



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA FACULDADE UnB PLANALTINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Hidrorepelência na savana neotropical brasileira: detecção do processo e do efeito sazonal

Aluna: Juliana Farias de Lima Oliveira

Orientador: Luiz Felipe Salemi

BRASÍLIA-DF

2023

Juliana Farias de Lima Oliveira

Dissertação de Mestrado

Hidrorepelência na savana neotropical brasileira: detecção do processo e do efeito sazonal

Dissertação apresentada como requisito de obtenção do título de mestre em Ciências Ambientais pelo programa de pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Brasília (UnB).

Área de concentração: Estrutura, dinâmica e conservação ambiental.

Linha de Pesquisa: Manejo e Conservação de Recursos Naturais.

Orientador: Luiz Felipe Salemi.

BRASÍLIA-DF

2023

Juliana Farias de Lima Oliveira

Dissertação de Mestrado

Hidrorepelência na savana neotropical brasileira: detecção do processo e do efeito sazonal

Comitê Examinador

Luiz Felipe Salemi – Universidade de Brasília (UnB)

(Orientador)

Gleicon Queiroz de Brito – Universidade Estadual de Goiás (UEG)

(Examinador externo)

Luiz Fabrício Zara – Universidade de Brasília (UnB)

(Suplente)

Robson Willians Costa Silva – Universidade de São Paulo (USP)

(Examinador externo)

BRASÍLIA-DF

2023

FO48h Farias de Lima Oliveira, Juliana
Hidrorepelência na savana neotropical brasileira:
detecção do processo e do efeito sazonal. / Juliana Farias
de Lima Oliveira; orientador Luiz Felipe Salemi. --
Brasília, 2023.
41 p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) --
Universidade de Brasília, 2023.

1. Hidrorepelência. 2. WDPT. 3. Infiltração. 4. Cerrado.
I. Salemi, Luiz Felipe, orient. II. Título.

Agradecimentos

Ao meu noivo, Sérgio Fernandes, que foi o meu maior incentivador, meu pilar e minha força para continuar. Obrigada por acreditar sempre em mim e por nunca ter soltado minha mão nessa trajetória. Não tenho palavras para agradecer tudo que você fez e faz por mim em todos esses anos juntos. Você foi minha inspiração para fazer o mestrado e é minha inspiração todos os dias com sua perseverança e garra nos desafios da vida. Obrigada por tanto, meu amor.

Aos meus pais, Astrides e Dilson, que cuidaram de mim e me incentivaram em toda a minha vida. Obrigada por serem minha base e me dar toda a estrutura necessária para me tornar uma pessoa com dignidade. Sem vocês, eu não seria ninguém. Obrigada por serem os melhores pais que eu poderia ter.

À minha irmã, Joyce, que também é minha grande amiga e está ao meu lado para o que der e vier. Obrigada por me apoiar, ser minha parceira e me incentivar a ser uma pessoa melhor. Estamos juntas nessa vida e para toda eternidade.

Aos meus avós, Mercês, Terezinha e Evânio, por todas as bênçãos recebidas e por sempre vibrarem a cada conquista minha. Vocês são meu lar, que mesmo morando longe, sempre se fazem presentes e me apoiam em tudo. Obrigada com todo meu coração e alma.

Ao meu orientador, professor Salemi, por ter sido meu mentor, meu guia nesse caminho da pós-graduação, por sempre ter me estimulado a pensar, criar e desenvolver melhor meus pensamentos. Obrigada por toda sua sabedoria compartilhada, toda sua generosidade e, principalmente, sua paciência comigo. És uma inspiração para mim e, com certeza, levarei comigo todos os ensinamentos acadêmicos e de vida.

Às minhas amigas, Anyk, Ana, Bruna, Hanna, Malu e Bel, por todos os momentos juntas que foram meu acalento em meio a todo esse caos, compartilhando alegrias e tristezas, e me dando toda força nessa trajetória. Vocês e o Bangtan tornaram esses últimos 2 anos muito mais felizes.

Aos bons e velhos amigos, Kalenus, Karol, Caroline, Carolina, Jessycka, Ana Paula, por todo apoio e incentivo. Aos amigos do ICMBio, pela compreensão e acolhimento. Aos colegas de Nepal, que me ajudaram muito no processo da pesquisa, Johnny, Fred, Hasley e Gleicon. E para todos aqueles, que de forma direta ou indireta, me apoiaram e me incentivaram a continuar nessa jornada de crescimento pessoal e profissional.

SUMÁRIO

1. Resumo	7
2. Introdução	8
3. Revisão Bibliográfica	10
3.1 Conceito de Infiltração	10
3.2 Conceito de Hidrorepelência	11
3.3 Métodos de Medição da Hidrorepelência.....	12
3.4 Relação Infiltração x Hidrorepelência	13
3.5 Influência do Teor de Matéria Orgânica no Solo e a Hidrorepelência	13
4. Objetivo Geral.....	15
5. Materiais e Métodos	15
5.1 Áreas de Estudo	15
6. Variáveis e Delineamento Amostral	18
7. Análises Estatísticas	20
8. Resultados	21
9. Discussão	27
10. Conclusão	30
11. Referências.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo dentro do Distrito Federal: Parque Nacional de Brasília e Reserva Ecológica do IBGE.	16
Figura 2. Esboço do delineamento amostral para avaliação das variáveis: infiltração de água no solo, hidrorrepelência (WDPT), textura e teor de matéria orgânica dos solos (coleta de solo) nas áreas de estudo.	19
Figura 3. Precipitação mensal (mm) ao longo dos meses de seca e chuva.	21
Figura 4. Box-plot da variação temporal do tempo de penetração das gotas de água (WDPT) ao longo dos meses de julho a dezembro	22
Figura 5. Box-plot do tempo de penetração das gotas de água (WDPT) entre as estações seca e chuvosa.....	23
Figura 6. Box-plot da capacidade de infiltração entre as estações seca e chuvosa	24
Figura 7. Box-plot da variação temporal da capacidade de infiltração ao longo dos meses de julho a dezembro	25
Figura 8. Relação entre hidrorrepelência e infiltração.	26
Figura 9. Relação entre a média da hidrorrepelência (s) e precipitação média mensal (mm).	26

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Média e Desvio Padrão (DP) dos valores de atributos físicos (granulometria) e químicos dos solos coletados na profundidade de 20 cm nas áreas de estudo.	18
---	----

1. RESUMO

A repelência do solo à água, ou hidrorepelência, foi detectada em todo o mundo em vários biomas e climas. Porém, esse fenômeno ainda não foi demonstrado na savana neotropical brasileira. O presente estudo aborda as seguintes questões: a) A hidrorepelência ocorre na savana neotropical brasileira? Se sim, b) há sazonalidade para tal fenômeno? c) A infiltração é influenciada por esse fenômeno? Para isso, foram selecionadas duas áreas de estudo semelhantes cobertas pelos mesmos tipos de solo e vegetação. Foram realizados testes de repelência à água e infiltração em ambas as áreas durante a transição da estação seca para a chuvosa. Nossos resultados indicam que a hidrorepelência ocorre em solos da savana neotropical brasileira apenas durante a estação seca e não influencia a infiltração de água no solo. A provável causa da hidrorepelência pode estar relacionada à composição química da matéria orgânica do solo, uma vez que as plantas da savana neotropical produzem substâncias hidrofóbicas como estratégia de sobrevivência, especialmente durante a estação seca.

Palavras-chave: Hidrorepelência; Ecohidrologia; Percolação; WDPT; Infiltração

2. INTRODUÇÃO

As savanas são ecossistemas de grande importância ecológica e socioeconômica, sendo fundamentais para as interações climáticas terrestres bem como para a agricultura e a segurança alimentar das populações (EMERIBE; EZEH; BUTU, 2021). Essas regiões são altamente dependentes da disponibilidade de água tendo em vista que as características de sua paisagem têm relação direta com a precipitação e padrões ecológicos (VAN TOL et al., 2020). Além disso, os processos hidrológicos em savanas são diretamente influenciados pelo clima, que, em geral, apresenta duas estações pronunciadas ao longo do ano, uma seca e outra chuvosa (GAO et al., 2016). Por outro lado, fatores como o relevo, o uso e a ocupação do solo e sua cobertura vegetal heterogênea tornam complexa a compreensão desses processos nessas áreas (TROCH et al., 2009).

Sabe-se que as constantes mudanças no uso do solo influenciam diretamente a entrada de água nos solos e, por consequência, impactam diretamente o ciclo hidrológico (SPERA et al., 2016). Em um contexto global, observa-se que a maioria dos modelos de previsão hidrológica tem sido desenvolvida e aplicada em regiões úmidas e temperadas (GAO et al., 2016), havendo lacuna significativa da compreensão dos componentes ecohidrológicos em regiões savânicas, sobretudo em áreas de savana neotropical (FERREIRA et al., 2021). Nesse último caso, a maioria das publicações é relacionada a temas como a evapotranspiração (FERREIRA et al., 2021; NÓBREGA et al., 2017), o balanço hídrico no solo (GARCIA-MONTIEL et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2015) e as mudanças do uso do solo (HUNKE et al., 2015). De outra forma, os demais aspectos e fatores que podem influenciar o balanço hídrico (e.g. interceptação, infiltração, fluxo pelo caule, precipitação interna e hidropelência) são pouco compreendidos devido à falta de observações em campo.

Dentre esses fatores, a hidropelência se destaca por receber pouca atenção em pesquisas e publicações científicas. Esse fenômeno é observado em diversos tipos de solos e ecossistemas (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014) e é definido como a capacidade do solo de repelir a água, não se molhando facilmente (JORDÁN et al., 2013), devido à presença de moléculas hidrofóbicas que revestem as partículas de solo, como matéria orgânica, ceras, resinas e óleos (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Sendo assim, sua presença pode impactar diretamente componentes como a infiltração e retenção de água nos solos (BAYAD et al., 2020; DEBANO, 2000; WANG et al., 2000), o desenvolvimento das plantas (MAO et al., 2019), bem como o escoamento superficial e o desenvolvimento de processos erosivos (DOERR; SHAKESBY; WALSH, 2000; VOGELMANN et al., 2015).

Tal fenômeno foi reportado em diversas partes do mundo, em diferentes tipos de biomas e climas, desde os áridos aos úmidos (ALAGNA et al., 2017; OLORUNFEMI; FASINMIRIN, 2017; SÁNDOR et al., 2021), que denotam sua acentuada variabilidade sazonal (MÜLLER et al., 2014) e heterogeneidade espacial (SÁNDOR et al., 2015, 2021b), variando ao longo do tempo e espaço (OLORUNFEMI, 2014). Cabe pontuar que diversos estudos sobre o tema foram executados em ecossistemas savânicos (DEURER et al., 2011; GOEBEL et al., 2011; MARQUART; GOLDBACH; BLAUM, 2020; OLORUNFEMI; FASINMIRIN, 2017; PEREIRA et al., 2014; SÁNDOR et al., 2021b), nos quais a sazonalidade do clima mostrou-se como um fator preponderante para sua ocorrência (DE FARIAS NETO et al., 2009; SÁNDOR et al., 2021b).

No Brasil, já se observou que a hidrorrepelência ocorre em praticamente todos os biomas, incluindo a Amazônia (JOHNSON et al., 2005), Pampa (VOGELMANN et al., 2010), Mata Atlântica (BEZERRA et al., 2019; LOZANO-BAEZ et al., 2020) e Cerrado (BRITO et al., 2022; MENDONÇA FILHO et al., 2022). Entretanto, as publicações nesse último são restritas aos ecossistemas ripários dominados por solos orgânicos que possuem mais propensão ao desenvolvimento da hidrorrepelência (BRITO et al., 2022; MENDONÇA FILHO et al., 2022). De outro ângulo, é possível que esses efeitos ocorram de forma semelhante em outras fitofisionomias, como em ecossistemas de posições ascendentes e afastados dos rios e córregos. Contudo, ainda não há registro de publicações que investigaram o fenômeno na savana neotropical brasileira (Cerrado *stricto sensu*). Adicionalmente, a influência da sazonalidade climática na ocorrência desse fenômeno em tais locais permanece desconhecida, bem como seu possível impacto na infiltração de água nos solos. Portanto, torna-se fundamental investigar o fenômeno da hidrorrepelência nessas formações para a melhor compreensão dos processos hidrológicos e da gestão adequada dos recursos naturais.

Desse modo, o objetivo deste trabalho é responder as seguintes questões: a) Há hidrorrepelência na savana neotropical brasileira?; Se sim, b) há sazonalidade para tal fenômeno?; c) A infiltração é influenciada por esse fenômeno? Espera-se que a hidrorrepelência seja mais persistente em períodos secos e que, com o incremento das chuvas, diminua gradualmente.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CONCEITO DE INFILTRAÇÃO

A infiltração é um processo no qual a água que está na superfície penetra no solo, entrando nos seus espaços porosos e transformando-se em água do solo (BRADY; WEIL; BRADY, 2013). Esse é um processo fundamental no ciclo da água nos ecossistemas, influenciando o seu balanço hídrico, a recarga de lençol freático, os serviços ecossistêmicos, o escoamento superficial e a recarga de águas subterrâneas (SUN et al., 2018).

Diversos fatores controlam as taxas de infiltração de água no solo (ROBICHAUD et al., 2016), dentre os quais se destacam: uso do solo e tipo de manejo, cobertura vegetal, rugosidade da superfície, porosidade e densidade dos solos, quantidade de carbono orgânico, tamanho e estabilidade de agregados e umidade antecedente do solo (DE ALMEIDA et al., 2018). Além disso, fatores como a diversidade de espécies também influenciam essa variável, sendo os valores de infiltração significativamente maiores em locais com maior biodiversidade (FISCHER et al., 2015).

A avaliação e medição da capacidade de infiltração de um solo é de grande importância para a compreensão e determinação dos componentes de uma modelagem hidrológica (DE BRITO et al., 2021; LILI et al., 2008; MURTA et al., 2020). Para estimar a capacidade de infiltração de um solo, são medidas as taxas de infiltração e a infiltração cumulativa por meio de diferentes métodos de quantificação, dentre os quais se destacam: método de infiltrômetro de anel duplo, método de anel duplo modificado ou de Mariotte, simuladores de chuva, método de permeâmetro de disco (LILI et al., 2008), método de infiltrômetro de mini disco. Embora os métodos sejam diversos, os infiltrômetros de disco de tensão (permeâmetro e mini disco) mostram-se bastante eficazes na determinação das propriedades hidráulicas do solo em campo, além de serem métodos simples e de resultados rápidos (NAIK; GHOSH; PEKKAT, 2019).

O infiltrômetro de mini disco é um instrumento portátil utilizado para avaliar a capacidade de infiltração (ROBICHAUD; LEWIS; ASHMUN, 2008) e a condutividade hidráulica em solos (NAIK; GHOSH; PEKKAT, 2019). Uma das vantagens de sua utilização é que por ser um instrumento compacto, ele é de fácil manuseio em campo, de baixo custo e fornece dados por menos tempo e esforço (DEVICES DECAGON, 2012). Além disso, oferece taxa de infiltração relativa que pode ser utilizada para classificar a repelência à água do solo, um dos fatores que dificultam a entrada de água nos solos (ROBICHAUD; LEWIS; ASHMUN, 2008) e que será abordado no presente estudo.

Apesar de diversas publicações abordarem o tema, investigando-o em diferentes regiões e com métodos variados, observa-se uma lacuna na compreensão da variação espacial desta variável em alguns biomas (DE BRITO et al., 2021; LIU et al., 2018), bem como os fatores que podem influenciar a entrada de água nos solos.

3.2 CONCEITO DE HIDROREPELÊNCIA

A repelência à água do solo, ou hidrorepelência, é um fenômeno caracterizado pela redução na taxa de molhamento e retenção de água nos solos devido à presença de partículas com revestimentos hidrofóbicos (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Solos com propriedades hidrofóbicas podem resistir à infiltração e alterar os padrões de molhamento do solo (SMETTEM et al., 2021).

Diversos fatores podem contribuir para a ocorrência da hidrorepelência, dentre os quais se ressaltam: a) a quantidade e a qualidade da matéria orgânica; b) a composição granulométrica do solo; c) a umidade do solo; d) a ocorrência de chuvas e estiagens; e) a fauna do solo; f) tipo de manejo do solo; g) incêndios (DEBANO, 1981; DOERR; SHAKESBY; WALSH, 2000; SMETTEM et al., 2021). Ademais, o tipo de vegetação, as espécies de plantas e as atividades fúngicas e microbianas também contribuem para a ocorrência desse fenômeno (WIJEWARDANA et al., 2016).

O fenômeno da hidrorepelência pode ser observado em diversos tipos de solo: de minerais a orgânicos, incipientes a muito intemperizados, ácidos e alcalinos, férteis e inférteis (DOERR; SHAKESBY; WALSH, 2000; JARAMILLO, 2004). De modo geral, a maior parte dos componentes hidrofóbicos liberados são provenientes de exudatos produzidos pelas raízes das plantas (HALLETT, 2007), por subprodutos da decomposição de folhas (SMETTEM et al., 2021), pela presença de ceras de plantas (HALLETT, 2007), pela ocorrência de incêndios e queimadas (FOX; DARBOUX; CARREGA, 2007) e pela decomposição da matéria orgânica (JORDÁN et al., 2013). Além disso, pode resultar em fluxos preferenciais da água, que diminuem a eficiência do uso da água, no aumento das taxas de escoamento superficial e erosão, reduzindo a fertilidade do solo (JORDÁN et al., 2013; WONG et al., 2021) e afetando a ciclagem de nutrientes (GOEBEL et al., 2011).

Apesar da ocorrência desse fenômeno ser comumente associada a ambientes mais secos, com o aumento dos estudos sobre o tema, constatou-se que ele ocorre em diferentes tipos de solos, climas e ecossistemas (DOERR; SHAKESBY; WALSH, 2000; OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014; PAPIEROWSKA et al., 2018). Alguns estudos relataram sua presença em regiões de clima sazonal (JARAMILLO et al., 2000), como em savanas da Austrália (MCKISSOCK

et al., 1998, 2000; MCKISSOCK; GILKES; WALKER, 2002; WHITE; LOCKINGTON; GIBBES, 2017) e da África (OLORUNFEMI; FASINMIRIN, 2017), em regiões do Mediterrâneo (MARTÍNEZ-ZAVALA; JORDÁN-LÓPEZ, 2009; WENINGER et al., 2019; ZAVALA; GONZÁLEZ; JORDÁN, 2009), assim como em diversos biomas no Brasil (BRITO et al., 2022; LOZANO-BAEZ et al., 2020; MALUCELLI; DEDECEK; MAIA, 2005; PÉREZ; SIMÃO; SALATINO, 1998; VOGELMANN et al., 2010).

3.3 MÉTODOS DE MEDIÇÃO DA HIDROREPELÊNCIA

Para a compreensão do fenômeno da hidrorepelência nos solos, é necessário investigar os fatores que afetam a sua persistência e o impacto causado nos processos hidrológicos, além da identificação da origem dos compostos hidrofóbicos e a sua relação com os componentes pedológicos (MAO et al., 2019). Para isso, foram desenvolvidos diversos testes e técnicas para quantificar e medir a repelência à água do solo (SMETTEM et al., 2021).

Uma das alternativas para a sua medição é o teste direto que mede a gravidade e persistência desse fenômeno (SMETTEM et al., 2021). O teste mais simples e mais comum para se medir a persistência da repelência à água do solo é o *Water Drop Penetration Time* (WDPT), que consiste na medição do tempo que uma gota d'água leva para se infiltrar totalmente no solo (HALLETT, 2007). Quanto maior for o tempo que a gota leva para penetrar no solo, mais forte será seu grau de hidrofobicidade (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). De acordo com esse tempo de permanência das gotas no solo, é possível classificar o grau da hidrorepelência em quatro categorias: inexistente ($t < 5$ segundos), leve ($5 \text{ segundos} \leq t \leq 60$ segundos), moderado ($60 \text{ segundos} \leq t \leq 180$ segundos) e severo ($t > 180$ segundos) (ROBICHAUD et al., 2016).

Já para medições da gravidade da hidrorepelência nos solos, são incluídas medidas diretas de ângulos de contato e medidas indiretas por meio de taxas de ascensão capilar (SMETTEM et al., 2021). Um dos testes mais utilizados é de molaridade da gota de etanol (MED), em que são usadas diferentes concentrações de etanol para alterar a tensão superficial do líquido e, assim, permitir que as gotículas sejam facilmente absorvidas em um solo hidrofóbico (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014; SMETTEM et al., 2021). Isso se explica pela concentração de etanol diminuir o ângulo de contato líquido-sólido e, assim, aumentar a taxa de infiltração de um solo repelente à água (WALLIS; HORNE, 1992).

Existe, ainda, outro método capaz de contribuir para a compreensão da hidrorepelência nos solos, como o método da gota séssil, que consiste na maneira de avaliar as propriedades de

molhamento de uma superfície sólida, medindo o ângulo de contato das gotas de água colocadas em uma superfície plana (BACHMANN et al., 2000). Para garantir uma superfície lisa e uniforme, são utilizadas frações granulométricas de solo peneiradas, fixadas em uma fita adesiva (BACHMANN et al., 2000); e, para analisar e determinar o ângulo de contato de um líquido, deve-se utilizar microscópio (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Esse método pode ser usado para medir todas as faixas de hidrorrepelência, e principalmente a repelência crítica, em que o ângulo de contato solo-água é de 0° a 90°, algo que não pode ser medido pelo teste MED, por exemplo (WIJEWARDANA et al., 2016).

Apesar de todos os métodos serem eficazes para a compreensão da hidrorrepelência, no presente estudo, utilizaremos o WDPT devido à sua simplicidade e facilidade de aplicação em campo, não alterando as propriedades físicas do solo e nem necessitando de análises em laboratório (HALLETT, 2008; SMETTEM et al., 2021).

3.4 RELAÇÃO INFILTRAÇÃO X HIDROREPELÊNCIA

A hidrorrepelência é um dos fatores que dificultam a entrada de água no solo. Algumas observações feitas em campo indicaram que as taxas de infiltração de água em solos hidrorrepelentes são muito irregulares (WANG et al., 2000). Isso se explica pela alteração na umidade do solo, que pode ser causada pela falta de chuvas, incêndios e secas (LOZANO-BAEZ et al., 2020), e pelo desenvolvimento de compostos orgânicos hidrofóbicos, produzidos por plantas e micro-organismos após esses eventos (MAO et al., 2019).

A presença e o aumento de compostos orgânicos no solo podem influenciar a hidrorrepelência (BRITO et al., 2022; MAO et al., 2019). Sendo assim, sua persistência altera o padrão de molhamento do solo e é comumente associada a fenômenos de escoamento superficial, erosões e fluxos preferenciais (MAO et al., 2019). Assim, é possível que haja distribuição desigual de água no solo, acarretando o processo de lixiviação, o aumento do transporte de contaminantes para as águas subterrâneas, além de afetar no crescimento das plantas (BAYAD et al., 2020; GOEBEL et al., 2011; WANG et al., 2000).

3.5 INFLUÊNCIA DO TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA NO SOLO E A HIDROREPELÊNCIA

Um dos principais contribuintes para a ocorrência da hidrorrepelência em solos é a matéria orgânica do solo (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Isso ocorre porque os compostos orgânicos hidrofóbicos presentes no solo são produzidos por exudatos de raízes de plantas

(HALLETT, 2007), ceras de folhas de plantas (GOEBEL et al., 2011) e matéria orgânica em decomposição (HALLETT, 2007). Esses compostos formam um revestimento ceroso hidrofóbico ao redor da partícula de solo que, por consequência, repele a água (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014).

O teor e a qualidade da matéria orgânica exercem papel importante no grau de hidrorepelência dos solos (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Naturalmente, a composição química da matéria orgânica do solo varia de acordo com o tipo de cobertura vegetal (QUIDEAU et al., 2001), sendo a presença de algumas espécies de plantas associada à ocorrência da hidrorepelência (CHAI et al., 2023; GARCIA-CHEVESICH et al., 2010; MENDONÇA FILHO et al., 2022; STEENHUIS et al., 2023). Isso ocorre porque, em geral, as substâncias hidrofóbicas não são completamente decompostas, permanecendo aderidas à matéria orgânica do solo (MIELNIK et al., 2021).

Ademais, o revestimento hidrofóbico de uma partícula de solo é influenciado pelo tamanho da sua área de superfície, que varia de acordo com a granulometria do solo (HALLETT, 2007). Desse modo, a ocorrência do fenômeno é mais comum em solos arenosos do que em solos argilosos, devido à menor área de superfície, necessitando de pouca matéria orgânica para revestir as partículas (OLORUNFEMI; OGUNRINDE; FASINMIRIN, 2014). Porém, apesar de o fenômeno ser atribuído principalmente a locais com solos arenosos, sua ocorrência também foi registrada em solos argilosos, francos, turfosos e em cinzas vulcânicas (GOEBEL et al., 2011).

4. OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo é buscar responder as seguintes questões: a) Há hidrorrepelência na savana neotropical brasileira?; Se sim, b) há sazonalidade para tal fenômeno?; c) A infiltração é influenciada por esse fenômeno?

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 ÁREAS DE ESTUDO

Duas áreas foram selecionadas para este estudo: o Parque Nacional de Brasília (PARNA Brasília) e a Reserva Ecológica do IBGE (RECOR IBGE). Ambas estão situadas no Distrito Federal (**Error! Reference source not found.**) e distam, aproximadamente, 23 km entre si. Por sua vez, as parcelas amostrais foram selecionadas sob o mesmo tipo de cobertura vegetal (Cerrado Típico) no mesmo tipo de solo: Latossolo (IBAMA, 1998; RIBEIRO, 2011). A cobertura média do dossel da vegetação é de, aproximadamente, 21% nas parcelas do PARNA e 38% na RECOR IBGE (ambas estimadas pelo aplicativo *Canopy Capture*).

Ambas as áreas de estudo possuem o mesmo tipo climático, segundo a classificação de Köppen-Geiger, classificado como tropical com inverno seco (Awb) (ALVARES et al., 2013). Esse tipo climático caracteriza-se por apresentar duas estações bem definidas, uma chuvosa durante o verão (outubro a abril) e uma seca durante o inverno (maio a setembro) (FRANCO; UZUNIAN, 2010). Na região, a temperatura média anual é de 23,4 °C e a precipitação média anual é de aproximadamente 1.430 mm.

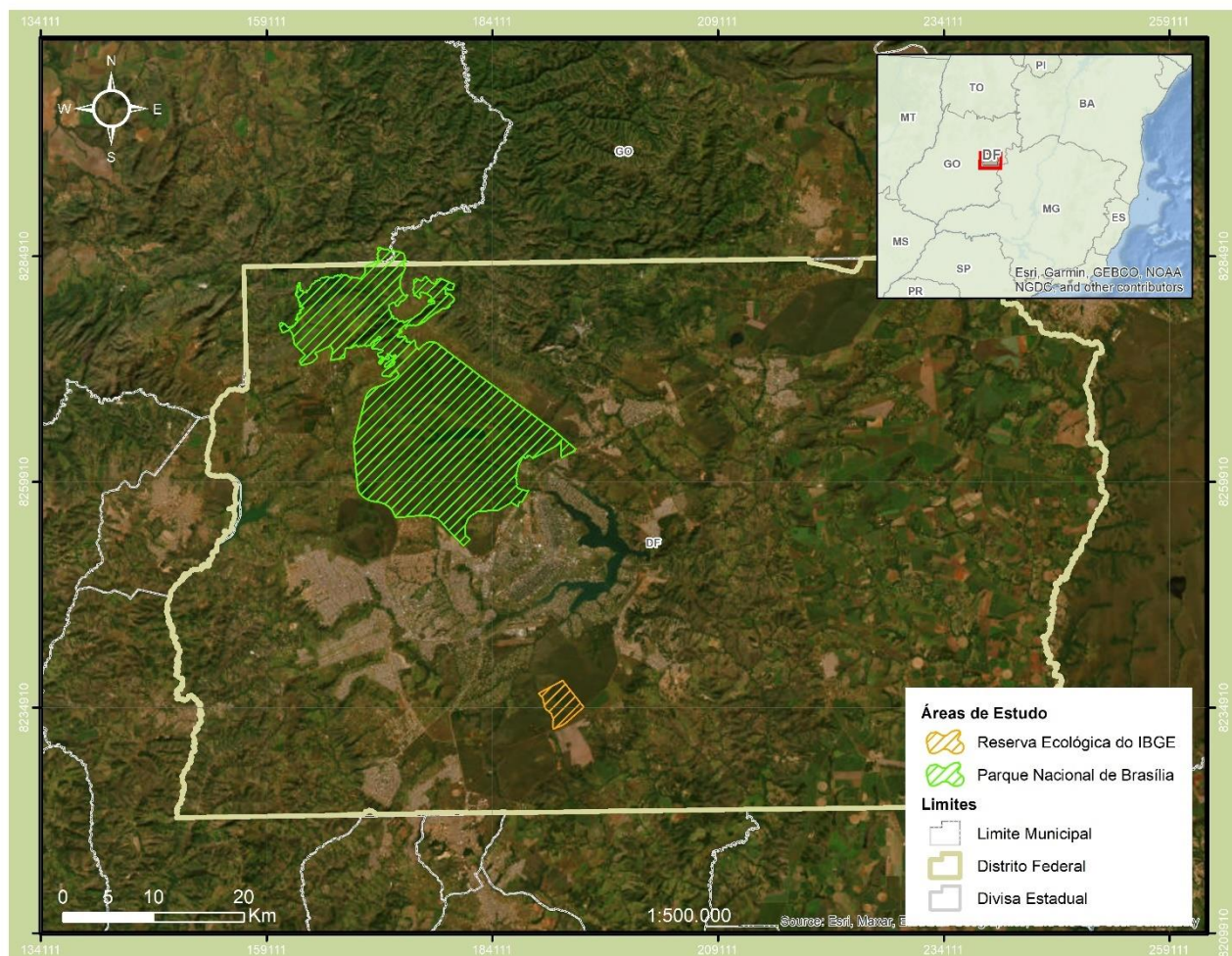


Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo dentro do Distrito Federal: Parque Nacional de Brasília e Reserva Ecológica do IBGE.

Acerca do Parque Nacional de Brasília (PARNA Brasília), trata-se de unidade de conservação federal que possui área de aproximadamente 44 mil hectares, com altitude que varia de 1.000m a 1.350m. O PARNA Brasília tem sua superfície quase toda localizada sobre a bacia do Paraná e apresenta importantes mananciais hídricos que abastecem a capital, além de inúmeras espécies de fauna e flora local (FARIAS et al., 2008a). Sua cobertura vegetal é composta por diversas fitofisionomias do bioma Cerrado tais como: Mata de Galeria, Cerrado Denso, Cerrado *stricto sensu*, Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Úmido, Vereda, Campo Rupestre, além de áreas antropizadas (RIBEIRO; WALTER, 2008).

Em relação aos tipos de solo presentes no PARNA, observa-se a predominância dos Latossolos Vermelhos e Vermelho Amarelos que ocupam, aproximadamente, 68% de sua área total (FARIAS et al., 2008a; IBAMA, 1998). A textura desses solos varia entre argilosos a muito argilosos (IBAMA, 1998).

O Cerrado *stricto sensu*, ou Cerrado Típico, é a fitofisionomia dominante no parque e apresenta alta diversidade florística no estrato arbóreo e rasteiro (FARIAS et al., 2008b; IBAMA, 1998). Dentre as espécies da flora, destacam-se: canela-de-ema (*Vellozia* sp), arnica (*Lychnophora ericoides*), pau-santo (*Kielmeyera coriácea*), vassourinha-de-bruxa (*Ouratea hexasperma*), jacarandá-do-cerrado (*Dalbergia miscolobium*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), pequi (*Caryocar brasiliense*), sucupira (*Pterodon pubescens*), minurinha (*Chamaecrista orbiculata*) (IBAMA, 1998). Além disso, o PARNA Brasília abriga a gramínea *Gymnopogon doellii*, espécie rara na região e criticamente ameaçada conforme a Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção (IBAMA, 1998; MARTINS et al., 2007).

Por fim, no contexto da parcela amostral localizada no PARNA Brasília, foi identificado o total de oito famílias e 15 espécies de plantas, destacando-se: acumã (*Syagrus flexuosa*), assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), carvalho-do-cerrado (*Roupala montana*), jatobá-mirim (*Hymenaea stigonocarpa*), mandiocão (*Schefflera macrocarpum*), maria-preta (*Blepharocalyx salicifolius*), murici (*Byrsonima crassifolia*), orelha-de-macaco (*Enterolobium schomburgkii*), pau-doce (*Vochysia elliptica*), pau-terra (*Qualea grandiflora*), pixirica-do-campo (*Miconia ferruginata*), pixirica-pálida (*Miconia pohliana*) e taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*).

No que concerne à Reserva Ecológica do IBGE (RECOR IBGE), está situada na bacia do Paranoá, sendo drenada por cinco córregos protegidos por Matas de Galeria e Veredas e pela matriz de Cerrados que mantêm a qualidade de suas águas (RIBEIRO, 2011). A reserva está inserida na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça do Veado, junto à Fazenda Água Limpa e o Jardim Botânico e possui altitude que varia de 1.048m a 1.160m (ANDRADE; FELFILI; VIOLATTI, 2002).

A RECOR IBGE é considerada área de referência na compreensão da estrutura, biodiversidade e funcionamento do Cerrado, apresentando o maior número de pesquisas científicas relacionadas à ecologia, botânica e zoologia do bioma (RIBEIRO, 2011). Apresenta, ainda, alta diversidade de paisagens, abrangendo quase todas as fitofisionomias do Cerrado (RIBEIRO, 2011), o que lhe confere grande heterogeneidade de ecossistemas.

Observa-se variedade expressiva nos tipos de solos da RECOR IBGE, com destaque à ordem dos Latossolos que ocupam, aproximadamente, 50% de sua área (RIBEIRO, 2011). Em geral, esses solos são muito intemperizados, com baixa fertilidade natural e de caráter ácido. Do ponto de vista

físico, apresentam, em geral, características favoráveis ao desenvolvimento vegetal e granulometria variada, se destacando aqueles com textura argilosa a muito argilosa (RIBEIRO, 2011).

Em relação à flora, estima-se que a RECOR IBGE possua 1.801 espécies de fanerógamas, entre nativas e exóticas (PEREIRA; SILVA, 2011). Dentre as 1.457 espécies nativas, 685 ocorrem em áreas de Cerrado Típico (*stricto sensu*), 563 nas Matas de Galeria, 278 nos Campos Sujos, 178 nos Campos Úmidos e 46 nas Veredas (PEREIRA; SILVA, 2011). Além disso, há registros de diversas espécies raras da flora nessas áreas, tais como: aroeira (*Astronium nelson-rosae*), cangalheiro (*Lamanonia brasiliensis*), ipê-do-brejo (*Handroanthus umbellatus*), araçá-uma (*Psidium myrtoides*), entre outras (PEREIRA; SILVA, 2011).

Por fim, no contexto da parcela amostral localizada na RECOR IBGE, foi identificado o total de 13 famílias e 19 espécies de plantas, destacando-se: acumã (*Syagrus flexuosa*), assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), bacupari (*Salacia crassifolia*), barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*), bate-caixa (*Palicourea rigida*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), carvalho-do-cerrado (*Roupala montana*), gomeira (*Vochysia thyrsoidea*), jacarandá-do-cerrado (*Dalbergia miscolobium*), mangaba (*Hancornia speciosa*), maria-mole (*Guapira noxia*), maria-preta (*Blepharocalyx salicifolius*), orelha-de-macaco (*Enterolobium schomburgkii*), pau-de-josé (*Kielmeyera coriacea*), pau-doce (*Vochysia elliptica*), pau-terra-da-folha-pequena (*Qualea parviflora*), pixirica-do-campo (*Miconia ferruginata*), taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) e vassoura-de-bruxa (*Ouratea hexasperma*).

6. VARIÁVEIS E DELINEAMENTO AMOSTRAL

O experimento foi executado em duas áreas cobertas por Cerrado Típico com predominância de Latossolo Vermelho-Escuro. Os solos são, predominantemente, de textura argilosa e suas características químicas apontam solos ácidos e/ou muito ácidos ($\text{pH} \leq 5$), com baixa capacidade de troca de cátions, conforme apresentado no **Error! Reference source not found.**. Além disso, o teor de matéria orgânica em ambas as áreas de estudo é semelhante.

Quadro 1. Média e Desvio Padrão (DP) dos valores de atributos físicos (granulometria) e químicos dos solos coletados na profundidade de 20 cm nas áreas de estudo.

Áreas de estudo	Granulometria (%)						Atributos químicos					
	Argila		Areia		Silte		pH		CTC (cmolc/dm ³)		M.O. (g/kg)	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
PARNA Brasília	52,5	3,54	32,5	0,07	15	3,54	5,15	0,07	6	3,25	66,6	5,09
RECOR IBGE	52,5	0,07	33,75	1,77	13,75	1,77	5,1	0,14	4,25	0,07	127,55	69,93

CTC: Capacidade de troca catiônica; M.O.: Matéria orgânica

Foram delimitadas parcelas amostrais de 900 m² (30 x 30 m) em ambas as áreas de estudo para a coleta de dados. Cada parcela possuía cinco pontos de amostragem fixos, para mensuração da hidrorrepelência e infiltração, devidamente georreferenciados. A localização dos pontos de amostragem foi determinada de forma aleatória, com o uso do *software* ArcGis 10.6.1, por meio da ferramenta “*create fishnet*”, a fim de obter distribuição aleatorizada dos pontos amostrais. A Figura 2 apresenta esboço do delineamento amostral executado nas áreas de estudo.

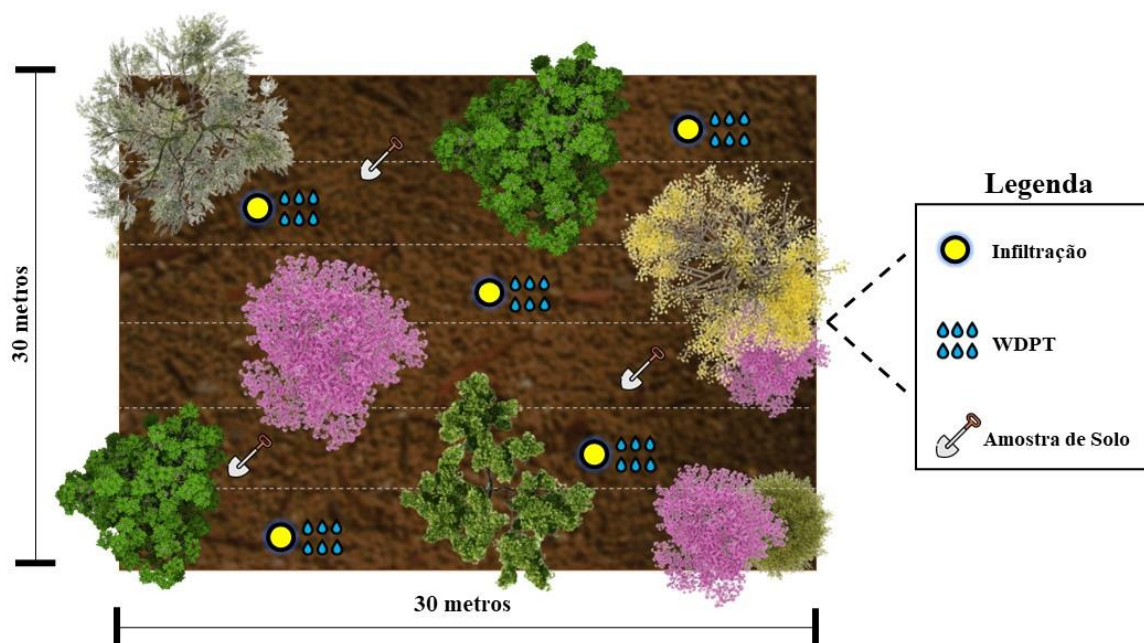


Figura 2. Esboço do delineamento amostral para avaliação das variáveis: infiltração de água no solo, hidrorrepelência (WDPT), textura e teor de matéria orgânica dos solos (coleta de solo) nas áreas de estudo.

As medições das variáveis foram realizadas da seguinte maneira:

- **Hidrorrepelência:** foi empregado o teste “*Water Drop Penetration Time*” (DEBANO, 1981; ROBICHAUD; LEWIS; ASHMUN, 2008), que consiste na aplicação de dez gotas de água na superfície do solo, medindo o tempo que todas as gotas levam para se infiltrar completamente. As gotas foram aplicadas a uma altura padrão de 10 mm, a 5 cm de distância entre si, com uma pipeta Pasteur, de volume de gotas uniforme (ALAGNA et al., 2017; BRITO et al., 2022). De acordo com o tempo em que as gotas permanecem na superfície, é possível determinar o grau de hidrofobicidade em quatro categorias: inexistente ($t < 5$ segundos), leve ($5 \text{ segundos} \leq t \leq 60$ segundos), moderado ($60 \text{ segundos} \leq t \leq 180$ segundos) e severo ($t > 180$ segundos) (ROBICHAUD et al., 2016);

- Infiltração de água no solo: a capacidade de infiltração de água nos solos foi avaliada por meio do uso do infiltrômetro de mini-disco (DEVICES DECAGON, 2012), em estado estacionário, sob pressão de sucção de 0 cm utilizando a solução analítica proposta por Zhang (1997). Para aumentar a área de contato entre o infiltrômetro e o solo, foram realizados os seguintes procedimentos: a) retirar a camada de serrapilheira, de forma cuidadosa; b) dispor uma fina (< 1mm) camada de areia na superfície do solo (DE BRITO et al., 2021; MURTA et al., 2020). Por sua eficiência e portabilidade, esse equipamento permite número maior de repetições quando comparado aos demais métodos de análise da capacidade de infiltração (DE BRITO et al., 2021; FACHIN et al., 2016; MURTA et al., 2020; PIERSON et al., 2008).

Ambas as variáveis foram avaliadas com periodicidade mensal durante os seis meses, entre os ápices das estações seca e chuvosa. Ao longo dessa etapa, foram coletadas 60 amostras de ambas as variáveis (30 em cada área) e 4 amostras de solo (duas na seca e duas na chuvosa). Além disso, foram utilizados os dados das estações pluviométricas da RECOR do IBGE e da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB) para estimar a precipitação média mensal e sua relação com a hidrorrepelência.

7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resíduos de todas as variáveis foram examinados por meio do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias por meio do teste de Levene. Ambas as variáveis apresentaram distribuição não normal e heterocedasticidade. Para examinar diferenças entre estações (seca e chuvosa) foi realizado o teste não paramétrico para duas amostras de Wilcoxon (BAUER, 1972; HOLLANDER; WOLFE; CHICKEN, 2013). Por sua vez, para verificar se houve diferença entre os meses amostrados para as duas variáveis, foi utilizado o teste não paramétrico Friedman (FRIEDMAN, 1937). Além disso, utilizou-se o teste post hoc de Wilcoxon, com correção de Bonferroni, para verificação de quais meses diferenciaram-se entre si.

Por fim, para avaliar a correlação da hidrorrepelência com a capacidade de infiltração, foram padronizadas as variáveis em log+1 e usada análise de regressão simples (BATES; CHAMBERS; HASTIE, 1992). Além disso, foi utilizado o teste de correlação de Spearman para avaliar o grau de associação entre a hidrorrepelência e a precipitação. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software de estatística paleontológica - PAST versão 3.25 (HAMMER; HARPER; RYAN, 2001), a nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

8. RESULTADOS

A precipitação média ao longo dos seis meses estudados foi de 813,8mm, sendo 74,2mm na estação seca (julho, agosto e setembro) e 739,6mm na estação chuvosa (outubro, novembro e dezembro) (**Error! Reference source not found.**).

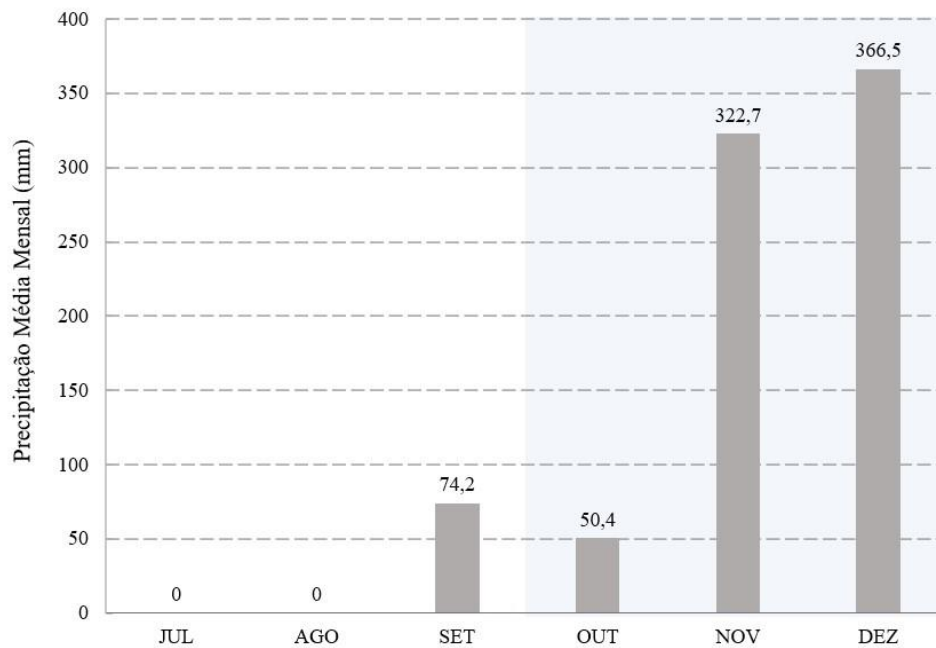


Figura 3. Precipitação mensal (mm) ao longo dos meses de seca e chuva.

Observou-se que a hidrorrepelência foi mais acentuada durante os meses de estiagem, variando de leve a severa nos meses de julho e agosto. Entretanto, notou-se tendência da redução do fenômeno com o início da estação chuvosa, podendo alcançar níveis inexistentes (**Error! Reference source not found.**). Foi possível observar diminuição da hidrorrepelência ao longo dos meses ($df = 5$; $p = 0,001$), em que a diferença é mais pronunciada quando comparamos os meses de julho e dezembro.

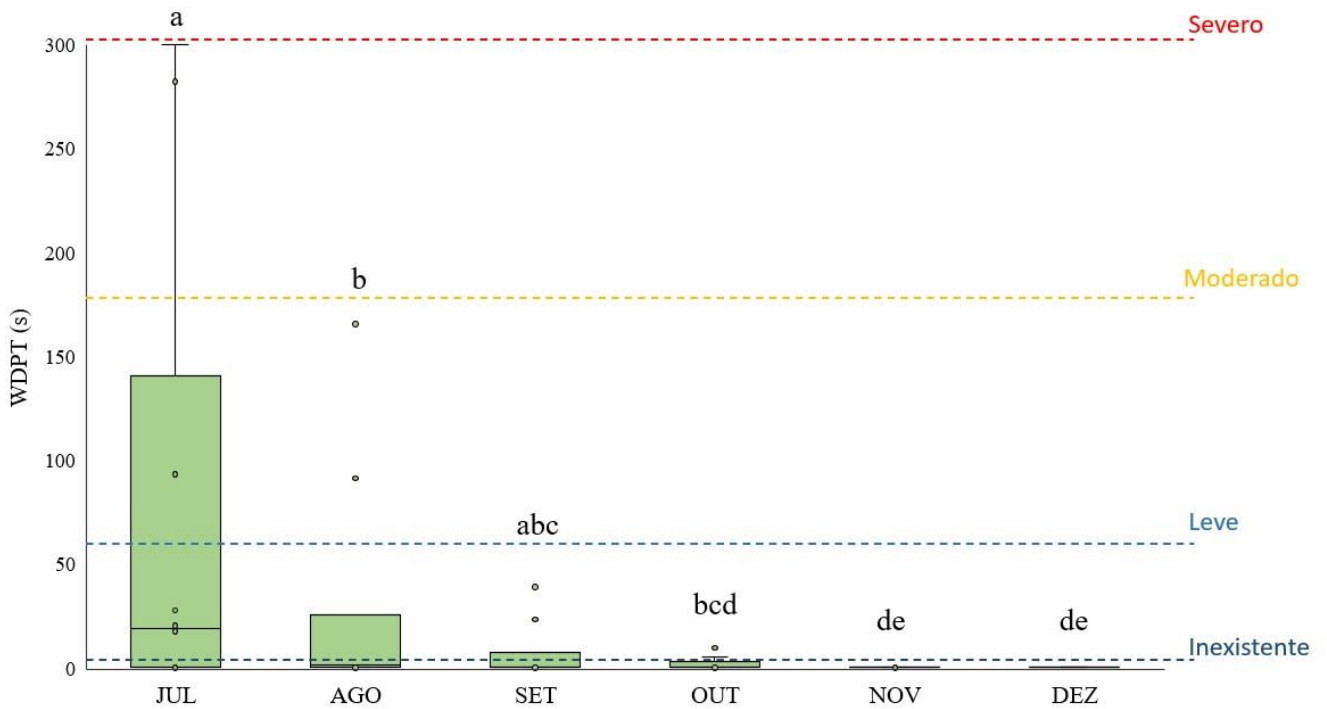


Figura 4. Box-plot da variação temporal do tempo de penetração das gotas de água (WDPT) ao longo dos meses de julho a dezembro; os pontos fora das caixas representam outliers; a linha horizontal dentro das caixas indica as medianas (Q2), as linhas horizontais inferiores fora das caixas indicam o primeiro quartil (Q1) e as linhas horizontais superiores fora das caixas representam o terceiro quartil (Q3). As linhas horizontais na parte inferior são valores mínimos e as linhas horizontais na parte superior são valores máximos. As letras diferentes dentro do gráfico indicam que houve diferença significativa entre os meses estudados.

A média da hidrorrepelência foi de $35,7 \pm 78,6$ s e $0,6 \pm 2,0$ s para as estações seca e chuvosa, respectivamente. Observou-se diferenças significativas ao comparar as duas estações ($p = 0,0001$ – **Error! Reference source not found.**).

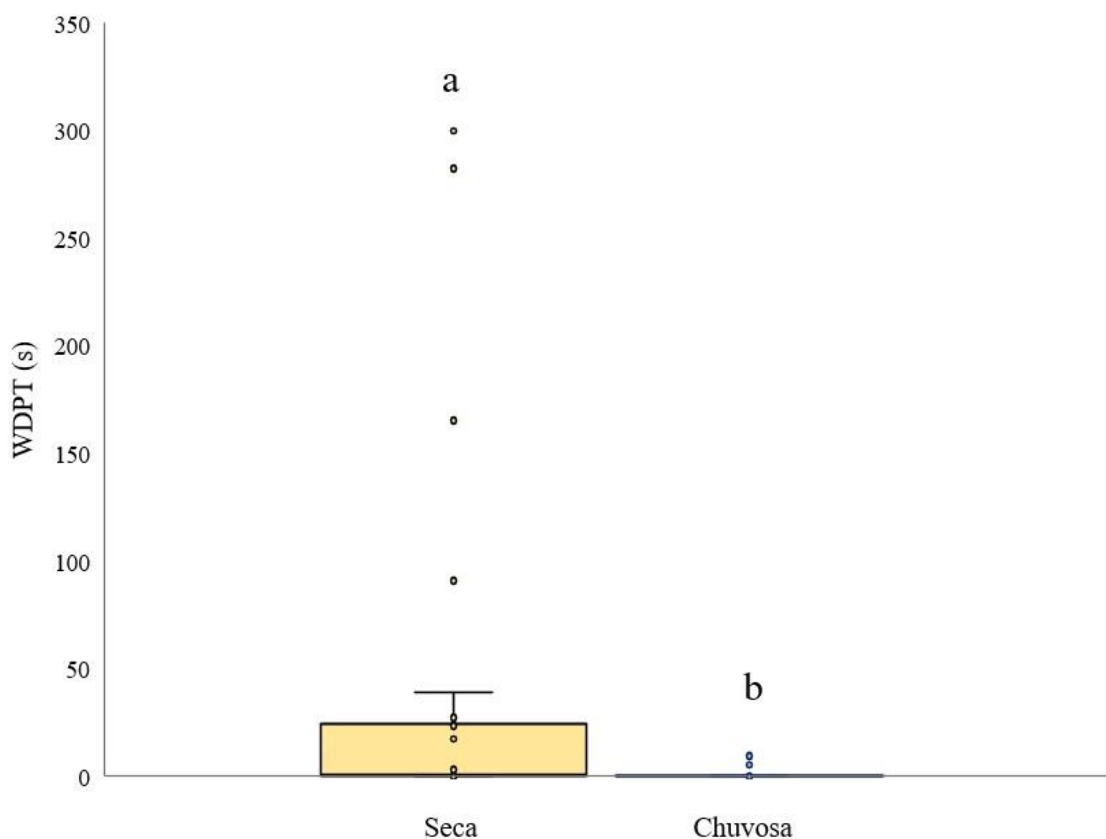


Figura 5. Box-plot do tempo de penetração das gotas de água (WDPT) entre as estações seca e chuvosa; os pontos fora da caixa representam outliers; a linha horizontal dentro das caixas indica as medianas (Q2), as linhas horizontais inferiores fora das caixas representam o terceiro quartil (Q3). As linhas horizontais na parte inferior são valores mínimos e as linhas horizontais na parte superior são valores máximos. As letras diferentes dentro do gráfico indicam que houve diferença significativa entre os tratamentos.

A capacidade de infiltração teve média (\pm desvio padrão) de $796 \pm 392,4 \text{ mm.h}^{-1}$ e $729,3 \pm 215,8 \text{ mm.h}^{-1}$ para as estações seca e chuvosa, respectivamente. Não foram identificadas disparidades significativas na infiltração entre as estações (Wilcoxon = 264; $p = 0,52$ – Figura 6). No entanto, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os meses analisados ($df = 5$; $p = 0,018$ – Figura 7). Notavelmente, destaca-se uma variação no comportamento esperado nos meses de setembro e novembro ($df = 5$; $p = 0,02$ – Figura 7).

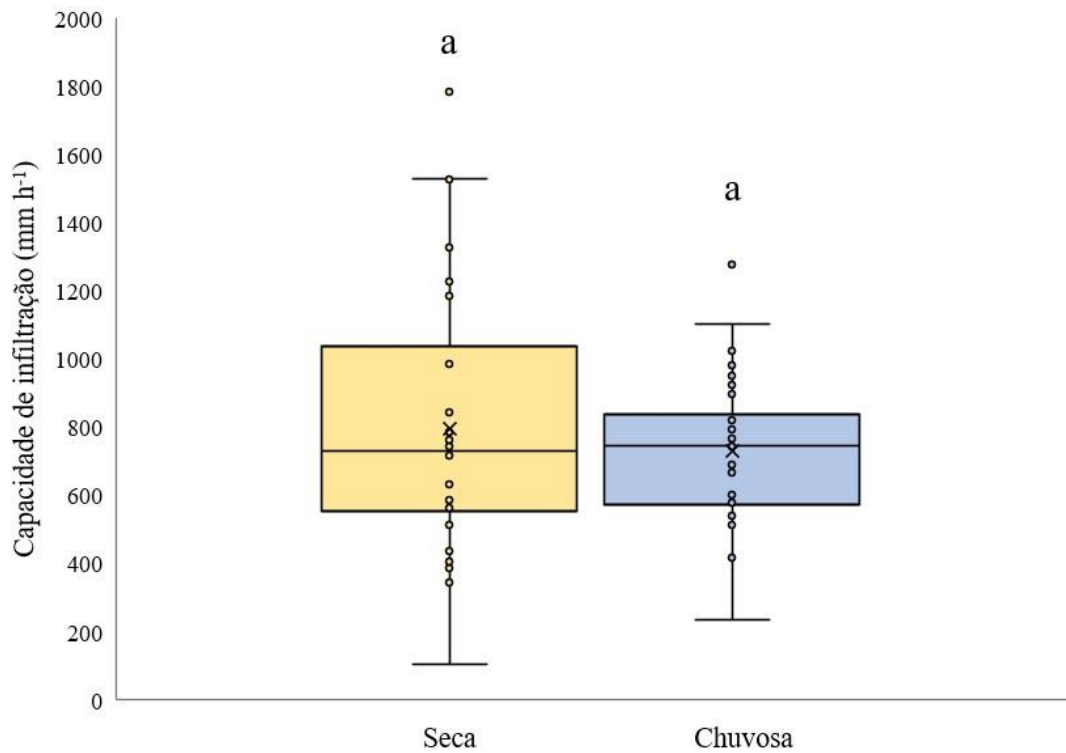


Figura 6. Box-plot da capacidade de infiltração entre as estações seca e chuvosa; os pontos fora da caixa representam outliers; a linha horizontal dentro das caixas indica as medianas (Q2), as linhas horizontais inferiores fora das caixas indicam o primeiro quartil (Q1) e as linhas horizontais superiores fora das caixas representam o terceiro quartil (Q3). As linhas horizontais na parte inferior são valores mínimos e as linhas horizontais na parte superior são valores máximos. As letras iguais dentro do gráfico indicam que não houve diferença significativa entre os tratamentos.

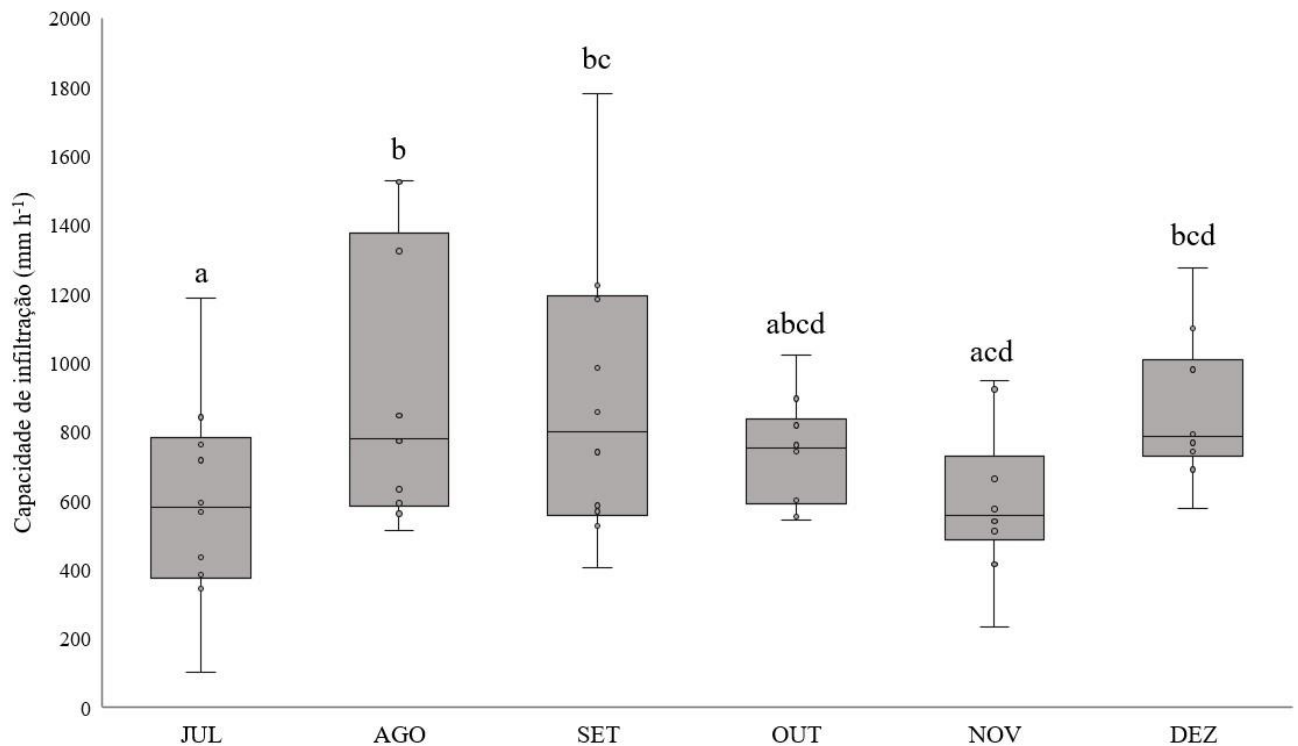


Figura 7. Box-plot da variação temporal da capacidade de infiltração ao longo dos meses de julho a dezembro; os pontos fora da caixa representam outliers; a linha horizontal dentro das caixas indica as medianas (Q2), as linhas horizontais inferiores fora das caixas indicam o primeiro quartil (Q1) e as linhas horizontais superiores fora das caixas representam o terceiro quartil (Q3). As linhas horizontais na parte inferior são valores mínimos e as linhas horizontais na parte superior são valores máximos. As letras diferentes dentro do gráfico indicam que houve diferença significativa entre os meses estudados.

Observou-se, ainda, relação inversamente significativa entre hidrorrepelência e infiltração de água nos solos (Adj. $R^2 = 0,15$; $F = 7,636$; $df = 58$; $p = 0,002$ – **Error! Reference source not found.**). Além disso, quando se observa a relação entre hidrorrepelência e precipitação, constata-se relação significativa entre elas ($R^2 = 0,66$; $p = 0,022$; $S = -0,93$; Figura 9). De forma semelhante, essa relação é inversamente proporcional e, portanto, com o incremento das chuvas, o grau de hidrorrepelência tende a diminuir consideravelmente, conforme a Figura 9.

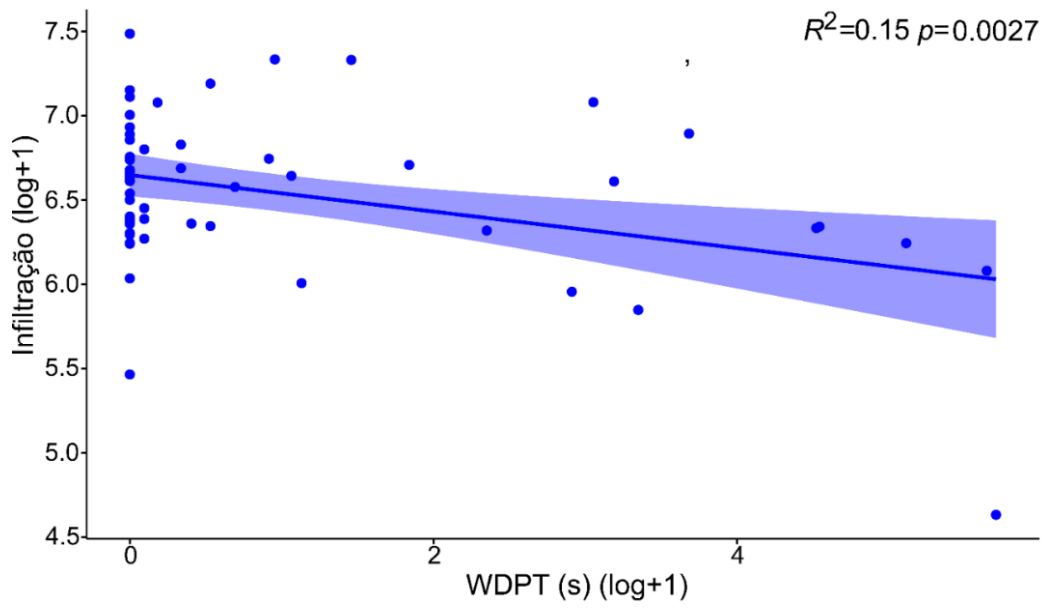


Figura 8. Relação entre hidrorepelência e infiltração.

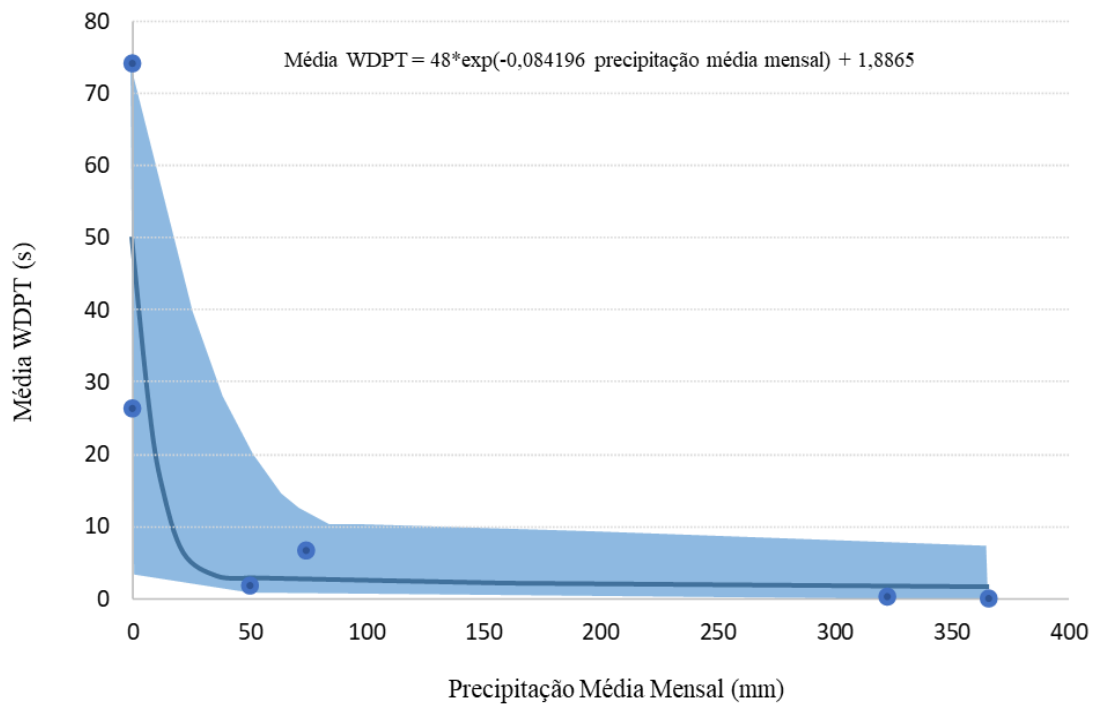


Figura 9. Relação entre a média da hidrorepelência (s) e precipitação média mensal (mm).

9. DISCUSSÃO

No presente estudo, detectou-se a ocorrência da hidrorrepelência na savana neotropical brasileira. Ademais, esperava-se que a hidrorrepelência seria mais persistente durante o período seco e, gradualmente, diminuiria com o aumento das chuvas na região. Tal fato também pôde ser observado, uma vez que foi constatada redução significativa do grau de hidrorrepelência ao se comparar os meses secos com os chuvosos. Essa diferença é especialmente evidente ao se comparar os meses de julho com os demais, sobretudo quando comparados ao mês de dezembro. Nesse último, o fenômeno praticamente desaparece devido ao aumento da precipitação, indicando relação significativa inversa entre essas duas variáveis. Dessa forma, pode-se indicar que, na referida savana, o fenômeno não persiste além da estação seca, sendo, portanto, um processo reversível. Vale destacar que resultados semelhantes foram encontrados em outras fitofisionomias do bioma como as florestas ripárias (BRITO et al., 2022; MENDONÇA FILHO et al., 2022; PEREIRA et al., 2022). Desse modo, o presente estudo, ao documentar a presença de hidrorrepelência na formação dominante do bioma, indica que tal fenômeno possa ocorrer em outros tipos de solos da savana neotropical.

Sabe-se que a ocorrência de tal fenômeno em ambientes de savanas também está ligada a uma série de compostos químicos presentes nas plantas como lipídios, fenóis, lipídios ligados por ésteres e compostos aromáticos (ATANASSOVA; DOERR, 2011; MAO et al., 2019; NOVAES et al., 2013; VARANDA; RICCI; BRASIL, 1998). Em geral, plantas que colonizam solos pobres, como os da savana neotropical brasileira, produzem essas substâncias como estratégia de sobrevivência (VARANDA; RICCI; BRASIL, 1998) contra a ação de herbívoros, a invasão por patógenos, o excesso de radiação e a perda de água (BIERAS; SAJO, 2009; NOVAES et al., 2013; VARANDA; RICCI; BRASIL, 1998). Tais compostos continuam, em algum grau, presentes no solo a partir da decomposição da matéria orgânica, uma vez que seus compostos orgânicos hidrofóbicos e biopolímeros permanecem inalterados na fração húmica da matéria orgânica (BETTIOL et al., 2023). Essa presença pode, em última instância, ser uma das possíveis explicações para a hidrorrepelência nos solos (MIELNIK et al., 2021). Cabe pontuar que a matéria orgânica do solo tem sido objeto de estudo ao longo dos últimos anos no contexto da savana neotropical brasileira (GIÁCOMO et al., 2015; SOUZA et al., 2016). Entretanto, ressalta-se a necessidade de elucidar como a composição química e a estrutura molecular dessas substâncias, bem como suas interações com os solos, influenciam a ocorrência do fenômeno nessa região.

Deve-se salientar, ainda, que outros fatores podem aumentar a propensão do desenvolvimento do fenômeno da hidrorrepelência na savana neotropical brasileira, a saber: a) os períodos prolongados

de seca (JUNQUEIRA et al., 2020; SANO et al., 2019); b) incêndios severos (MAGOMANI; VAN TOL, 2019; MOODY et al., 2016) que promovem a combustão da matéria orgânica e subsequente condensação de alguns compostos quando interagem com as partículas do solo; c) a presença de colônias de térmitas que tendem a incorporar componentes hidrofóbicos nos solos, impactando sua capacidade de infiltração e o aumento do escoamento superficial (METTROP; CAMMERAAT; VERBEETEN, 2013); d) os tipos de uso do solo (DE JONGE; MOLDRUP; JACOBSEN, 2007; GONZÁLEZ-PEÑALOZA et al., 2012); e) o nível de conservação e/ou recuperação das áreas naturais, uma vez que o aumento do desmatamento reduz a quantidade de carbono orgânico disponível afetando a estrutura do solo e, por consequência, o grau de hidrorrepelência dos solos tende a aumentar (PEREIRA et al., 2022); f) a presença de espécies invasoras que podem induzir o aumento do grau de hidrorrepelência dos solos (MENDONÇA FILHO et al., 2022). Sendo assim, é possível que a combinação desses fatores influencie a ocorrência do fenômeno, sendo fundamental a continuidade da avaliação desses aspectos em pesquisas futuras sobre o tema.

Por outro prisma, não foram observadas diferenças significativas na capacidade de infiltração de água nos solos entre os períodos de seca e chuva, porém, diferenças foram observadas ao longo dos meses amostrados. É importante ressaltar que tais resultados diferem dos encontrados nos estudos de Brito et al. (2022) e Pereira et al. (2022), uma vez que os autores constataram o aumento da capacidade de infiltração de água nos solos no período chuvoso. Tal diferença pode ser explicada pela tipologia de solos das áreas de estudo dessas pesquisas, uma vez que Organossolos (BRITO et al., 2022) e Neossolos Quartzarênicos (PEREIRA et al., 2022) são solos mais propensos ao desenvolvimento da hidrorrepelência devido ao seu teor de composição de matéria orgânica (DA SILVA et al., 2020; LICHNER et al., 2018). Em contrapartida, as áreas escolhidas para o presente estudo abrangem um Latossolo Vermelho de textura argilosa, classe de solo que possui alta permeabilidade devido à sua microestrutura, fato que justifica sua elevada capacidade de infiltração ao longo de todo o ano (SANO et al., 2008). Além de que, as plantas da savana neotropical brasileira possuem raízes profundas (SANO; ALMEIDA; RIBEIRO, 2008) que podem aumentar a porosidade do solo e, conseqüentemente, promover mais infiltração de água (ROBICHAUD et al., 2016).

Os resultados da capacidade de infiltração indicam que, embora os solos da savana neotropical brasileira apresentem hidrorrepelência em determinados períodos, eles ainda são capazes de absorver água em todas as épocas do ano, dado os elevados valores médios encontrados. Portanto, é essencial que as áreas nativas desse bioma sejam preservadas a fim de garantir a manutenção dos serviços ecossistêmicos desempenhados por seus ecossistemas.

Os resultados do presente estudo corroboram algumas pesquisas realizadas no contexto de savanas distribuídas em outros países (SÁNDOR et al., 2021b; WHITE; LOCKINGTON; GIBBES, 2017). Todavia, o número de publicações sobre o tema no contexto de inserção na savana neotropical brasileira ainda é bastante reduzido, ao mesmo tempo em que esse ecossistema é considerado uma das savanas mais ameaçadas em todo o mundo (SANO et al., 2019), devido à limitada proteção legal e ao avanço das atividades agrossilvopastoris na região (CHAVES et al., 2023; MACHADO; AGUIAR; SILVA, 2023; STRASSBURG et al., 2017). Portanto, é fundamental que pesquisas futuras continuem investigando as propriedades hidrológicas no contexto da savana neotropical brasileira, uma vez que ainda há uma lacuna significativa da compreensão desses processos nessa região.

10. CONCLUSÃO

As perguntas do presente estudo podem ser respondidas da seguinte forma:

- a) Evidenciou-se a ocorrência do fenômeno de hidrorepelência nos solos da savana neotropical brasileira;
- b) A hidrorepelência persiste apenas durante o período seco;
- c) A infiltração não é influenciada por esse fenômeno.

11.REFERÊNCIAS

- ALAGNA, V. et al. Application of minidisk infiltrometer to estimate water repellency in Mediterranean pine forest soils. **Journal of Hydrology and Hydromechanics**, v. 65, n. 3, p. 254, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ANDRADE, L. A. Z.; FELFILI, J. M.; VIOLATTI, L. Fitossociologia de uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília-DF. **Acta Botanica Brasilica**, v. 16, n. 2, p. 225–240, 2002.
- ATANASSOVA, I.; DOERR, S. H. Changes in soil organic compound composition associated with heat-induced increases in soil water repellency. **European Journal of Soil Science**, v. 62, n. 4, p. 516–532, 2011.
- BACHMANN, J. et al. Modified sessile drop method for assessing initial soil–water contact angle of sandy soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 64, n. 2, p. 564–567, 2000.
- BATES, D. M.; CHAMBERS, J. M.; HASTIE, T. **Statistical models in S**. Computer science and statistics: proceedings of the 19th Symposium on the Interface. Wadsworth & Brooks, California. **Anais...1992**
- BAUER, D. F. Constructing confidence sets using rank statistics. **Journal of the American Statistical Association**, v. 67, n. 339, p. 687–690, 1972.
- BAYAD, M. et al. The relationship between soil moisture and soil water repellency persistence in hydrophobic soils. **Water (Switzerland)**, v. 12, n. 9, 2020.
- BETTIOL, W. et al. Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical. **CEP**, v. 13918, p. 110, 2023.
- BEZERRA, C. B. et al. Latossolo húmico sob pastagem com diferentes intensidades de usos: atributos químicos e físico-hídricos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 1, p. 1–9, 2019.
- BIERAS, A. C.; SAJO, M. DAS G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. **Trees**, v. 23, n. 3, p. 451–471, 2009.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R.; BRADY, N. C. **Elements of the nature and properties of soils**. 2013.

BRITO, G. Q. DE et al. Can rainfall seasonality trigger soil water repellency in a tropical riparian forest? **Journal of Forestry Research**, p. 1–8, 2022.

CHAI, X. et al. Cover plant functional types alter the abundance and composition of hydrophobic compounds: the relationship with soil water repellency on the Chinese Loess Plateau. 2023.

CHAVES, M. E. D. et al. Reverse the Cerrado's neglect. **Nature Sustainability**, p. 1–2, 2023.

DA SILVA, R. C. et al. REPELÊNCIA À ÁGUA E FRAÇÕES DA MATÉRIA ORGÂNICA EM ORGANOSSOLOS. **REVISTA EQUADOR**, v. 9, n. 1, p. 97–115, 2020.

DE ALMEIDA, W. S. et al. Effect of soil tillage and vegetal cover on soil water infiltration. **Soil and Tillage Research**, v. 175, p. 130–138, 2018.

DE BRITO, G. Q. et al. Water infiltration in the domains of the Brazilian Tropical Savanna: what do we really know? **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 01, p. 16–24, 2021.

DE FARIAS NETO, A. L. et al. **Savanas: demandas para pesquisa**. [s.l.] Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009., 2009.

DE JONGE, L. W.; JACOBSEN, O. H.; MOLDRUP, P. Soil Water Repellency: Effects of Water Content, Temperature, and Particle Size. **Soil Science Society of America Journal**, v. 63, n. 3, p. 437–442, 1999.

DE JONGE, L. W.; MOLDRUP, P.; JACOBSEN, O. H. Soil-water content dependency of water repellency in soils. **Soil Science**, v. 172, n. 8, p. 577–588, 2007.

DEBANO, L. F. Water repellent soils: a state-of-the-art. **Gen. Tech. Rep. PSW-46. Berkeley, Calif.: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Exp. Stn. 21 p**, v. 46, 1981.

DEBANO, L. F. **Water repellency in soils: A historical overview**. Journal of Hydrology. **Anais...**2000

DEURER, M. et al. Is soil water repellency a function of soil order and proneness to drought? A survey of soils under pasture in the North Island of New Zealand. **European Journal of Soil Science**, v. 62, n. 6, p. 765–779, 2011.

DEVICES DECAGON. Minidisk Infiltrometer User's Manual Version 10. **Decagon Pullman, WA**,

2012.

DOERR, S. H.; SHAKESBY, R. A.; WALSH, R. P. D. Soil water repellency: Its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. **Earth Science Reviews**, v. 51, n. 1–4, p. 33–65, 2000.

EMERIBE, C. N.; EZEH, C. U.; BUTU, A. W. Modelling climatic water balance for water stress-detection for select crops under climate variability in the Sudano-Guinean Savanna, Nigeria. **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 7, p. 715–735, 2021.

FACHIN, P. A. et al. O EFEITO DA QUEIMADA NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO EM AGRICULTURA DE ROÇA-DE-TOCO. **Geoambiente On-line**, n. 27, 2016.

FARIAS, M. F. R. et al. Levantamento de Solos do Parque Nacional de Brasília, Escala 1:50.000. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 220, p. 66, 2008a.

FARIAS, M. F. R. et al. Relação entre os solos e fitofisionomias do Parque Nacional de Brasília, DF. 2008b.

FERREIRA, A. DO N. et al. Evaluation of evapotranspiration in Brazilian Cerrado Biome simulated with the SWAT model. **Water**, v. 13, n. 15, p. 2037, 2021.

FISCHER, C. et al. Plant species diversity affects infiltration capacity in an experimental grassland through changes in soil properties. **Plant and Soil**, v. 397, n. 1, p. 1–16, 2015.

FOX, D. M.; DARBOUX, F.; CARREGA, P. Effects of fire-induced water repellency on soil aggregate stability, splash erosion, and saturated hydraulic conductivity for different size fractions. **Hydrological Processes: An International Journal**, v. 21, n. 17, p. 2377–2384, 2007.

FRANCO, J. M.; UZUNIAN, A. **Cerrado Brasileiro**. 2ª Edição ed. São Paulo - SP: Editora Harbra, 2010.

FRIEDMAN, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the analysis of variance. **Journal of the american statistical association**, v. 32, n. 200, p. 675–701, 1937.

GAO, H. et al. Accounting for the influence of vegetation and landscape improves model transferability in a tropical savannah region. **Water Resources Research**, v. 52, n. 10, p. 7999–8022, 2016.

- GARCIA-CHEVESICH, P. et al. Formation of post-fire water-repellent layers in Monterrey pine (*Pinus radiata* D. DON) plantations in south-central Chile. **Journal of soil science and plant nutrition**, v. 10, n. 4, p. 399–406, 2010.
- GARCIA-MONTIEL, D. C. et al. Estimating seasonal changes in volumetric soil water content at landscape scales in a savanna ecosystem using two-dimensional resistivity profiling. **Earth Interactions**, v. 12, n. 2, p. 1–25, 2008.
- GIÁCOMO, R. G. et al. Atributos químicos e físicos do solo, estoques de carbono e nitrogênio e frações húmicas em diferentes formações vegetais. **Ciência Florestal**, v. 25, p. 617–631, 2015.
- GOEBEL, M. et al. Soil water repellency and its implications for organic matter decomposition—is there a link to extreme climatic events? **Global Change Biology**, v. 17, n. 8, p. 2640–2656, 2011.
- GONZÁLEZ-PEÑALOZA, F. A. et al. Do conservative agriculture practices increase soil water repellency? A case study in citrus-cropped soils. **Soil and Tillage Research**, v. 124, p. 233–239, 2012.
- HALLETT, P. D. An introduction to soil water repellency. **Proceedings of the 8th International Symposium on Adjuvants for Agrochemicals (ISAA2007)**, v. 6, n. August, p. 9, 2007.
- HALLETT, P. D. **A brief overview of the causes, impacts and amelioration of soil water repellency - A review** *Soil and Water Research*, 2008.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia electronica**, v. 4, n. 1, p. 9, 2001.
- HOLLANDER, M.; WOLFE, D. A.; CHICKEN, E. **Nonparametric statistical methods**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2013.
- HUNKE, P. et al. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. **Ecohydrology**, v. 8, n. 6, p. 1154–1180, 2015.
- IBAMA. **Plano de Manejo do Parque Nacional de Brasília**, 1998. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/imgs-unidades-coservacao/PARNA_Brasilia.pdf>
- JARAMILLO, D. F. et al. Occurrence of soil water repellency in arid and humid climates. **Journal of Hydrology**, v. 231, p. 105–111, 2000.

- JARAMILLO, J. D. F. Repelencia al agua en suelos: con énfasis en Andisoles de Antioquia. **Univ. Nacional Colombia sede Medellín**, 2004.
- JOHNSON, M. S. et al. Spatial and temporal variability of soil water repellency of Amazonian pastures. **Australian Journal of Soil Research**, v. 43, n. 3, p. 319–326, 2005.
- JORDÁN, A. et al. Soil water repellency: Origin, assessment and geomorphological consequences. **Catena**, v. 108, 2013.
- JUNQUEIRA, R. et al. Hydrological response to drought occurrences in a brazilian savanna basin. **Resources**, v. 9, n. 10, p. 123, 2020.
- LICHNER, L. et al. Effect of vegetation and its succession on water repellency in sandy soils. **Ecohydrology**, v. 11, n. 6, p. e1991, 2018.
- LILI, M. et al. Methods for measuring soil infiltration: State of the art. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 1, n. 1, p. 22–30, 2008.
- LIU, Z. et al. Land use dependent variation of soil water infiltration characteristics and their scale-specific controls. **Soil and Tillage Research**, v. 178, p. 139–149, 2018.
- LOZANO-BAEZ, S. E. et al. Assessing water infiltration and soil water repellency in Brazilian atlantic forest soils. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, n. 6, 2020.
- MACHADO, R. B.; AGUIAR, L.; SILVA, J. M. C. Brazil: plan for zero vegetation loss in the Cerrado. **Nature**, v. 615, n. 7951, p. 216, 2023.
- MAGOMANI, M. I.; VAN TOL, J. J. The impact of fire frequency on selected soil physical properties in a semi-arid savannah Thornveld. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science**, v. 69, n. 1, p. 43–51, 2019.
- MALUCELLI, C. S.; DEDECEK, R. A.; MAIA, C. **Identificação da repelência à água em solos sob plantios florestais**. Embrapa Florestas-Resumo em anais de congresso (ALICE). **Anais...In: EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA FLORESTAS**, 4., 2005, Colombo ..., 2005
- MAO, J. et al. **Understanding the mechanisms of soil water repellency from nanoscale to ecosystem scale: a review** **Journal of Soils and Sediments**, 2019.

- MARQUART, A.; GOLDBACH, L.; BLAUM, N. Soil-texture affects the influence of termite macropores on soil water infiltration in a semi-arid savanna. **Ecohydrology**, v. 13, n. 8, p. e2249, 2020.
- MARTÍNEZ-ZAVALA, L.; JORDÁN-LÓPEZ, A. Influence of different plant species on water repellency in Mediterranean heathland soils. **Catena**, v. 76, n. 3, 2009.
- MARTINS, C. R. et al. Levantamento das gramíneas exóticas do Parque Nacional de Brasília, Distrito Federal, Brasil. 2007.
- MCKISSOCK, I. et al. Relationships of water repellency to soil properties for different spatial scales of study. **Australian Journal of Soil Research**, v. 36, n. 3, 1998.
- MCKISSOCK, I. et al. **The influence of clay type on reduction of water repellency by applied clays: A review of some West Australian work.** Journal of Hydrology. **Anais...**2000
- MCKISSOCK, I.; GILKES, R. J.; WALKER, E. L. The reduction of water repellency by added clay is influenced by clay and soil properties. **Applied Clay Science**, v. 20, n. 4–5, 2002.
- MENDONÇA FILHO, S. F. et al. Invasion in the riparian zone: What is the effect of *Pteridium arachnoideum* on topsoil permeability? **Acta Oecologica**, v. 117, n. January, 2022.
- METTROP, I. S.; CAMMERAAT, L. H.; VERBEETEN, E. The impact of subterranean termite activity on water infiltration and topsoil properties in Burkina Faso. **Ecohydrology**, v. 6, n. 2, p. 324–331, 2013.
- MIELNIK, L. et al. Changes in the soil hydrophobicity and structure of humic substances in sandy soil taken out of cultivation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 319, p. 107554, 2021.
- MOODY, J. A. et al. Relations between soil hydraulic properties and burn severity. **International Journal of Wildland Fire**, v. 25, n. 3, p. 279–293, 2016.
- MÜLLER, K. et al. Temporal dynamics of soil water repellency and its impact on pasture productivity. **Agricultural Water Management**, v. 143, p. 82–92, 2014.
- MURTA, J. R. DE M. et al. Understanding the effect of an agroforestry system with high litter input on topsoil permeability. **Soil Use and Management**, 2020.
- NAIK, A. P.; GHOSH, B.; PEKKAT, S. Estimating soil hydraulic properties using mini disk

infiltrometer. **ISH Journal of Hydraulic Engineering**, v. 25, n. 1, p. 62–70, 2019.

NÓBREGA, R. L. B. et al. Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration and streamflow on the Amazonian agricultural frontier. **PloS one**, v. 12, n. 6, p. e0179414, 2017.

NOVAES, P. et al. Ecological phytochemistry of Cerrado (Brazilian savanna) plants. **Phytochemistry reviews**, v. 12, p. 839–855, 2013.

OLIVEIRA, P. T. S. et al. The water balance components of undisturbed tropical woodlands in the Brazilian cerrado. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 19, n. 6, p. 2899–2910, 2015.

OLORUNFEMI, I. Soil Hydrophobicity: An Overview. **Journal of Scientific Research and Reports**, v. 3, n. 8, p. 1003–1037, 2014.

OLORUNFEMI, I. E.; FASINMIRIN, J. T. Land use management effects on soil hydrophobicity and hydraulic properties in Ekiti State, forest vegetative zone of Nigeria. **Catena**, v. 155, p. 170–182, 2017.

OLORUNFEMI, I. E.; OGUNRINDE, T. A.; FASINMIRIN, J. T. Soil hydrophobicity: An overview. **J. Sci. Res. Rep**, v. 3, p. 1003–1037, 2014.

PAPIEROWSKA, E. et al. Compatibility of methods used for soil water repellency determination for organic and organo-mineral soils. **Geoderma**, v. 314, p. 221–231, 2018.

PEREIRA, B. A. S.; SILVA, M. A. Flora fanerogâmica da Reserva Ecológica do IBGE. **Reserva Ecológica do IBGE: biodiversidade terrestre**, v. 2, p. 23–37, 2011.

PEREIRA, L. C. et al. Effects of Cerrado restoration on seasonal soil hydrological properties and insights on impacts of deforestation and climate change scenarios. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 5, p. 882551, 2022.

PEREIRA, P. et al. Short-term changes in soil Munsell colour value, organic matter content and soil water repellency after a spring grassland fire in Lithuania. **Solid Earth**, v. 5, n. 1, p. 209–225, 2014.

PÉREZ, D. V.; SIMÃO, S. M.; SALATINO, A. Identificação e caracterização da repelência à água em alguns solos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 2, p. 197–207, 1998.

PIERSON, F. B. et al. Soil water repellency and infiltration in coarse-textured soils of burned and

unburned sagebrush ecosystems. **Catena**, v. 74, n. 2, p. 98–108, 2008.

QUIDEAU, S. A. et al. A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition. **Geoderma**, v. 104, n. 1–2, p. 41–60, 2001.

RIBEIRO, J. .; WALTER, B. M. . As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília-DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 151–212.

RIBEIRO, M. L. **Reserva ecológica do IBGE**. [s.l.] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011.

ROBICHAUD, P. R. et al. Infiltration and interrill erosion rates after a wildfire in western Montana, USA. **Catena**, v. 142, p. 77–88, 2016.

ROBICHAUD, P. R.; LEWIS, S. A.; ASHMUN, L. E. New procedure for sampling infiltration to assess post-fire soil water repellency. **Res. Note. RMRS-RN-33. Fort Collins, CO: US Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 14 p.**, v. 33, 2008.

SÁNDOR, R. et al. Spatial variability of hydrophysical properties of fallow sandy soils. **Biologia**, v. 70, n. 11, p. 1468–1473, 2015.

SÁNDOR, R. et al. Impact of climate, soil properties and grassland cover on soil water repellency. **Geoderma**, v. 383, n. October 2020, 2021a.

SÁNDOR, R. et al. Impact of climate, soil properties and grassland cover on soil water repellency. **Geoderma**, v. 383, 2021b.

SANO, E. E. et al. Mapeamento semidetalhado do uso da terra do Bioma Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 43, n. 1, p. 153–156, 2008.

SANO, E. E. et al. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of environmental management**, v. 232, p. 818–828, 2019.

SANO, S.; ALMEIDA, S.; RIBEIRO, J. Cerrado: ecologia e flora. **Brasília, DF: Embrapa**, p. 1.279p., 2008.

SMETTEM, K. R. J. et al. Soil water repellency and the five spheres of influence: A review of mechanisms, measurement and ecological implications. **Science of the Total Environment**, v. 787,

p. 147429, 2021.

SOUZA, E. D. DE et al. Matéria orgânica e agregação do solo após conversão de "campos de murundus" em sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1194–1202, 2016.

SPERA, S. A. et al. Land-use change affects water recycling in Brazil's last agricultural frontier. **Global change biology**, v. 22, n. 10, p. 3405–3413, 2016.

STEENHUIS, T. S. et al. Effect of eucalyptus on blue and green water availability and discharge in the tropical highlands: An interpretation of available literature. **Journal of Hydrology and Hydromechanics**, v. 71, n. 3, p. 221–230, 2023.

STRASSBURG, B. B. N. et al. Moment of truth for the Cerrado hotspot. **Nature Ecology and Evolution**, v. 1, n. 4, 2017.

SUN, D. et al. The effects of land use change on soil infiltration capacity in China: A meta-analysis. **Science of the Total Environment**, v. 626, p. 1394–1401, 2018.

TROCH, P. A. et al. Dealing with landscape heterogeneity in watershed hydrology: A review of recent progress toward new hydrological theory. **Geography Compass**, v. 3, n. 1, p. 375–392, 2009.

VAN TOL, J. et al. Hydrological response in a savanna hillslope under different rainfall regimes. **Koedoe: African Protected Area Conservation and Science**, v. 62, n. 2, p. 1–10, 2020.

VARANDA, E. M.; RICCI, C. V.; BRASIL, I. M. Espécies congêneras da mata e do cerrado: teor de proteínas e compostos fenólicos. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, p. 25–30, 1998.

VOGELMANN, E. S. et al. Water repellency in soils of humid subtropical climate of Rio Grande do Sul, Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 126–133, 2010.

VOGELMANN, E. S. et al. Soil hydrophobicity: Comparative study of usual determination methods | Hidrofobicidade do solo: Estudo comparativo dos métodos usuais de determinação. **Ciencia Rural**, v. 45, n. 2, 2015.

VOGELMANN, E. S. et al. Soil moisture influences sorptivity and water repellency of topsoil aggregates in native grasslands. **Geoderma**, v. 305, n. September 2016, p. 374–381, 2017.

WALLIS, M. G.; HORNE, D. J. Soil water repellency. In: **Advances in soil science**. [s.l.] Springer,

1992. p. 91–146.

WANG, Z. et al. **Effects of soil water repellency on infiltration rate and flow instability**. Journal of Hydrology. **Anais...**2000

WENINGER, T. et al. Estimating the extent of fire induced soil water repellency in Mediterranean environment. **Geoderma**, v. 338, 2019.

WHITE, A. M.; LOCKINGTON, D. A.; GIBBES, B. Does fire alter soil water repellency in subtropical coastal sandy environments? **Hydrological Processes**, v. 31, n. 2, 2017.

WIJEWARDANA, N. S. et al. Soil-water repellency characteristic curves for soil profiles with organic carbon gradients. **Geoderma**, v. 264, 2016.

WONG, E. V. S. et al. Soil water repellency in sandy soil depends on the soil drying method, incubation temperature and specific surface area. **Geoderma**, v. 402, n. November 2020, p. 115264, 2021.

ZAVALA, L. M.; GONZÁLEZ, F. A.; JORDÁN, A. Intensity and persistence of water repellency in relation to vegetation types and soil parameters in Mediterranean SW Spain. **Geoderma**, v. 152, n. 3–4, 2009.