RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a) o texto completo desta Dissertação será disponibilizado somente a partir de 30/02/2022.

Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"
Programa Interunidades

Mestrado

Engenharia Civil e Ambiental

LUCAS HUBACEK TSUCHIYA

ANÁLISE DE EFICÁCIA POR MEIO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDRO-ECOLÓGICOS DO USO DA BIOMANTA

Sorocaba
2021

LUCAS HUBACEK TSUCHIYA

ANÁLISE DE EFICÁCIA POR MEIO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDRO-ECOLÓGICOS DO USO DA BIOMANTA

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Área de Concentração em Saneamento.

Orientador: Prof. Assoc. Alexandre Marco da Silva

Sorocaba
2021

T882a

Tsuchiya, Lucas Hubacek
Análise de eficácia por meio de indicadores físicos, químicos e hidro-ecológicos do uso da biomanta / Lucas Hubacek Tsuchiya. -- Sorocaba, 2021
66 f. : il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

1. Geossintéticos. 2. Juta. 3. Solos Erosão. 4. Recuperação e remediação ambiental. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LUCAS HUBACEK TSUCHIYA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL, DA FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 30 dias do mês de agosto do ano de 2021, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LUCAS HUBACEK TSUCHIYA, intitulada **USO DA BIOMANTA DE JUTA PARA RECONDICIONAR SOLOS E LIMITAR O CRESCIMENTO DE PLANTAS INVASORAS: ANÁLISE DE EFICÁCIA POR MEIO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDRO-ECOLÓGICOS**. A Comissão Examinadora foi constituida pelos seguintes membros: Prof. Dr. ALEXANDRE MARCO DA SILVA (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia Ambiental / Unesp - Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Profa. Dra. ANNA SÍLVIA PALCHECO PEIXOTO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Engenharia Civil e Ambiental / FEB/UNESP/Bauru (SP), Prof. Dr. DIEGO JAVIER PEREZ ORTEGA (Participação Virtual) do(a) DEPARTAMENTO DE INGENIERA / UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final:_ _ _ _ _ APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Alexandre Marco da Silva

Prof. Dr. ALEXANDRE MARCO DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Bauru

PROPOSTA DE ALTERAÇÃO DO TÍTULO

A COMISSÃO EXAMINADORA PROPÕE A ALTERAÇÃO DO TÍTULO DO TRABALHO DO ALUNO:
Lucas Hubacek Tsuchiya

DE: "USO DE BIOMANTA DE JUTA PARA RECONDICIONAR SOLOS E LIMITAR O CRESCIMENTO DE PLANTAS INVASORAS: ANÁLISE DE EFICÁCIA POR MEIO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDRO-ECOLÓGICOS"

PARA:
Análise da eficácia por meio de indicadores físicos, químicos e hidro-ecológicos do uso da biomanta.

Bauru, 30 de agosto de 2021.

Prof. Dr. Alexandre Marco da Silva
Orientador(a)

FEB FACULDADE DE ENGENHARIA BAURU
Faculdade de Engenharia de Bauru – Pós-graduação
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 17033-360 Bauru - SP
tel. (14) 3103-6108 spg@feb.unesp.br www.feb.unesp.br

AGRADECIMENTOS

A minha família por acreditar em meus sonhos e por fazerem parte de mais uma etapa da minha vida mesmo que distantes. Aos amigos que deram conselhos e suporte durante a elaboração do projeto. A minha namorada pela paciência e apoio ao longo do mestrado. Ao meu orientador, Prof. Assoc. Alexandre Marco da Silva, que além de oferecer um ótimo apoio, tornou possível a realização desse projeto e esteve sempre à disposição para eventuais questionamentos. A Prefeitura de Sorocaba e aos funcionários do aterro de inertes de Sorocaba que liberaram nossa entrada para coleta de material destinado ao experimento. Aos responsáveis e representantes da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba – Campus José Crespo Gonzales, que viabilizaram a execução do experimento nas dependências da instituição, tornando possível a realização do projeto mesmo com as adversidades da pandemia do COVID-19. Ao Prof. Dr. Sandro Donnini Mancini e a Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pereira Antunes pelo uso dos equipamentos do Núcleo de Automação e Tecnologias Limpas (NATEL) no campus da UNESP Sorocaba. Aos demais funcionários da UNESP e professores da banca que se colocaram à disposição de avaliar o trabalho e indicar melhorias para o projeto. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

ANÁLISE DE EFICÁCIA POR MEIO DE INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS E HIDRO-ECOLÓGICOS DO USO DA BIOMANTA

Candidato: Lucas Hubacek Tsuchiya

Orientador: Alexandre Marco da Silva

Resumo

A degradação dos solos tem sido potencializada pela expansão urbana e pela ausência de práticas de manejo adequadas. Problemas como erosão hídrica, ausência de cobertura vegetal e o aumento da disseminação de espécies exóticas invasoras são realidades enfrentadas por muitas regiões do Brasil e do mundo. Como medidas contentivas e preventivas são adotadas técnicas de geotecnia e saneamento ambiental com a finalidade de manter a qualidade e a disposição dos recursos naturais. Entre as técnicas disponíveis estão presentes o uso de geossintéticos como camada protetora para taludes de rodovias, agricultura e nas margens de rios. Os geossintéticos são desenvolvidos a partir de cadeias poliméricas sintéticas ou naturais. As fibras naturais são de origem animal, vegetal ou mineral, sendo biodegradáveis com o tempo e não liberam substâncias nocivas ao solo. Desta forma, este trabalho tem por objetivo entender as possíveis alterações no solo e no controle do crescimento de espécies invasoras após aplicação de uma biomanta de juta preenchida com capim seco. A pesquisa foi realizada no município de Sorocaba – SP, em um talude localizado nas dependências do Campus José Crespo Gonzales da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. O experimento consistiu na construção de 6 parcelas com 2 condições de tratamento, sendo um com a aplicação da biomanta de juta e a outra controle (solo exposto). Foram realizadas coletas de solo e fotografias quinzenais, durante o período de dez. 2019 até mai. 2020. Nas parcelas foram feitas análises de microtopografia, infiltração de água no solo, quantificação de carbono orgânico total (COT), hidrofobicidade. Os resultados obtidos pelas análises demonstraram a eficiência da biomanta de juta em reduzir 30% do crescimento de vegetação invasora, e na proteção do solo contra a lixiviação de nutrientes. A aplicação do geossintético também auxiliou na retenção de água, mantendo a condição de umidade do solo.

Palavras-chave: juta, proteção de solo, geossintético, lixiviação de nutrientes, controle de vegetação.

EFFICIENCY ANALYSIS BY PHYSICAL, CHEMICAL AND HYDRO-ECOLOGICAL INDICATORS ABOUT THE USE OF BIOBLANKET

Applicant: Lucas Hubacek Tsuchiya

Advisor: Alexandre Marco da Silva

Abstract

Land degradation has increased by urban expansion and poor management practices. Problems such as water erosion, lack of vegetation cover, and the increase of invasive alien species are realities faced by many regions of Brazil and the rest of the world. As containment measures, geotechnical and environmental sanitation techniques are adopted to maintain the quality and availability of natural resources. Among the available techniques are the use of geosynthetics as a protective layer for embankments on highways, agriculture, and on the banks of rivers. Geosynthetics are developed from synthetic or natural polymer chains. Natural fibers are of animal, vegetable, or mineral origin, being biodegradable over time, and do not release harmful substances to the soil. This work aims to understand possible changes in the soil and the control of the growth of invasive species after the application of a jute bioblanket filled with dry grass. The research was carried out in the city of Sorocaba - SP, on a slope located on the premises of José Crespo Gonzales Campus of the Sorocaba Faculty of Technology. The experiment consisted of the construction of 6 plots with 2 treatment conditions, one with an application of the jute bioblanket, and the other control (exposed soil). Soil samples and photographs were made fortnightly, from Dec. 2019 until May. 2020. In the plots, microtopography analyzes, water infiltration in the soil, quantification of total organic carbon (TOC), hydrophobicity was carried out. The results obtained by the analyzes demonstrated the efficiency of jute bioblanket in reducing 30% of the growth of invasive vegetation, and in protecting soil against nutrient leaching. The application of geosynthetic also helped to retain water, maintaining the condition of soil moisture.

Keywords: *jute, soil protection, geosynthetic, nutrients leaching, vegetation control.*

Índice de Figuras

Figura 1. A degradação do solo atrelada aos processos erosivos e ao crescimento de espécies de plantas invasoras. 4
Figura 2. Variáveis de estudo na aplicação de geossintético de fibra natural (juta) com mulch (capim seco) sobre talude. 15
Figura 3. Localização da área do experimento nas dependências da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba. 16
Figura 4. Disposição aleatória das parcelas com tratamento biomanta e controle. 17
Figuras 5a e 5b. Preenchimento e montagem das biomantas de juta. (5a). Processo de confecção de uma das biomantas. (5b). Biomanta já preenchida, com camada superior de juta já colocada e faltando somente a costura final. 18
Figura 6. Costurando as extremidades do tecido de juta. 18
Figura 7. Área experimental após o posicionamento das biomantas. 19
Figura 8. Distância entre a Estação Automática (A713) e o local do experimento. 20
Figura 9. Medição de altura para geração de perfil microtopográfico do talude de estudo. 21
Figuras 10a e 10b. Tubo de PVC simples com marcação graduada. (9a). Equipamento instalado para início do experimento. (9b). Preenchimento de água para início do monitoramento do processo de infiltração. 22
Figura 11. Precipitação quinzenal entre as coletas realizadas. 29
Figura 12. Precipitação acumulada durante o período do experimento para os cinco anos anteriores. 30
Figura 13. Microtopografia da superfície das parcelas controle. (i) – valores dispostos em cm. (ii) – as parcelas foram identificadas pela denominação PX, onde x é o número da respectiva parcela. 31
Figura 14. Microtopografia da superfície das parcelas com biomanta. (i) – valores dispostos em cm. (ii) – as parcelas foram identificadas pela denominação PX, onde x é o número da respectiva parcela. 32
Figura 15. Taxa de infiltração correspondente a condição inicial e após instalação dos tratamentos. 33
Figura 16. Comparativo entre o teor de umidade do solo na condição controle e com aplicação da biomanta. 34

Figura 17. Comparação dos valores de Condutividade Elétrica (CE) nas parcelas Controle e Biomanta. 35
Figura 18. pH das amostras de solo determinado em Cloreto de Cálcio ($CaCl_2$). 36
Figura 19. Capacidade de Troca de Cátions Efetiva (mmolc.dm^{-3}). 37
Figura 20. Relação da Soma de Bases (mmolc.dm^{-3}) para o experimento. 37
Figura 21. Saturação por Base (V%) das amostras coletadas. 38
Figura 22. Matéria Orgânica (g.dm^{-3}) presente no solo. 38
Figura 23. Acidez Potencial (mmolc.dm^{-3}) durante a realização do experimento. 39
Figura 24. Concentração média de Carbono Orgânico Total (COT) – Biomanta x Controle. 40
Figura 25. Diferença de tempo médio (s) na dissipação da gota pipetada para teste de hidrofobicidade do solo na condição controle e com aplicação de biomanta. 41
Figura 26. Exemplificações da (a) Análise do crescimento da vegetação em janeiro – P1 (Controle) (06/01/20); (b) Análise do crescimento da vegetação em março – P1 (Controle) (16/03/20). 42
Figura 27. Acompanhamento do crescimento quinzenal da vegetação (% de verde) nas parcelas com biomanta e controle. 43

Índice de Tabelas

Tabela 1. Classificação de Grau de Repelência a partir do tempo de dissipação da gota d'água. 26
Tabela 2. Precipitação mensal no município de Sorocaba, estação automática (A713). ... 29
Tabela 3. Densidade média do solo obtido antes e com o término do experimento..... 34
Tabela 4. Quantificação dos nutrientes presentes nas amostras de solo para as condições iniciais e para o tratamento/controle..... 36
Tabela 5. Tempo médio de dissipação de uma gota. 40

Sumário

RESUMO I

ABSTRACT II

ÍNDICE DE FIGURAS III

ÍNDICE DE TABELAS V

SUMÁRIO VI

1 INTRODUÇÃO 1

2 HIPÓTESES E OBJETIVOS 3

2.1 HIPÓTESES 3

2.1.1 Hipótese 1 ..... *3*

2.1.2 Hipótese 2 ..... *3*

2.2 OBJETIVO GERAL 3

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 3

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 4

3.1 CONCEITOS DE SOLO, USO DO SOLO E PROCESSOS EROSIVOS 4

3.2 O PAPEL DA VEGETAÇÃO E DA MATÉRIA ORGÂNICA NA MANUTENÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO 7

3.2.1 Macro e micronutrientes do solo *8*

3.2.2 A manutenção de água no solo *9*

3.3 A BIOENGENHARIA APLICADA EM AÇÕES DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE SOLOS 10

3.4 A APLICAÇÃO DO GEOSSINTÉTICO DE JUTA E SUA RELAÇÃO SOLO/ÁGUA 12

4 MATERIAL E MÉTODOS 15

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA 15

4.2 CONSTRUÇÃO DAS PARCELAS EXPERIMENTAIS 16

4.3 OBTENÇÃO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS 20

4.4 ANÁLISE DA MICROTOPOGRAFIA 20

4.5 ENSAIO DE INFILTRAÇÃO 22

4.6 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) 23

4.6.1 Análises Físicas *23*

4.6.2 Análises Químicas *24*

4.6.3 Determinação de Carbono Orgânico Total (COT) *24*

4.7 HIDROFOBICIDADE 25

4.8 MONITORAMENTO DO CRESCIMENTO DA VEGETAÇÃO 26

4.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS 26

5 RESULTADOS 29

5.1 DADOS PLUVIOMÉTRICOS 29

5.2 MICROTOPOGRAFIA 30

5.3 INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO 33

5.4 ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) 33

5.4.1 Análises Físicas 33

5.4.2 Análises Químicas 35

5.4.3 Carbono Orgânico Total (COT) 39

5.5 HIDROFOBICIDADE 40

5.6 ANÁLISE DO CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO 41

6 DISCUSSÃO 44

6.1 ANÁLISE DA PLUVIOMETRIA 44

6.2 ALTERAÇÕES NA MICROTOPOGRAFIA DO SOLO 44

6.3 INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO 45

6.4 VARIAÇÕES NAS ANÁLISES FÍSICAS, QUÍMICAS E NO CARBONO ORGÂNICO TOTAL (COT) 46

6.5 INDICADORES AMBIENTAIS: HIDROFOBICIDADE E CONTROLE DE CRESCIMENTO DE VEGETAÇÃO INVASORA 49

6.5.1 Hidrofobicidade 49

6.5.2 Controle de Crescimento de Vegetação Invasora 50

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES 52

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 54

1 INTRODUÇÃO

A degradação dos solos é acompanhada pelo desenvolvimento humano através da exploração e ocupação de terras ao longo dos séculos. O crescimento populacional fez com que grande parte da vegetação nativa fosse suprimida para a criação de campos agrícolas e a construção de cidades. A ausência de práticas conservacionistas e do manejo adequado, expuseram o solo aos processos de degradação acelerada como a erosão hídrica e a introdução desenfreada de espécies invasoras exóticas pelo mundo (NAYAKEKORALE, 2020; SLENICKA et al., 2020).

Os estudos envolvendo invasoras tiveram início somente ao final do século XX, permitindo que ocorresse uma rápida disseminação dessas espécies pelo mundo. Em termos ecológicos, o aparecimento de espécies de vegetação invasora inibe o crescimento de outras plantas através de um processo conhecido como alelopatia (KALISZ et al., 2021; THIÉBAUT et al., 2019). Desta forma, outras espécies, inclusive plantas nativas, não conseguem se propagar ocasionando em uma perda da biodiversidade e afetando diretamente o ciclo de alguns nutrientes dos solos, como do C e N (KUMAR RAI e SINGH, 2020; DOWNEY e RICHARDSON, 2016). Espécies como as do gênero *Brachiaria* spp., apresentam um crescimento agressivo, podendo gerar uma relação de alelopatia negativa com outras plantas, impedindo que se desenvolvam e diminuindo a biodiversidade (FERREIRA et al., 2020; DA SILVA et al., 2017; BARBOSA et al., 2008).

Atualmente, as técnicas de controle são baseadas em métodos químicos (uso de herbicidas) e não-químicos (fogo e roçada) (NUÑEZ et al., 2017). As escolhas e aplicações das técnicas costumam ser determinadas a partir do custo e pela disponibilidade de alternativas propostas aos proprietários de terras. Estima-se que grande parte dos herbicidas são aplicados pelos países considerados desenvolvidos, e o uso do fogo para controle, concentram-se nos países subdesenvolvidos (WEIDLICH et al., 2020). As técnicas quando utilizadas de forma inadequada podem trazer adversidades que afetam diretamente as propriedades do solo, assim como o desenvolvimento da fauna e flora (HAGNER et al., 2019; BADÍA et al., 2017).

Além da vegetação invasora, os solos do mundo são constantemente afetados pelos processos erosivos. Segundo os modelos matemáticos elaborados por Borrelli et al. (2020), mais de 60% dos solos da Terra serão afetados pela erosão hídrica até 2070. Esse fato poderá trazer consequências diretas para a produção de alimentos, assim como acelerar o processo de desertificação de corpos hídricos através do acúmulo de sedimentos provenientes de

arraste. Grande parte da degradação está associada ao mau uso do solo e a ausência de cobertura vegetal devido ao desmatamento acelerado pela expansão urbana e agrícola. Estudos demonstram que a utilização de coberturas, seja de origem orgânica ou inorgânica, contribuem na proteção do solo diminuindo o arraste de sedimentos e a intensidade com que a água atinge a superfície terrestre (KEESSTRA et al., 2019).

Em virtude dos problemas relatados, alternativas são propostas a partir do uso conjugado de técnicas já existentes na geotecnia e do saneamento ambiental, atreladas aos métodos convencionais (CHEN et al., 2019; PRAMBAUER et al., 2019; MENDES, 2018). Entre as ideias, destaca-se a utilização de fibras naturais como o uso da juta, coco, sisal, bambu, abacaxi, algodão, como mecanismo de proteção para o solo e controle de vegetação invasora (DHALIWAL, 2020; FAKHARI et al., 2019; OMAR et al., 2019). O uso de fibras naturais é uma forma alternativa às grades e mantas poliméricas, ou seja, capaz de se decompor em um tempo menor sem a necessidade de uma mão-de-obra e evitando o uso excessivo de plástico no meio ambiente. Sabe-se pela literatura que apesar das mantas poliméricas apresentarem características como alta resistência e durabilidade em projetos de construção civil, os estudos relatam prejuízos ao solo e, principalmente, para a fauna de pequenos invertebrados, afetando na reprodução de espécies, além da bioacumulação nos organismos através da ingestão de microplásticos (SELONEN et al., 2020).

Em estudo anteriormente iniciado por Mendes (2018) e Tsuchiya (2017), a proposta tinha por objetivo o desenvolvimento de uma biomanta feita a partir do tecido de juta e que fosse capaz de proteger o solo dos processos erosivos e controlar o crescimento de vegetação invasora. Na ocasião realizou-se a quantificação da perda de solo, constatando a eficiência do produto no quesito de proteção de solo. No entanto, foram observadas possíveis melhorias que poderiam contribuir para um controle efetivo do crescimento vegetal. Desta forma, dando sequência e aprimorando o projeto da biomanta, o presente trabalho propõe uma inovação na preparação do terreno após uso conjunto da aplicação de herbicida com a biomanta de juta preenchida com capim seco. O projeto visa garantir um controle efetivo do crescimento da vegetação, além de permitir compreender as interações da interface biomanta-água-solo, fundamentais para afirmar o potencial da fibra de juta em projetos de recuperação ambiental.

7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O experimento com a biomanta, desenvolvido em conjunto com a aplicação do herbicida, foi considerado eficiente para os quesitos de controle de crescimento de vegetação invasora e de conservação dos nutrientes do solo. Em relação a manutenção de água no solo, a biomanta auxiliou no processo de retenção de água, sendo perceptível os valores constantes de teor de umidade ao longo do experimento. Considerando o aspecto geotécnico, a biomanta demonstrou um potencial na redução da taxa de infiltração, sendo um fator relevante para a estabilidade de taludes, de forma que, ao reduzir a pressão exercida pela água, diminui as chances de um possível rompimento do talude. Deve-se considerar a criação de um banco de sementes para continuidade no processo de recuperação do solo, possibilitando que futuramente as raízes auxiliem na infiltração de água e na estabilidade dos agregados do solo.

Outro aspecto positivo da biomanta está relacionado a conservação dos nutrientes do solo. Apesar das condições iniciais terem demonstrado um déficit de nutrientes essenciais e uma acidez média, a biomanta conseguiu manter os níveis de concentração próximos aos valores observados no início do experimento. A proteção do solo visando a conservação dos nutrientes é essencial para auxiliar no desenvolvimento de plantas e na diminuição dos gastos com adubagem. A utilização diluída do herbicida, ainda que em uma quantidade reduzida, pode ter influenciado na variação de alguns nutrientes obtidos ao final do experimento.

Em meio aos indicadores hidro-ecológicos, as parcelas com biomanta apresentaram um maior tempo de dissipação das gotas de água no ensaio de hidrofobicidade. Nesse aspecto, ainda que a amostragem tenha sido classificada como hidrofílica, deve-se considerar a possibilidade da formação de uma camada impermeável devido a decomposição da matéria orgânica contida na biomanta e da cera presente nos filamentos de juta. O solo, ao adquirir características hidrofóbicas, passa a ter um aumento do escoamento superficial. No entanto, no caso da biomanta, o escoamento superficial ocorre em uma velocidade menor pelo fato do geossintético reduzir o impacto com que a gota de chuva atinge a superfície do solo. Desta forma, deve-se considerar que em dias de chuvas intensas pode ocorrer um pequeno deslocamento de agregados, mesmo com a aplicação da biomanta.

A análise da microtopografia confirmou o potencial da biomanta de juta na proteção do solo contra os processos erosivos, além de permitir verificar os pontos mais afetados pela erosão. É possível concluir então que a irregularidade do talude foi um agravante para o

aumento da erosão em determinados pontos de algumas parcelas, sendo uma possível solução o nivelamento da superfície antes da aplicação da biomanta.

O uso combinado do herbicida com a biomanta teve papel fundamental para o controle do crescimento da vegetação, sendo uma alternativa com um bom custo-benefício diante das práticas agressivas e que podem comprometer as propriedades do solo.

Na replicação do projeto é necessário ter o cuidado para que a biomanta seja preenchida uniformemente com o capim. Espaços vazios podem proporcionar a entrada de luz solar e facilitar a rebrota de espécies invasoras através do tecido de juta.

Por fim, em períodos de forte precipitação, é recomendado averiguar o estado do material para que seja feita a manutenção ou troca da biomanta, evitando a perda de sua eficiência.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, S.; ULLAH, T.; ZIAUDDIN. Fibers for Technical Textiles. In: AHMAD, S.; RASHEED, A.; NAWAB, Y. **Fibers for Technical Textiles**. Switzerland: Springer Nature, 2020. p. 21-47.

AHMED, Z.; HAQUE, S.; AKHTER, F.; BEGUM, M. Study of the Chemical Composition of Different Pipeline Varieties of Jute Fibres. **Pakistan Journal of Biological Science** v. 6. 2003. p. 1463-1467.

AL HOSNI, A. S.; PITTMAN, J. K.; ROBSON, G. D. Microbial degradation of four biodegradable polymers in soil and compost demonstrating polycaprolactone as an ideal compostable plastic. **Waste Management**. v. 97. Set. 2019. p. 105-114.

ÁLVAREZ-MOZOS, J.; ABAD, E.; GIMÉNEZ, R.; CAMPO, M. A.; GONI, M.; ARIVE, M.; CASALÍ, J.; DÍEZ, J.; DIEGO, I. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part 1: Effects on runoff and soil loss. **Catena**. v. 18. Jul. 2014. p.168-178.

ÁLVAREZ-MOZOS, J.; ABAD, E.; GONI, M.; GIMÉNEZ, R.; CAMPO, M. A.; DÍEZ, J.; CASALÍ, J.; ARIVE, M.; DIEGO, I. Evaluation of erosion control geotextiles on steep slopes. Part 2: Influence on the establishment and growth of vegetation. **Catena**. v. 121. Oct. 2014. p.195-203.

ASSIS, G. B.; PILON, N. A. L.; SIQUEIRA, M. F.; DURIGAN, G. Effectiveness and costs of invasive species control using different techniques to restore Cerrado grasslands. **Restoration Ecology**. v. 29. n. S1. Abr. 2021. 9 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR: ISO 10318-1: Geossintéticos – Parte 1: Termos e Definições**. Rio de Janeiro - RJ, 9 p. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNR NBR 11682: Estabilidade de Encostas.** Rio de Janeiro – RJ, 39 p. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 13600: Solo – Determinação do teor de matéria orgânica por queima a 440ºC – Método de Ensaio**. Rio de Janeiro – RJ, 2 p. 1996.

BADÍA, D.; LÓPEZ-GARCÍA, S.; MARTÍ, C.; ORTÍZ-PERPIÑÁ, O.; GIRONA-GARCÍA, A.; CASANOVA-GASCÓN, J. Burn effects on soil properties associated

to heat transfer under contrasting moisture content. **Science of The Total Environment**. v.601-602. Dez. 2017. p. 1119-1128.

BAGIO, B.; BERTOL, I.; WOLSCHICK, N. H.; SCHNEIDERS, D.; DOS SANTOS, M. A. N. Water Erosion in Different Slope Lengths on Bare Soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 41. Viçosa – MG. mar. 2017. 15 p.

BALESDENT, J.; BASILE-DOELSCH, I.; CHADOEUF, J.; CORNU, S.; DORRIEN, D.; FEKIACOVA, Z.; HATTÉ, C. Atmosphere-soil carbon transfer as a function of soil depth. **Nature**. v. 559, n. 7715. Jul. 2018. p. 599-602.

BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELLES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the Brazilian Cerrados. **Brazilian Archives of Biology and Technology.** v. 15, n. 4, Curitiba – PR, jun/ago. 2008. p. 625-631.

BEVEN, K.; GERMANN, P. Macropores and water flow in soils revisited. **Water Resources Research**. v.49, n. 6. Jun. 2013. p. 3071-3092.

BISDOM, E. B. A.; DEKKER, L. W.; SCHOUTTE, J. F. T. Water repellency of sieve fractions from sandy soils and relationships with organic material and soil structure. **Geoderma**. v. 56. 1993. p. 105-118.

BORRELLI, P.; ROBINSON, D. A.; PANAGOS, P.; LUGATO, E.; YANG, J. E.; ALEWELL, C.; WUEPPER, D.; MONTANARELLA, L.; BALLABIO, C. Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). **PNAS**. v. 117, n. 36. Set. 2020. 8 p.

BUDA, A. R. 7.7 Surface-Runoff Generation and Forms of Overland Flow. In: SHRODER, J. F. **Treatise on Geomorphology**. 1. Ed. Cambridge: Academic Press, 2013. p. 73-84.

CARNEIRO, R. F. V.; JÚNIOR, F. M. C.; PEREIRA, L. F.; ARAÚJO, A. S. F.; SILVA, G. A. Fungos micorrízicos arbusculares como indicadores da recuperação de áreas degradadas no Nordeste do Brasil. **Revista Ciência Agronômica**. v. 43, n. 4. out-dez. 2012. p. 648-657.

CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 51. n. 10. Brasília – DF. Oct. 2016. p. 1762-1772.

CARVALHO, P. A. S.; FREITAS, C. G. L.; WOLLE, C. M.; GAMA JR., G. F. C.; BARROS, J. M. C.; CUNHA, M. A.; GALVES, M. L.; PINTO, C. S.; ORLANDI, C.; CAMARGO, J. C. C.; OKAWA, M.; PRIETO, V. **Manual de Geotecnia:**

Taludes de Rodovias – Orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991. 388 p.

CHEN, J.; XIAO, H.; LI, Z.; LIU, C.; WANG, D.; WANG, L.; TANG, C. Threshold effects of vegetation coverage on soil erosion control in small watersheds of the red soil hilly region in China. **Ecological Engineering**. v. 132. Jul. 2019. p. 109-114.

CHEN, S.; WANG, W.; XU, W.; WANG, Y.; WAN, H.; CHEN, D.; TANG, Z.; TANG, X.; ZHOU, G.; XIE, Z.; ZHOU, D.; SHANGGUAN, Z.; HUANG, J.; HE, J-S.; WANG, Y.; SHENG, J.; TANG, L.; LI, X.; DONG, M.; WU, Y.; WANG, Q.; WANG, Z.; WU, J.; CHAPIN 3rd, F. S.; BAI, Y. Plant diversity enhances productivity and soil carbon storage. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. v. 115, n. 16. Abr. 2018. p. 4027-4032.

DA SILVA, A. M.; MORADI, E.; RODRIGO-COMINO, J.; CERDÀ, A. Spatial variability of soil roughness in persimmon plantations: A new combined ISUM (improved stock unearthing method) approach. **Ecological Indicators**. v. 106. Nov. 2019a. 7 p.

DA SILVA, A. M.; NASCIMENTO, L. R.; ALDEA, M.; VIEIRA, M. Z.; ROQUE, C. D. Assessing the relations among the features of the land cover and of the soil on the soil-water interactions through a functional eco-hydrological indicator. **Ecological Indicators**. v. 104. Set. 2019b. p. 59-66.

DA SILVA, L. M. I.; DA SILVA, M. J.; ROCHA, J. S.; BIANCHINI, E.; PIMENTA, J. A.; STOLF-MOREIRA, R.; OLIVEIRA, H. C. Potential allelopathic effect of *Brachiaria decumbens* root exudates on neotropical tree seedlings. **Theoretical and Experimental Plant Physiology.** v. 29. 2017. p. 177-186.

DHALIWAL, J. S. Natural Fibers: Applications. In: ABBAS, M.; JEON, H.-Y. **Generation, Development and Modifications of Natural Fibers**. London: IntechOpen, 2020. p. 1-23.

DINGMAN, L. S. **Physical Hydrology.** 3ª Ed. Waveland Press. 2015. 643 p.

DOWNEY, P.; RICHARDSON, D. M. Alien plant invasions and native plant extinctions: a six-threshold framework. **AoB PLANTS**. v. 8. Jul. 2016. 21 p.

DYBZINSKI, R.; FARGIONE, J. E.; ZAK, D. R.; FORNARA, D.; TILMAN, D. Soil fertility increases with plant species diversity in a long-term biodiversity experiment. **Oecologia**. v. 158. Nov. 2008. p. 85-93.

DYMOV, A. A.; MILANOVSKII, E. Y.; KHOLODOV, V. A. Composition and Hydrophobic Properties of Organic Matter in the Densimetric Fractions of Soils from the Subpolar Urals. **Eurasian Soil Science**. v. 48, n.11. 2015. p. 1212-1221.

EKHOLM, P.; LEHTORANTA, J. Does control of soil erosion inhibit aquatic eutrophication? **Journal of Environmental Management**. v. 93, n. 1. jan. 2012. p. 140-146.

ENVIRONMENT AGENCY. **Think Soils Manual**. In: Identifying soil structural problems in the field. 2007. p. 55-101.

ERCOLI, R. F.; MATIAS, V. R. S.; ZAGO, V. C. P. Urban Expansion and Erosion Processes in an Area of Environmental Protection in Nova Lima, Minas Gerais State, Brazil. **Frontiers in Environmental Science**. Belo Horizonte, MG. Jun. 2020. 16 p.

ERICKSON-PAZ, F.; FLOR-PAZ, P.; ALMANZOR, N.; MARCOS, M. C. M. Performance evaluation of soil erosion control geotextile materials on road cut slope. *In Proceedings*: **The 2018 World Congress of Advances in Civil, Environmental, & Materials Research**, 18., 2018, Songdo Convensia, Icheon, Coreia. Ago. 2018. 13 p.

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SOROCABA (FATEC). **Campus**. 2020. Disponível em: <http://www.fatecsorocaba.edu.br/campus.asp>. Acesso em: 14 de set. de 2020.

FAKHARI, M. A.; LOTFALIAN, M.; HOSSEINI, S. A.; DARVISHAN, A. K. Using Wood-Shred, Rice-Straw and Brush-Wood-Dams with Planting Seedings to Runoff and Erosion Control in a Forest Road Fill Slope. **Croatian Journal of Forest Engineering**. v. 40, n. 2. 2019. p. 327-339.

FANGUEIRO, R.; PEREIRA, C. G.; DE ARAÚJO, M. Applications of polyesters and polyamides in civil engineering. In: **Polyesters and Polyamides**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2008. p.542-592.

FERGUSON, J. J.; RAHINASABAPATHI, B.; CHASE, C. A. **Allelopathy: How Plants Suppress Other Plants. 1 Nature of Allelopathy**. University of Florida. Jul. 2016. p. 1-5.

FERNÁNDEZ-RAGA, M.; PALENCIA, C.; KEESSTRA, S.; JORDÁN, A.; FRAILE, R.; ÂNGULO-MARTÍNEZ, M.; CERDÀ, A. Splash erosion: A review with unanswered questions. **Earth-Science Reviews**. v. 171. Ago. 2017. p. 463-477.

FERREIRA, E. V. R.; FRANCO, S. P. B.; SANTOS, A. F.; SOUZA, R. C. Atividade alelopática da vassourinha (*Scoparia dulcis L.*) na germinação de plantas invasoras. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias.** Recife, v. 15, n. 2. 2020. 7 p.

FIDELIS, M. E. A.; PEREIRA, T. V. C.; GOMES, O. F. M.; SILVA, F. A.; FILHO, R. D. T. The effect of fibre morphology on the tensile strength of natural fibres. **Journal of Materials Research and Technology.** v. 2, n. 2, abr./jun. 2013. p. 149-157.

FINCH, H. J. S.; SAMUEL, A. M.; LANE, G. Soils, and soil management. In: Lockhart and Wiseman's Crop Husbandary Including Grassland. **Environmental Science**. 9. Ed. Sawston, Cambridge: Woodhead Publishing, 2014. p. 37-62.

FOURIE, M. **What can electrical conductivity tell us abou tour soil?** 2020. Disponível em: <http://traceandsave.com/what-can-electrical-conductivity-tell-us-about-our-soil/>. Acesso em: 01 de jun. de 2020.

GUANGREN, S. **Data Mining and Knowledge Discovery for Geoscientists. In: 8. Kriging**. Elsevier. 2014. p. 238-274.

GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Org). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. 2ª Ed. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2005. 340 p.

GUO, J.-J.; HUANG, X.-P..; XIANG, L.; WANG, Y.-Z.; LI, Y.-W.; CAI, Q.-Y.; MO, C.-H.; WONG, M.-H. Source, migration, and toxicology of microplastics in soil. **Envinronment International**. v. 137. Abr. 2020. 13 p.

HAGNER, M.; MIKOLA, J.; SALONIEMI, I.; SAIKKONEN, K.; HELANDER, M. Effects of glyphosate-based herbicide on soil animal trophic groups and associated ecosystem functioning in a northern agricultural field. **Scientific Reports**. v. 9. Jun. 2019. 13 p.

HALECKI, W.; KRUK, E.; RYCZEK, M. Loss of topsoil and soil erosion by water in agricultural areas: A multicriteria approach for various land use scenarios in the western Carpathians using a SWAT model. **Land Use Policy**. v. 73. 2018. p. 363-372.

HAO, L. C.; SAPUAN, S. M.; HASSAN, M. R.; SHELTAMI, R. M. Natural fiber reinforced vinyl polymer composites. In: **Natural Fibre Reinforced Vinyl Ester and Vinyl Polymer Composites**. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018. p. 27-70.

HERMANSEN, C.; MOLDRUP, P.; MÜLLER, K.; JENSEN, P. W.; VAN DEN DIJSSEL, C.; JEYAKUMAR, P.; JONGE, L. W. Organic carbon content control the severity of water repellency and the critical moisture level across New Zeland pasture soils. **Geoderma**. v. 338. Mar. 2019. p. 281-290.

HILEL, D. 11. – Soil fertility and plant nutrition. In: **Soil in the Environment**. 1 ed. Massachusetts, Cambridge: Academic Press, 2008. p. 151-162.

HODAKEL, B. **What is Jute Fabric: Properties, How its Made and Where?** 2020. Disponível em: < https://sewport.com/fabrics-directory/jute-fabric>. Acesso em: 26 de nov. de 2020.

HOLANDA, M. A. C. R.; SOARES, W. A. Analysis of the effect of impermeability of urban soil on the infiltration of rainwater in the city of Recife, PE. **Revista Ambiente & Água**. v. 14, n. 4. Taubaté – SP, 2019. 10 p.

HORTON, R. E. An approach toward a physical interpretation of infiltration-capacity. **Soil Science Society of America Journal**. v. 5, n. C. Jan. 1941. p. 399-417.

HUANG, Y. L.; YANG, S.; LONG, G. X.; ZHAO, Z. K.; LI, X. F.; GU, M. H. Manganese Toxicity in Sugarcane Plantlets Grown on Acidic Soil of Southern China. **PLOS ONE**. v. 11. n. 3. Mar. 2016. 18 p.

ILHA, R. **Escoamento Superficial e Infiltração de Água no Solo em Sistema Plantio Direto com "Vertical Mulching"**. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria, RS, 2018.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Informações Sobre Interpretação de Análise de Solo**. 2020. Disponível em: < http://www.iac.sp.gov.br/produtoseservicos/analisedosolo/interpretacaoanalise.php#:~:text=Mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica%20e%20argila&text=O%20teor%20de%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica%20%C3%A9%20%C3%BAtil%20para%20dar%20id%C3%A9ia,g%2Fdm3%20para%20solos%20argilosos.>. Acesso em 28 de dez. de 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normal Climatológica do Município de Sorocaba de 1981-2010**. 2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/?r=clima/normaisclimatologicas>. Acesso em: 30 de ago. de 2020.

JANSON, L.; VON WILPERT, K.; HARTMANN, P. Natural Recovery and Liming Effects in Acidified Forest Soils in SW-Germany. **Soil Systems**. v. 4. n. 3. 30 de jun. 2020. 38 p.

KALIBOVÁ, J.; JACKA, L.; PETRU, J. The effectiveness of jute and coir blankets for erosion control in different field and laboratory conditions. **Solid Earth**. v. 7, Mar. 2016. p. 469-479.

KALISZ, S.; KIVLIN, S. N.; BIALIC-MURPHY, L. Allelopathy is pervasive in invasive plants. **Biological Invasions**. v. 23. Fev. 2021. p. 367-371.

KEESSTRA, S. D.; RODRIGO-COMINO, J.; NOVARA, A.; GIMÉNEZ-MORERA, A.; PULIDO, M.; DI PRIMA, S.; CERDÀ, A. Straw mulch as a sustainable solution to decrease runoff and erosion in glyphosate-treated clementine plantations in Eastern Spain. An assessment using rainfall simulation experiments. **Catena**. v. 174. Mar. 2019. p. 95-103.

KHAN, A. J. **Efficacy of jute geotextiles for hill slope erosion control, rural road construction and river bank protection**. 6ª Asian Regional Conference on Geosynthetics for Infrastructure Development. New Delhi, India. Nov, 2016. p. 689-695.

KOERNER, R. M.; HSUAN, Y. G.; KOERNER, G. R. Lifetime predictions of exposed geotextiles and geomembranes. **Geosynthetics International**. v. 24, n. 2. Mai. 2017. p. 198-212.

KUMAR RAI, P.; SINGH, J. S. Invasive alien plant species: Their impact on environment, ecosystem services and human health. **Ecological Indicators**. v. 111. Abr. 2020. 20 p.

LI, X.; NIU, J.; XIE, B. The Effect of Leaf Litter Cover on Surface Runoff and Soil Erosion in Northern China. **PLOS ONE**. v. 9. n. 9. Set. 2014. 15 p.

LIU, X.; LI, H.; ZHANG, S.; CRUSE, R. M.; ZHANG, X. Gully Erosion Control Practices in Northeast China: A Review. **Sustainability**. MDPI, Open Access Journal. v. 11, n. 18. Set. 2019. p. 1-16.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e Adaptação. 2.ed. Piracicaba, POTAFOS, 1998. 177 p.

LUTGEN, A.; JIANG, G.; SIENKIEWICZ, N.; MATTERN, K.; KAN, J.; INAMDAR, S. Nutrients and Heavy Metals in Legacy Sediments: Concentrations, Comparisons with Upland Soils, and Implications for Water Quality. **Journal of The American Water Resources Association**. 2020. p. 1-23.

MAIA, C. M. B. F.; DEDECEK, R.; MALUCELLI, C. S. **Identificação de Repelência à Água em Solos sob Plantios Florestais**. Colombo, PR: EMBRAPA FLORESTAS. Dez. 2005. 6 p. (EMBRAPA FLORESTAS. Comunicado Técnico, 147).

MANIVANNAN, S.; KHOLA, O. P. S.; KANNAN, K.; CHOUDHURY, P. K.; KASTHURI-THILAGAM, V. Efficacy of open weave jute geotextiles in controlling soil erosion and its impact on hill slope stabilization. **Indian Journal of Agricultural Sciences**. v. 88, n. 5. Mai. 2018. p. 679-684.

MAO, J.; NIEROP, K. G. J.; DEKKER, S. C.; DEKKER, L. W.; CHEN, B. Understanding the mechanisms of soil water repellency from nanoscale to ecosystem scale: a review. **Journal of Soils and Sediments**. v. 19. 2018. p. 171-185.

MAYER, M.; PRESCOTT, C. E.; ABAKER, W. E. A.; AUGUSTO, L.; CÉCILLON, L.; FERREIRA, G. W. D.; JAMES, J.; JANDL, R.; KATZENSTEINER, K.; LACLAU J.; LAGNIÈRE, J.; NOUVELLON, Y.; PARÉ, D.; STANTURF, J. A.; VANGUELOVA, E. I.; VESTERDAL, L. Tamm Review: Influence of forest management activities on soil organic carbon stocks: A knowledge synthesis. **Forest Ecology and Management**. v. 466. 15 de jun. de 2020. 25 p.

MENDES, P. B. **Análise comparativa de elementos de bioengenharia no controle do processo erosivo de um talude de alta inclinação em um curto período de tempo**. 2018. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba – SP, 2018.

MIELKI, G. F. **Disponibilidade de ferro em solos tropicais e sua absorção pela planta**. 2014. 35 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2014.

MIELNIK, L.; HEWELKE, E.; WEBER, J.; OKTABA, L.; JONCZAK, J.; PODLASIŃSKI, M. Changes in the soil hydrophobicity and structure of humic substances in Sandy soil taken out of cultivation. **Agriculture, Ecosystems & Environment**. v. 319. 2021. 10 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Phosphorus. In: **Principles of Plant Nutrition**. 5.ed. Holanda: Springer Netherlands, 2001. p. 453-479.

MESKHAT, M.; AMANIAN, N.; TALEBI, A.; KIANI-HARCHEGANI, M.; RODRIGO-COMINO, J. Effects of Roughness Coefficients and Complex Hillslope Morphology on Runoff Variables under Laboratory Conditions. **Water**. v. 11, n. 12. 2019. p. 1-15.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V. Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos. **CES Revista**. v. 24. Juíz de Fora – MG. 2010. p. 13-30.

MORENO, M. M. T. **Argilas: Composição Mineralógica, Distribuição Granulométrica e Consistência de Pastas**. 2012. 125 f. Tese (Livre-docente em Argilas para

Cerâmica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro – SP, 2012.

MORFORD, S. L.; HOULTON, B. Z.; DAHLGREN, R. A. Increased Forest ecosystem carbon and nitrogen storage from nitrogen rich bedrock. **Nature**. v. 477. Set. 2011. p. 78-84.

MORVAN, X.; NAISSE, C.; ISSA, O. M.; DESPRATS, J. F.; COMBAUD, A.; CERDAN, O. Effect of ground-cover type on surface runoff and subsequent soil erosion in Champagne vineyards in France. **Soil Use and Management**. v. 30. n. 3. set. 2014. p. 372-381.

MOURA, A. S. **Hidrofobicidade em solos arenosos e argilosos sob diferentes usos na região semiárida de Pernambuco**. 2018. 55 f. Dissertação (Mestre em Produção Agrícola) – Universidade Federal Rural de Pernambuco – Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns – PE, 2018.

MOURA, J. M. B. M.; LOEWEN, A. R.; AUMOND, J. J. Obras de contenção de encostas em Blumenau-SC: olhares à luz da engenharia natural. **RA’EGA**. v. 45, n.1. Curitiba-PR. Dez. 2018. p. 27-44.

NATIONAL COUNCIL FOR AIR AND STREAM IMPROVEMENT. Inc. (NCASI). **Effects of Heavy Equipment on Physical Properties of Soils and on Long-Term Productivity: a Review of Literature and Current Research**. Technical Bulletin nº 887. Research Triangle Park, N. C.: National Council for Air and Stream Improvement. 2004.

NAYAKEKORALE, H. B. Soil Degradation. In: MAPA, R. B. **The Soils of Sri Lanka: World Soils Book Series**. 1.ed. Switzerland: Springer Nature, 2020. p. 103-118.

NUÑEZ, M. A.; CHIUFFO, M. C.; TORRES, A.; PAUL, T.; DIMARCO, R. D.; RAAL, P.; POLICELLI, N.; MOYANO, J.; GARCÍA, R. A.; WILGEN, B. W.; PAUCHARD, A.; RICHARDSON, D. M. Ecology and management of invasive Pinaceae around the world: progress and challenges. **Biological Invasions**. v. 19, n. 11. Jun. 2017. p. 3099-3120.

OLIVEIRA, I. R. C. **Propriedades mecânicas, físicas e químicas de compósitos cimentícios reforçados com fibras longas de juta e de malva**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

OLIVEIRA, J. T.; ROQUE, C. G.; TEODORO, P.; MONTANARI, R. Spatial variability of irrigated common bean yield correlated with the fertility of a Sandy soil. **Engenharia Agrícola (Online)**. v. 40. n. 5. 2020. p. 645-656.

OMAR, R. C.; TAHA, H.; ROSLAN, R.; BAHARUDDIN, I. N. Z. Geotextile from pineapple leaves and bio-grout for slope stabilization and erosion control. **International Journal of GEOMATE**. v. 17, n. 60. Ago. 2019. p. 219-224.

OSMAN, K. T. **Management of Soil Problems – Sandy Soils**. Germany: Springer. 1st ed. 2018. 494 p.

PARK, S.-I.; YANG, H. I.; PARK, H.-J.; SEO, B.-S.; JEONG, Y.-J.; LIM, S.-S.; KWAK, J.-H.; KIM, H.-Y.; YOON, K.-S.; LEE, S.-M.; CHOI, W.-J. Rice straw cover decreases soil erosion and sediment-bound C, N, and P losses but increases dissolved organic C export from upland maize fields as evidenced by $\delta^{13}C$. **Science of the Total Environment**. v. 753. Set. 2020. 11 p.

PAVAO-ZUCKERMAN, M. A. Soil Ecology. In: FATH, B. **Encyclopedia of Ecology**. 2nd ed. v. 3. Netherlands: Elsevier. 2019. p. 600-605.

PAPIEROWSKA, E.; MATYSIAK, W.; SZATYLOWICKZ, J.; DEBAENE, G.; URBANEK, E.; KALISZ, B.; LACHACZ, A. Compatibility of methods used for soil water repellency determination for organic and organo-mineral soils. **Geoderma**. v. 314. 2018. p. 221-231.

PEOPLES, M. B.; RICHARDSON, A. E.; SIMPSON, R. J; FILLERY, I. R. P. **Soil: Nutrient Cycling**. 2014. p. 197-210.

PRAMBAUER, M.; WENDELER, C.; WEITZENBOCK, J.; BURGSTALLER, C. Biodegradable geotextiles – An overview of existing and potential materials. **Geotextiles and Geomembranes**. v. 47, n. 1. Fev. 2019. p. 48-59.

RAHMA, A. E.; WARRINGTON, D. N.; LEI, T. Efficiency of wheat straw mulching in reducing soil and water losses from three typical soils of the Loess Plateau, China. **International Soil and Water Conservation Research**. v.7. ago. 2019. p. 335-345.

RICKSON, R. J. Controlling sediment at source: an evaluation of erosion control geotextiles. **Earth Surface Processes and Landforms**. v. 31. 2006. p. 550-560.

RODRIGO-COMINO, J.; GIMÉNEZ-MORERA, A.; PANAGOS, P.; POURGHASEMI, H. R.; PULIDO, M.; CERDÀ, A. The potential of straw mulch as a nature-based solution in olive groves treated with glyphosate. A biophysical and socio-economic assessment. **Land Degradation & Development**. v. 31. n. 15. Set. 2020. p. 1877-1889.

ROMEO, F.; MARZILLIANO, P. A.; TURRÍON, M. B.; MUSCOLO, A. Short-term effects of different fire severities on soil properties and *Pinus halepensis* regeneration. **Journal of Forestry Research**. v. 31. 2020. p. 1271-1282.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 1 ed. Campinas, SP: EMBRAPA Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 8).

RUIZ-COMENERO, M.; BIENES, R.; ELDRIDGE, D. J.; MARQUES, M. J. Vegetation cover reduces erosion and enhances soil organic carbono in a vineyard in the central Spain. **Catena**. v. 104. Mai. 2013. p. 153-160.

SANTOS, C. H. **Alterações no estoque de carbono, na dinâmica da matéria orgânica e dos atributos químicos e físicos induzidos por diferentes usos dos solos de Colorado do Oeste-RO**. 2008. 76 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Mato Grosso – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Cuiabá – MT, 2008.

SANTOS, H. G.; ZARONI, M. J. **Saturação por Bases**. 2020. Disponível em: < https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONTAG01_21_2212200611544.html#:~:text=Refere%2Dse%20%C3%A0%20propor%C3%A7%C3%A3o%20de,a%2050%25%20(Distr%C3%B3fico) >. Acesso em: 20 de set. 2020.

SANTOS, N. S. **Prospecção da cadeia das fibras amazônicas: manutenção ou extinção?** 2018. 171 f. Tese (Doutorado em Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônica Legal) – Universidade Federal do Amazonas – Universidade do Estado do Amazonas, Manaus – AM, 2018.

SANYAL, T. Jute, Jute Fiber, and Jute Yarn. In: **Jute Geotextiles and their Applications in Civil Engineering**. 1.ed. Singapore: Springer Nature, 2017. p. 7-17.

SELONEN, S.; DOLAR, A.; KOKALJ, A. J.; SKALAR, T.; DOLCET, L. P.; HURLEY, R.; VAN GESTEL, C. A. M. Exploring the impacts of plastic in soil – The Effects of polyester textile fibers on soil invertebrates. **Science of The Total Environment**. v. 700. n. 15. Jan. 2020. 34 p.

SCHAETZL, R.; ANDERSON, S. J.; THOMPSON, M. L. **Soils: Genesis and Geomorphology**. 2 ed. England: Cambridge University Press, 2015. 795 p.

SLENICKA, P.; ZOUHAR, J.; MOLNAROVA, K. J.; VLASAK, J.; KOTTOVA, B.; PETRZELKA, P.; GEBHART, M.; WALMSLEY, A. Trends of soil degradation:

Does the socio-economic status of land owners and land users matter? **Land Use Policy**. v. 95. Jun. 2020. 8 p.

SMITH, W. S.; JUNIOR, V. D.; CARVALHO, J. L. **Biodiversidade do Município de Sorocaba**. Sorocaba, SP: Prefeitura Municipal de Sorocaba, Secretaria do Meio Ambiente, 2014. 272 p.

SOIL QUALITY. **Infiltration**, 2020. Disponível em: <http://soilquality.org/indicators/infiltration.html>. Acesso em: 24 de nov. de 2020.

SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. **What is Soil Science?**, 2020. Disponível em: < https://www.soils.org/about-soils>. Acesso em: 21 de set. 2020.

TA, N.; ZHANG, C.; DING, H. ZHANG, Q. Effect of tillage, slope, and rainfall on soil surface microtopography quantified by geostatistical and fractal índices during sheet erosion. **Open Geosciences**. v. 12, n.1. Jan. 2020. p. 232-241.

TEIXEIRA, N. C.; GUIMARÃES, C. D. C. Métodos de contenção e estabilização de processos erosivos avançados e voçorocas no Brasil. **Saberes Interdisciplinares**. v. 5, n. 10. Dez. 2017. p. 73-92.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise do Solo**. 3. Ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: EMBRAPA, 2017. 573 p.

THE UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Rangeland Soil Quality – Water Erosion**. Mai. 2001 (Soil Quality Information Sheet, 9).

THE UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **Soil Quality Indicators – Bulk Density**. Jun. 2008 (Soil Quality Physical Indicator Information Sheet Series).

THIÉBAUT, G.; TARAYRE, M.; RODRÍGUEZ-PÉREZ, H. Allelopathic Effects of Native Versus Invasive Plants on One Major Invader. **Frontiers in Plant Science**. v. 10. Jul. 2019. p. 854-881.

THOMPSON, S. E.; KATUL, G. G.; PORPORATO, A. Role of microtopography in rainfall-runoff partitioning: An analysis using idealized geometry. **Water Resources Research**. V. 46. Jul. 2010. 11 p.

TSUCHIYA, L. H. **Eficácia do uso integrado de duas técnicas de conservação e recuperação de solos (mulch e hidrossemeadura): comparação de perdas de solo e da dinâmica da matéria orgânica do solo**. 2017. 45 f. Trabalho de Graduação (Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Sorocaba-SP, 2017.

VANNOPPEN, W.; DE BAETS, S.; KEEBLE, J.; DONG, Y.; POESEN, J. How do root and soil characteristics affect the erosion-reducing potential of plant species? **Ecological Engineering**. v. 109-B. Dez. 2017. p. 186-195.

VILLAR, M. L. P. **Manual de Interpretação de Análise de Plantas e Solos e Recomendação de Adubação**. Cuiabá: EMPAER, 2007. 182 p. (EMPAER-MT, Série Documentos, 35).

WAGNER, S. C. Biological Nitrogen Fixation. **Nature Education Knowledge**. v. 3. n. 10. 2011.

WAGNER, V.; ANTUNES, P. M.; IRVINE, M.; NELSON, C. R. Herbicide usage for invasive non-native plant management in wildland areas of North America. **Journal of Applied Ecology**. v. 54, n. 1. Fev. 2017. p. 198-204.

WARING, R. H.; RUNNING, S. **Forest Ecosystems – Water Cycle**. Academic Press. 3 ed. Jul. 2007. 440 p.

WASSERMAN, J. C.; CARVALHO, A. C.; DA SILVA, K. M.; VICENTE, M. C.; GUIMARÃES, T. C. S. M. A qualidade da água e as mortandades de peixes na laguna de Araruama. **Engenharia e Ciências Ambientais: Contribuições à Gestão Ecossistêmica**. Rio de Janeiro – RJ: Editora Essentia, 2019. p. 222-244.

WEIDLICH, E. W. A.; FLÓRIDO, F. G.; SORRINI, T. B.; BRANCALION, P. H. S. Controlling Invasive Plant Species in Ecological Restoration: A global review. **Journal of Applied Ecology**. v. 57, n. 9. Set. 2020. p. 1806-1817.

ZUAZO, V. H. D.; PLEGUEZUELO, C. R. R. Soil-erosion and runoff prevention by plant covers. A review. **Agronomy for Sustainable Development**. v. 28. Mar. 2008. p. 65-86.

ZUMSTEIN, M. T.; SCHINTLMEISTER, A.; NELSON, T. F.; BAUMGARTNER, R.; WOEBKEN, D.; WAGNER, M.; KOHLER, H.-P. E.; MCNEILL, K.; SANDER, M. Biodegradation of synthetic polymers in soils: Tracking carbon into CO_2 and microbial biomass. **Science Advances**. v. 4, n. 7. Jul. 2018. 9 p.