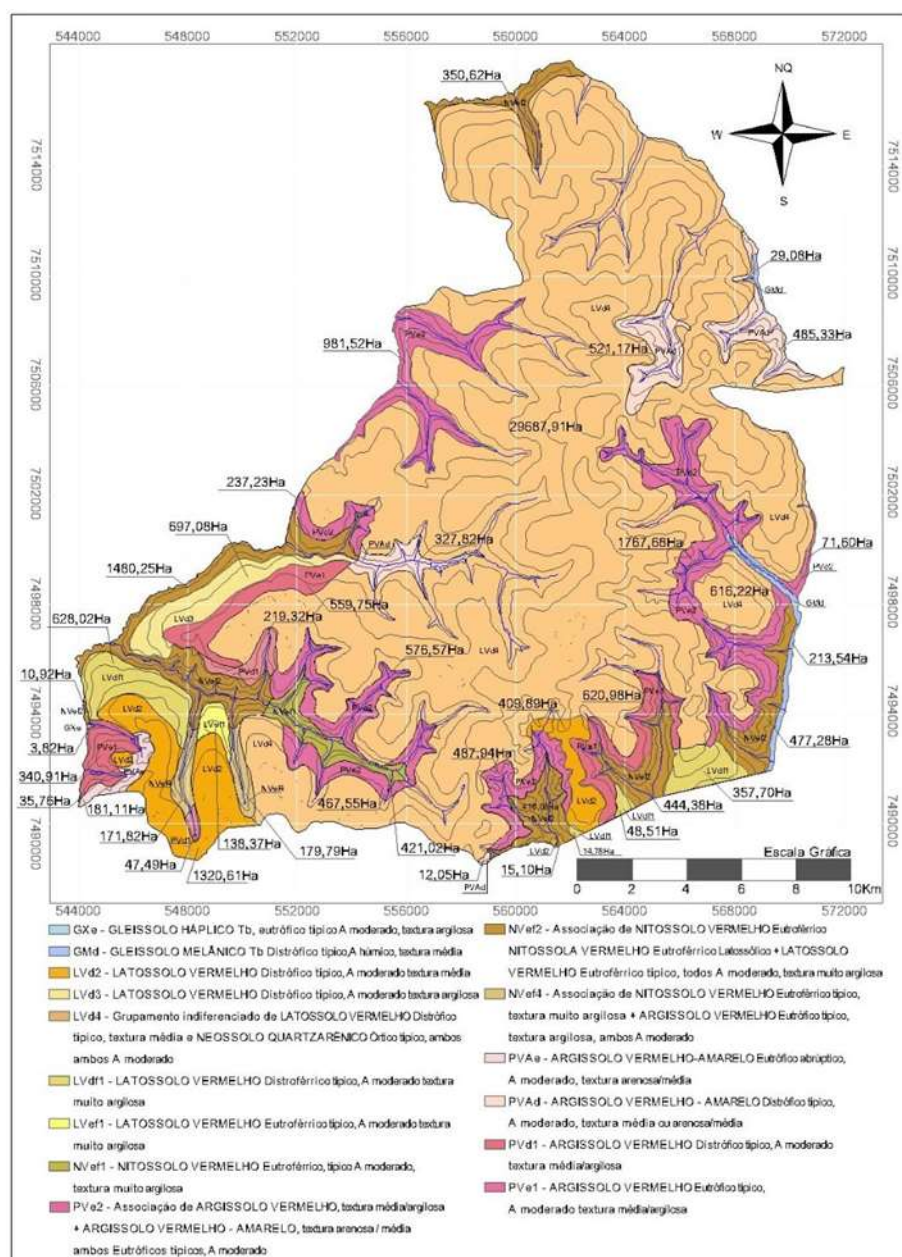


Figura 7 – Mapa de Solos da cidade de Assis com áreas (Há) em cada classe

De acordo com as áreas calculadas para cada tipo de solo, obteve-se o quadro de áreas a seguir na tabela 2.

TIPOS DE SOLO	ÁREA (Hectare)	Percentual (%)	Área (Hectares) por Classe de Solo	Percentual (%) por Classe de Solo
Gxe	3.82	0.0083	3.82	0.0083
GMd	213.54	0.4635	242.62	0.5266
	29.08	0.0631		
LVd2	1320.61	2.8662	1781.36	3.8663
	35.76	0.0776		
	15.1	0.0328		
	409.89	0.8896		

LVd3	697.08	1.5129	697.08	1.5129
LVd4	616.22	1.3374	30304.13	65.7719
	29687.91	64.4345		
LVdf1	628.02	1.3631	1049.01	2.2768
	357.7	0.7764		
	14.78	0.0321		
	48.51	0.1053		
LVEf1	138.37	0.3003	138.37	0.3003
NVEf1	421.02	0.9138	421.02	0.9138
PVe2	467.55	1.0148	4590.09	9.9623
	576.57	1.2514		
	237.23	0.5149		
	981.52	2.1303		
	1767.68	3.8366		
	71.6	0.1554		
	487.94	1.0590		
NVEf2	416.08	0.9031	3179.53	6.9008
	444.38	0.9645		
	477.28	1.0359		
	1480.25	3.2127		
	350.62	0.7610		
	10.92	0.0237		
NVEf4	171.82	0.3729	351.61	0.7631
	179.79	0.3902		
PVAe	181.11	0.3931	193.16	0.4192
	12.05	0.0262		
PVAd	327.82	0.7115	1334.32	2.8960
	485.33	1.0534		
	521.17	1.1311		
PVd1	47.49	0.1031	266.81	0.5791
	219.32	0.4760		
PVe1	340.91	0.7399	1521.64	3.3026
	559.75	1.2149		
	620.98	1.3478		
46074.57		100.0000	46074.57	100.0000

Tabela 2 – Classes de solo do município de Assis

A seguir na figura 8, observa-se o mapa geológico de Assis com outros seis tipos de classificação de solos.

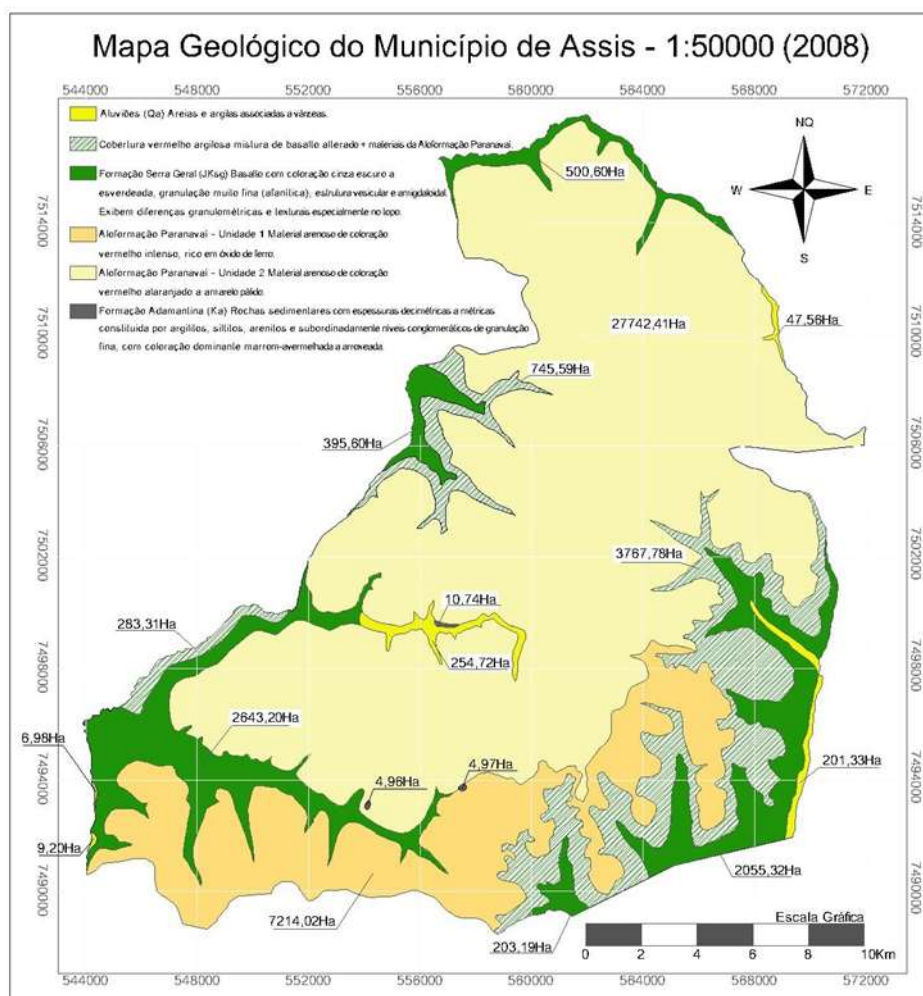


Figura 8 – Mapa Geológico com seis classes de solos.

Após feito o trabalho de alinhar pontos e submeter o perímetro de ambos para verificar o escalonamento correto da imagem, foi possível calcular as áreas de cada tipo de classe de solo encontrado na figura 8. O mapa a seguir apresentado na figura 9, traz todas as áreas calculadas nos diferentes tipos de solos.

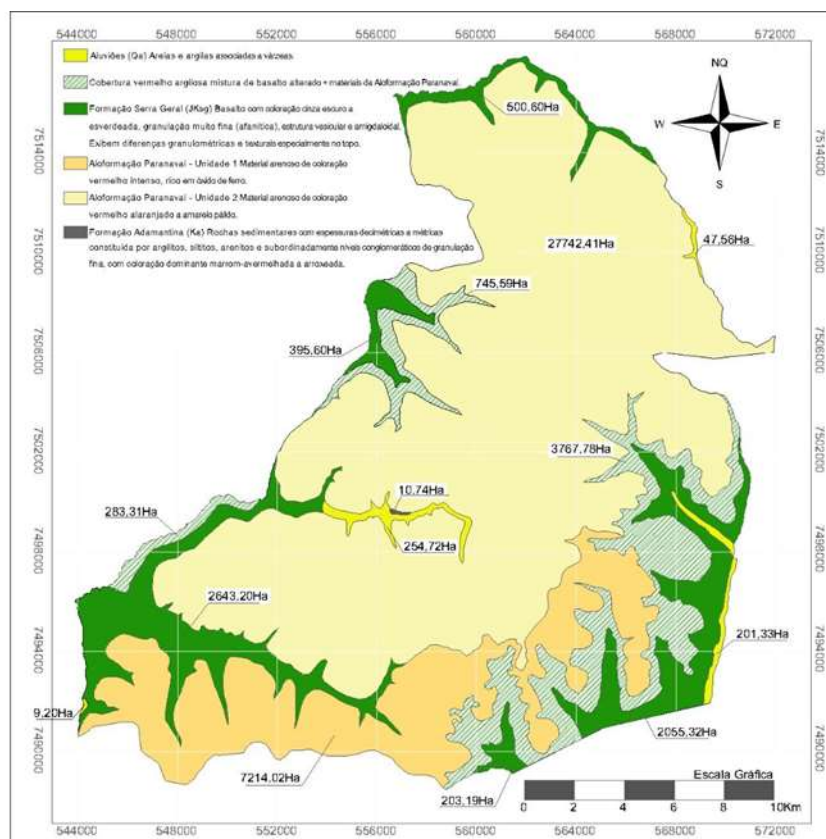


Figura 9 – Mapa Geológico do Município de Assis

Na tabela 3, segue os dados apresentados na figura 9.

TIPOS DE SOLO	ÁREA (Hectare)	Percentual (%)	Área (Hectares) por Classe de Solo	Percentual (%) por Classe de Solo
Aluviões (Qa) Areias e argilas associadas a várzeas.	47.56	0.10	512.81	1.113
	201.33	0.44		
	254.72	0.55		
	9.20	0.02		
Cobertura vermelho argilosa mistura de basalto alterado + materiais da Aloformação Paranaíba.	745.59	1.62	4796.68	10.411
	3767.78	8.18		
	283.31	0.61		
Formação Serra Geral (JKsg) Basalto com coloração cinza escuro a esverdeada, granulação muito fina (afanítica), estrutura vesicular e amigdaloidal. Exibem diferenças granulométricas e texturais especialmente no topo.	500.60	1.09	5797.91	12.584
	395.60	0.86		
	2643.20	5.74		
	203.19	0.44		
	2055.32	4.46		
Aloformação Paranaíba - Unidade 1 Material arenoso de coloração vermelho intenso, rico em óxido de ferro.	7214.02	15.66	7214.02	15.657

Aloformação Paranavaí - Unidade 2 Material arenoso de coloração vermelho alaranjado a amarelo pálido.	27742.41	60.21	27742.41	60.212
Formação Adamantina (Ka) Rochas sedimentares com espessuras decimétricas a métricas constituída por argilitos, siltitos, arenitos e subordinadamente níveis conglomeráticos de granulação fina, com coloração dominante marrom- avermelhada a arroxeada.	10.74	0.02	10.74	0.023
	46074.57		46074.57	100.000

Tabela 3 – Áreas de classes do solo do município de Assis

6. CONCLUSÃO

Conforme os dados apresentados nas tabelas 1, 2 e 3, pôde ser observado as áreas de cada classe de solo encontrado no município de Assis. Utilizar essa técnica de alinhar pontos conhecidos em imagens diferentes, utilizando como referência as linhas obtidas por medições GPS pode servir de base para novos trabalhos onde se quer saber as áreas e porcentagem de cada tipo de solo a partir de mapas Geológicos onde já existam tais dados, outro serviço que pode servir de referência com base nesse trabalho apresentado são relacionar os tipos de culturas existentes atualmente sobreposto em cada tipo diferente de solo, utilizando para isso a mesma técnica de alinhar pontos.

7. REFERÊNCIAS

Araujo Junior, Armindo Alves et al. Diagnóstico Físico Conservacionista de 10 Microbacias do Rio Capivara – Botucatu (SP), Visando O Uso Racional do Solo. Irriga, v. 7, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/107913>>.

SILVA, R. C.; et al. Avaliação do uso da terra da Bacia Hidrográfica do Rio Alegre, fronteira Brasil/Bolívia. Anais... 5º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, MS. 2014. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.786-792.

ROSS, J. L. S. Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities. GEOUSP. São Paulo, v. especial, p. 38-51, 2012.

POLLO, R. A. Mapeamento do zoneamento da bacia hidrográfica do ribeirão Paraíso, São Manuel-SP, visando o planejamento e gestão ambiental. 2017. 145f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

Meurer, F. & Vieira, G.F. 2010. Plano Diretor para Municípios de Pequeno Porte: a experiência do plano diretor regional participativo da AMAVI. In: PPLA 2010: SEMINÁRIO POLÍTICA E PLANEJAMENTO, 2, 2010, Curitiba, Anais.

Botelho, R.G.M. 2009. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.S. & BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Erosão e Conservação dos Solos - conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, p. 269-300.

Moraes, M.E.B. 2016. Introdução. In: MORAES, M.E.B. & LORANDI, R. (orgs.). Métodos e técnicas de pesquisa em bacias hidrográficas [online]. Ilhéus, Editus, p. 9-14.

Oliveira Filho, I.B. 2015. Carta geotécnica de aptidão à urbanização em ambiente cárstico - Lapão – BA. Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Universidade Federal de Ouro Preto, Dissertação de Mestrado, 118f.

Diniz, N.C. & Freitas, C.G.L. 2013. Cartografia geotécnica. In: COUTINHO, R.Q. (coord.geral e org.). Parâmetros para a cartografia geotécnica e diretrizes para medidas de intervenção de áreas sujeitas a desastres naturais. Brasília, Ministério das Cidades – Programas Urbanos, Cartografia Geotécnica/UFPe – GEGEP/ DECivil. Documento Técnico. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/index.php/cartageotecnica/5233.html>.

Nogueira, F.R. & Canil, K. 2017. Cartas geotécnicas de aptidão à urbanização: instrumento de planejamento para prevenção de desastres e para a gestão do uso do solo. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17, São Paulo, 2017. Anais, São Paulo, FAU-USP, p. 1-15

TROMBETA, L. R. Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego Guaiçarinha, Município de Álvares Machado, São Paulo, Brasil. Dissertação, UNESP, Presidente Prudente, 2015.

SALINAS, E. Y A. F. RIBEIRO. La cartografía de los paisajes con el empleo de los Sistemas de Información Geográfica. Caso de estudio Parque Nacional Sierra de Bodoquena y su entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil, Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG) Año 9, Número 9, 2017, Sección I: Artículos. pp. 186-205, 2017.

Capítulo 3



10.37423/230407652

DESENVOLVIMENTO E CRESCIMENTO DE RAIZ DO FEIJÃO COMUM SOB APLICAÇÃO DE DIFERENTES DOSES DE VINHAÇA

Fernando Nobre Cunha

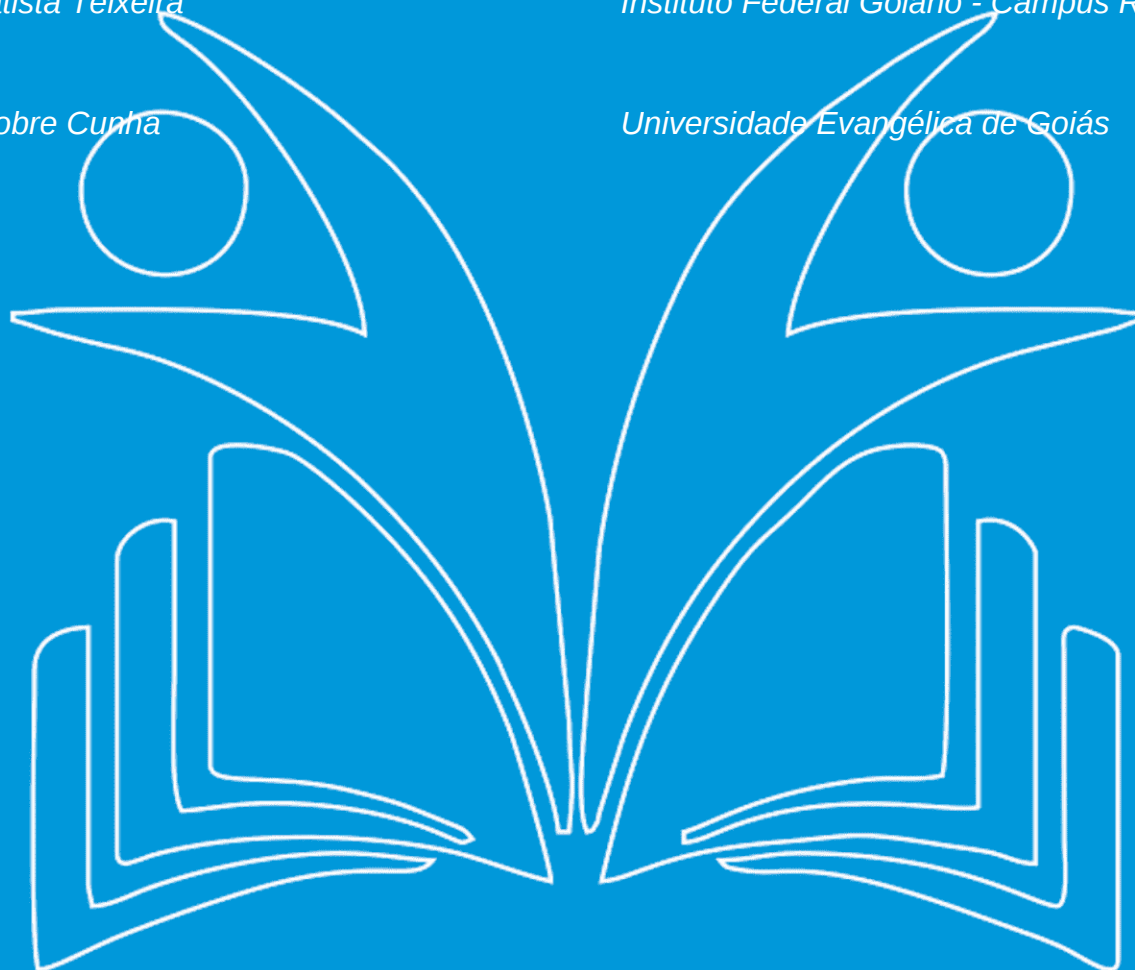
Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde

Marconi Batista Teixeira

Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde

Gabriela Nobre Cunha

Universidade Evangélica de Goiás



Resumo: As alterações fisiológicas e morfológicas de plantas limitadas pela seca influenciam na massa seca, produtividade das mesmas e dependem da quantidade de água disponível no ambiente e da eficiência do seu uso. Objetivou-se avaliar o comprimento de raiz de feijão fertirrigado com vinhaça submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas sub-subdivididas 4×2 , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro). As características morfológicas foram realizadas, nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: comprimento de raiz e número de galhos. O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos no comprimento de raiz do feijão (48,85 cm) até a dose de $192,47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*; nutrição de plantas; vinhoto.

1. INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um alimento essencial no prato dos brasileiros sendo de alto valor nutricional, uma excelente fonte de proteínas e rico em ferro e carboidratos. É cultivado em, praticamente, todos os estados brasileiros, sendo os principais: Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso, São Paulo e Goiás (CONAB, 2019).

O feijão comum é uma planta sensível ao excesso hídrico do solo e a umidade excessiva do ar, sobretudo porque favorece o aparecimento de doenças radiculares e aéreas de origem fúngica, De fato, por apresentar um sistema radicular relativamente curto, um período relativamente longo de encharcamento do solo pode prejudicar o sistema radicular devido ao apodrecimento das raízes; chuvas prolongadas no período de desenvolvimento da cultura e, principalmente, durante a colheita, provocam redução na produtividade atrasa a colheita e provoca o acamamento das plantas, refletindo em baixo rendimento e na baixa qualidade dos grãos (HEINEMANN et al., 2009; BARROS et al., 2012; FRANCISCO et al., 2016).

O conhecimento das características do sistema radicular auxilia na definição de práticas de preparo de solo e fertilização (local e época de aplicação), assim como o conhecimento da configuração do sistema radicular é fundamental como fonte de subsídio para explicar processos ecofisiológicos básicos, principalmente aqueles relacionados com a nutrição mineral e o balanço hídrico das culturas (GONÇALVES; MELLO, 2000).

Objetivou-se avaliar o comprimento de raiz de feijão fertirrigado com vinhaça submetido aos regimes hídricos de sequeiro e irrigado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, na área experimental do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde - GO. As coordenadas geográficas do local de instalação são 17°48'28" S e 50°53'57" O, com altitude média de 720 m ao nível do mar. O clima da região é classificado conforme Köppen & Geiger (1928), como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. A temperatura média anual possui pequena variação sazonal, apresentando média de 23,8°C. A precipitação pluvial média anual varia entre 1430 e 1650 mm, concentrados de outubro a maio, ocasião em que são registradas mais de 80% do total das chuvas e o relevo é suave ondulado (6% de declividade).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (LVdf), típico, textura média, fase cerrado (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema de parcelas sub-subdivididas 4×2 , com três repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de vinhaça (0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); e dois regimes hídricos (irrigado e de sequeiro).

A fertirrigação com vinhaça foi realizada 50% da dose antes do plantio e os outros 50%, de acordo com os tratamentos, aos 50 dias após o plantio (SOUSA; LOBATO, 2004); foram utilizadas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo.

A adubação nitrogenada na forma de ureia foi parcelada em dois momentos, no sulco de plantio e em cobertura aplicados aos 20 e 35 dias após a emergência (DAE). Todos os tratamentos foram adubados no sulco de plantio com fósforo (P_2O_5) na forma de superfosfato triplo, e micronutrientes, caso necessário, conforme resultados da análise de solo (Tabela 1) e segundo recomendações de Sousa e Lobato (2004).

Tabela 1. Características químicas, físico-hídricas, granulometria e classificação textural do solo da área experimental

Prof	pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	S	CTC	V
cm	H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----mmol dm ⁻³ -----							%
0-20	6,20	63,42	7,06	2,04	20,4	16,8	0	57,75	41,8	99,5	41,9
20-40	6,6	44,47	2,65	4,09	14,4	13,2	0	44,55	31,7	76,2	41,6
Prof			B	Cu		Fe		Mn		Zn	
cm	-----mg dm-3-----										
0-20			0,17	4,10		35,85		18,80		1,45	
20-40			0,16	2,85		35,80		16,10		1,35	
Prof	Granulometria			θ_{CC}	θ_{PMP}	Ds		PT		Classif. Textural	
cm	g kg ⁻¹			---m ³ m ⁻³ ---		g cm ⁻³		cm ³ cm ⁻³		-	
0-20	458,3	150,2	391,5	51,83	30,50	1,27		0,55		Franco Argiloso	
20-40	374,9	158,3	466,8	55,00	31,33	1,28		0,51		Argila	

¹CC – Capacidade de campo; PMP – ponto de murcha permanente; P, K, Ca e Mg: Resina; S: Fosfato de cálcio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$; Al: KCl 1 mol L^{-1} ; H+Al: SMP; B: água quente; Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA; M.O - Matéria Orgânica; pH - em CaCl_2 ; CTC - Capacidade de troca de cátions; V - Saturação da CTC por bases.

As parcelas experimentais, mediam 6 m × 2 m, cada parcela contendo quatro linhas de feijão no espaçamento de 0,5 m entre linhas e densidade de plantio com 12 a 15 sementes por metro, de modo a obter um estande final segundo recomendado para a cultivar. Sendo as duas linhas de feijão externas da parcela considerada bordadura.

Os tratos culturais referentes ao uso de herbicidas, inseticidas, fungicidas e demais produtos relacionados com o controle de plantas invasoras, pragas e doenças foram utilizados de acordo com a necessidade e a avaliação de infestação, conforme realizado comercialmente.

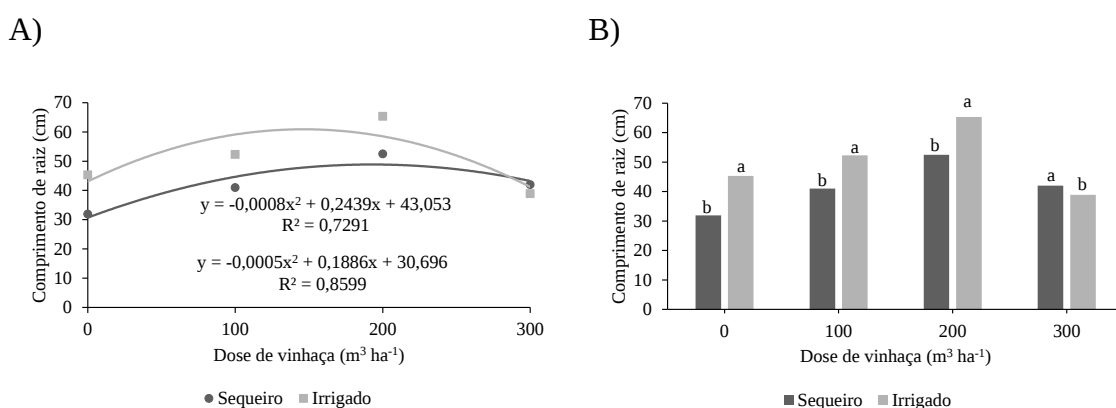
As características morfológicas foram realizadas, nas linhas centrais de cada parcela, quantificando-se: comprimento de raiz e número de galhos de feijão comum.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F ($p < 0,05$) e em casos de significância, para os níveis de fertirrigação com vinhaça foi realizada análise de regressão, para os regimes hídricos e para a aplicação do produto as médias foram comparadas entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade, utilizando o software estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão irrigado, proporcionaram elevação no comprimento de raiz do feijão até a dose de 146,25 m³ ha⁻¹ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de raiz máximo de aproximadamente 60,89 cm. O comprimento de raiz máximo verificado na dose de vinhaça de 146,25 m³ ha⁻¹, foi 29,30; 2,93; 3,96 e 32,38% maior do que o comprimento de raiz observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹, respectivamente (Figura 1A).

Figura 1. Comprimento de raiz do feijão em função das doses de vinhaça.



Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas, e maiúscula nas linhas, não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos no comprimento de raiz do feijão até a dose de $192,47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o comprimento de raiz máximo de aproximadamente 48,85 cm. O comprimento de raiz máximo verificado na dose de vinhaça de $192,47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 37,16; 8,58; 0,06 e 11,60% maior do que o comprimento de raiz observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 15A).

Fan et al. (2003) constataram que o cultivo do feijoeiro em condições de deficiência de nutrientes, reduz o crescimento e atrasa o desenvolvimento radicular.

O comprimento de raiz do feijão irrigado foi 29,60; 21,56 e 19,64% maior do que o comprimento de raiz do feijão sequeiro, para as doses de vinhaça de 0, 100 e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente; já para a dose de vinhaça de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, o comprimento de raiz do feijão sequeiro foi 7,34% maior do que o comprimento de raiz do feijão irrigado (Figura 1B).

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão, proporcionaram elevação no número de galhos do feijão até a dose de $139,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça, com a aplicação desta dose de vinhaça foi atingido o número de galhos máximo de aproximadamente 4,74. O número de galhos máximo verificado na dose de vinhaça de $139,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, foi 23,75; 1,90; 4,49 e 31,55% maior do que o número de galhos observado nas doses de vinhaça de 0, 100, 200 e $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, respectivamente (Figura 2).

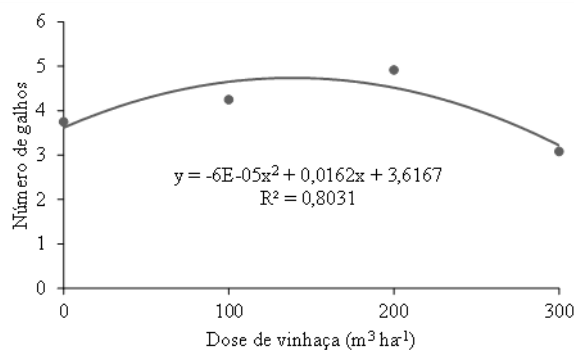


Figura 2. Número de galhos do feijão em função das doses de vinhaça.

4. CONCLUSÕES

O aumento na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão sequeiro, proporcionaram incrementos no comprimento de raiz do feijão (48,85 cm) até a dose de $192,47 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça.

O acréscimo na dose de fertirrigação com vinhaça no feijão, proporcionaram elevação no número de galhos do feijão até a dose de $139,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, A. H. C.; VAREJÃO-SILVA, M. A.; TABOSA, J. N. Aptidão climática do Estado de Alagoas para culturas agrícolas. Relatório Técnico. Convênios SEAGRI-AL/Embrapa Solos n.10200.04/0126-6 e 10200.09/0134-5. Recife: Embrapa Solos, 2012. 86p.

CONAB– Companhia Nacional do Abastecimento. Acomp. Safra bras. Grãos, v. 6 - Safra 2018/19. Décimo segundo levantamento, Brasília, p. 1-47, set., 2019. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 10/07/2022.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Empresa brasileira de pesquisa agropecuária. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do abastecimento, 306p., 2013.

FAN, M.; et al. Physiological roles of aerenchyma in phosphorus-stressed roots. *Functional Plant Biology*, Victoria, v. 30, n.5, p.493-506, 2003.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCISCO, P. R. M.; BANDEIRA, M. M.; SANTOS, D.; PEREIRA, F. C.; GONÇALVES, J. L. G. Aptidão climática da cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) para o estado da Paraíba. *Revista Brasileira de Climatologia*, Ano 12 – Vol. 19 – JUL/DEZ, 2016.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O sistema radicular das árvores. In: *NUTRIÇÃO e fertilização de florestas*. Piracicaba:IPEF, 2000. cap.8, p. 221-267.

HEINEMANN, A. B.; STONE, L. F.; SILVA, S. C. Feijão. In: MONEIRO, J. E. B. A (Ed.). *Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola*. Brasília, INMET, 2009. p.183-201.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 416p. 2004.

VOLUME II



conhecimentolivre.org/home



contato@conhecimentolivre.org



[editoraconhecimentolivre](https://www.instagram.com/editoraconhecimentolivre)

TÓPICOS EM CIÊNCIAS DO SOLO



EDITORA CONHECIMENTO LIVRE