



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

PETER JOHN DUMAS

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREAS DE MATA
NATIVA E CULTIVADA COM MELOEIRO**

MOSSORÓ

2019

PETER JOHN DUMAS

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREAS DE MATA
NATIVA E CULTIVADA COM MELOEIRO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

D394r Dumas, Peter John.
Resistência mecânica do solo à penetração em
áreas de mata nativa e cultivada com meloeiro /
Peter John Dumas. - 2019.
35 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2019.

1. Manejo do solo. 2. Conservação. 3.
Semiárido. I. Gurgel, Prof. Dr. Marcelo Tavares ,
orient. II. Título.

**RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREAS DE MATA
NATIVA E CULTIVADA COM MELOEIRO**

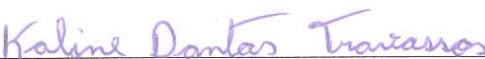
Monografia apresentada a Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Defendida em: 29 / 02 / 2 019.

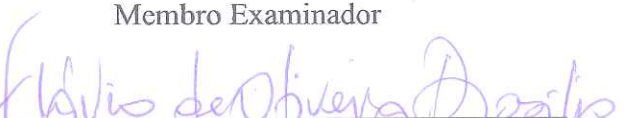
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcelo Tavares Gurgel (UFERSA)
Presidente



Dra. Kaline Dantas Travassos (UFERSA)
Membro Examinador



MSc Flavio De Oliveira Bastos (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico

Ao meu pai, Félix Dumas, por tudo que ele representa na minha vida. À minha mãe, Evitha Célistaint, e aos meus irmãos, Fedeline, Marmara, Finedia, Menardson e Félix, por todo apoio e incentivo, mesmo de longe me dão todo apoio.

AGRADECIMENTOS

Grato a Deus o todo poderoso que sempre está comigo, sempre coloca e ilumina novos caminhos. Obrigado a todos que participam de forma direto ou indireto nesta conquista.

Um grande agradecimento a minha família. Meu pai Félix Dumas, um pai excepcional a minha mãe Evitha Célistaint, a melhor mãe do mundo, sempre estar ao meu lado, acredita nas minhas capacidades. Aos meus irmãos Fedeline, Marmara, Finedia, Menardson e Félix por tudo amor e apoio quando preciso.

Aos meus sobrinhos Djossamy e Neyssa, tio ama muito. Aguardando o grande dia para nós encontrarmos pela primeira vez.

Ao meu primo que amo muito Petervens Dumas, está presente comigo durante esse período no Brasil.

Ao meu tio Anselme *In memoriam*, nunca pensei que fosse pela última vez que a gente ia se ver no aeroporto, eu sinto muito saudade do senhor. A minha madrina Williana, minhas primas, Daphné, Finedjy que torcem por mim.

Um grantidão especial para minhas tias, Rosenie, Henriete, Junie que sempre me apoio, me liguem para me reconfortar.

Ao meu orientador Marcelo Tavares Gurgel, muito obrigado por toda sabedoria transmitida.

Ao grupo de pesquisa, Flávio, Claudione, João Paulo, Jonas por toda parceria.

Aos meus companheiros da casa 15 pelo apoio durante todo esse período.

Não poderia deixar de agradecer a Turma Agronomia 2014.1.

Aos meus amigos, em especial Francisco W., Mariana, Moisés, Dário, os nossos incríveis momentos tristes e felizes juntos ficam no meu coração.

Meus amigos queridos Jayne, Gurgel e Helena sempre vou lembrar das nossas noites juntos estudando e os café que tomamos juntos.

Agradeço ao membro da PROAE que me acompanha durante o estudo.

Todos que eu não citei, saibam que quão importante vocês são para mim.

É uma disciplina que promove, com visão integrada, o gerenciamento e o compartilhamento de todo o ativo de informação possuído pela empresa. Esta informação pode estar em um banco de dados, documentos, procedimentos, bem como em pessoas, através de suas experiências e habilidades.

Gartner Group

RESUMO

As características físicas do solo são de facilmente modificação pelo manejo de solo e cultivos agrícolas. Assim, o presente trabalho teve com objetivo avaliar resistência mecânica do solo à penetração de raízes em mata nativa e quando cultivado com meloeiro. A coleta foi procedida em uma área 100 X 100 m, e em cada 20 X 20 m da parcela. No campo os pontos foram alocados e coletas de solo em uma profundidade de 0-10; 10-20; 20-30; 30-40 cm. Foram analisados os seguintes atributos físicos: a distribuição de tamanho de partículas (areia, silte, argila), umidade gravimétrica, a densidade de partícula, a matéria orgânica e resistência mecânica de solo a penetração. As amostras de resistência de solo a penetração foram coletadas em uma malha de 87 pontos não regular para a área sob cultivo do melão em malha não regular de 8 pontos para a área de mata. A seguir foi empregada a técnica de geoestatística para interpolação dos dados e elaboração de mapas de isovalores e de semivariograma para variável exponencial. As médias obtidas na estatística descritiva e espacial para a índice de cone na Área Cultivada e na Área de Mata Nativa foram classificadas de média a moderada. Ao se avaliar o uso de semivariograma, constatou-se que nas variáveis estudadas ocorreram dependência espacial médio e moderada, essa característica permitiu estimar valores para locais não amostrados minimizando os erros associados à estimativa. Nas duas áreas estudadas não houveram adensamento suficiente para prejudicar o crescimento radicular.

Palavras-chave: Manejo do solo. Conservação. Semiárido.

ABSTRACT

The physical characteristics of the soil are easily modified by the management of soil and agricultural crops. Thus, the present work had the objective of evaluating soil mechanical resistance to root penetration in native forest and when cultivated with melon. The collection was carried out in an area 100 X 100 m, and every 20 X 20 m of the plot. In the field the points were allocated and soil collections in a depth of 0-10; 10-20; 20-30; 30-40 cm. The following physical attributes were analyzed: particle size distribution (sand, silt, clay), gravimetric moisture, particle density, organic matter and soil mechanical resistance to penetration. The soil penetration resistance samples were collected in a non-regular 87-point mesh for the area under melon cultivation in a non-regular mesh of 8 points for the forest area. Next, a geostatistical technique was used for data interpolation and isovalues and semivariogram mapping for exponential variables. The averages obtained in the descriptive and spatial statistics for the cone index in the Cultivated Area and in the Mata Nativa Area were classified as medium to moderate. When evaluating the use of semivariogram, it was verified that in the studied variables there was a moderate and moderate spatial dependence, this characteristic allowed to estimate values for non-sampled sites, minimizing the errors associated to the estimate. In the two studied areas there was not enough density to impair root growth.

Keywords: Soil management. Conservation. Semiarido.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Localização da pesquisa no Município de Upanema/RN.....	20
Figura 2	–	Distribuição dos pontos de RSP na área cultivada com melão (A) e distribuição de pontos de RSP na área de mata nativa (B).....	21
Figura 3	–	Mapa de faixas críticas de resistência a penetração em Área Cultivada (A) e na Área de Mata Nativa (B).....	25
Figura 4	–	Gráfico de Resistência a Penetração em Área Cultivada (A) e na Área de Mata Nativa (B).....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Estatística descritiva e espacial para o IC na Área Cultivada e IC na Área de Mata Nativa, em Upanema/RN	24
Tabela 2	– Distribuição de tamanho das partículas, sua classificação textural, densidade partícula e matéria orgânica, pertencentes a área de Upanema/RN	27

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Característica botânica	15
2.2 Importância econômica	15
2.3 Manejo do solo e dos cultivos agrícolas e seus impactos sobre os atributos do solo...	16
2.4 Resistência mecânica do solo	17
2.5 Distribuição espacial e geoestatística	18
2.6 Vertissolo	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Localização e caracterização da área experimental	20
3.2. Determinações em cada área de estudo	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Estatística descritiva e espacial (geoestatística)	23
4.2 Representação espacial das RSP (geoestatística)	25
4.3 Distribuição de tamanho das partículas	26
5 CONCLUSÕES.....	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o melão (*Cucumis melo* L.) é a décima terceira fruta mais produzida e a segunda em exportação de frutas frescas (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2018). O melão é uma das principais frutas mais exportadas no Brasil, o país exporta a fruta para Holanda, Reino Unido, Espanha, Itália, Emirados Árabes, além da América Latina e América do Norte (COSTA e SOUZA, 2017; JACOMÉ, 2017). O olerícola é de grande importância econômico para o estado e da fruticultura irrigada. No primeiro semestre do ano 2017, o aumento da colheita, em relação ao mesmo período do ano passado, girou em torno de 170%, o que corresponde a uma movimentação financeira de US\$ 39,2 milhões (JOSÉ ALDENIR, 2017). Dentre da variedade das cucurbitáceas, o meloeiro é uma das culturas mais exigentes em ponto de vista de manejo (DEUS et. al., 2015). Atualmente seu cultivo desenvolveu melhor em altas temperaturas (MALLEK-AYADI et al., 2018).

A mecanização é uma das práticas mais importantes para o sistema de produção agrícola. Contudo, pode causar modificações nas características físicas do solo quando não se observa e não se efetue as devidas adaptações de acordo com os tipos de solo e uma umidade ideal no momento do preparo. O tráfego intensivo de máquinas é o principal responsável pelo aumento da densidade e resistência do solo à penetração (RESENDE SILVA et al., 2011).

A resistência do solo à penetração é o principal índice relacionado ao crescimento das plantas face à compactação, sendo determinada utilizando um penetrômetro que calcula a resistência desempenhada pelo solo a penetração de uma haste cônica, simulando a resistência do solo a penetração de raízes (ALMEIDA et al., 2012; MOLIN et al., 2012). Este índice permite avaliar o crescimento e estabelecimento das raízes das plantas, podendo ser utilizado para avaliar problemas de compactação, sendo influenciadas por vários fatores, tais como: a densidade e a umidade do solo, textura, estrutura, diversidade de sistemas radiculares nas diferentes espécies vegetais e aporte da matéria orgânica (KLEIN E LIBARDI, 2002).

O uso de geoestatística permite estudar a distribuição espacial de acordo com os resultados estruturados na variabilidade natural dos atributos avaliados, sobretudo quando se sabe que dentro do intervalo de amostragem se encontra a dependência espacial (MACHADO et al., 2007). Analisando os dados obtidos das variáveis regionalizadas de fatores ambientais, principalmente os atributos do solo, facilitando um maior capacidade e flexibilidade de tomadas de decisões e de conhecimento do campo de produção (CORÁ et al., 2004).

Diante da importância da cultura do meloeiro para o RN a necessidade de estudos a cerca da resistência do solo à penetração para um manejo adequado do solo, evitando sua

degradação com consequente compactação, que pode trazer grandes prejuízos ao desenvolvimento da cultura. Segundo Santinato (2013), a descompactação de solo pode ser feita pela técnica de subsolagem nas entrelinhas da cultura com o intuito de revolver as camadas mais compactadas facilitando assim o desenvolvimento de raízes. Esta técnica é realizada comparando número de passadas com o subsolador (uma e duas passadas) e o número de hastes (uma, duas, três e quatro) em quatro safras consecutivas em Araguari-MG. O resultado da descompactação é de suma importância para aumentar a produtividade e melhorar a qualidade dos frutos, consequentemente aumento na economia do estado.

A associação do Projeto de Assentamento e Reforma Agrária é uma organização sem fins lucrativos, fundada em 2006 por 35 agricultores/as familiares com experiências em irrigação, que integram ao Programa Nacional de Reforma Agrária PNCF, localizada na Fazenda Lagoa, zona rural do município de Upanema-RN, programa complementar à reforma agrária realizada pela Secretaria de Estado de Assuntos Fundiários e Apoio à Reforma Agrária SEARA, Governo do RN, no ano de 2007. Os agricultores e agricultoras da Associação Geraldo Messias produzem coletivamente numa área de 17,5ha de várzea derivada do subprojeto de investimento básico SIB no início da exploração agrícola além dos quintais da agrovila, irrigados e com outras atividades de potencial econômico e social que contribuem principalmente para a segurança alimentar da família como a produção das culturas de sequeiro como feijão e forrageiras, além do cultivo de hortaliças, que inclui a participação ativa das mulheres nesta atividade produtiva. Existe também a atividade pecuária com criação de pequenos animais como caprinos, ovinos, aves e bovinos. Os investimentos identificados nas áreas foram realizados através do acesso individual ao PRONAF e pontualmente SEBRAE e MDA através da Emater.

A vegetação da caatinga apresenta grande capacidade adaptativa às condições edafoclimáticas típica do Semiárido nordestino (SANTOS, W. S. et al.2017). Na área as espécies que mais se destacam são carnaubeiras (*Copernicia prunifera*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), angico (*Anadenanthera collubrina*) mofumbo (*Combretum leprosum*) e marmeleiro (*Croton sonderianus*). A atividade agrícola se baseia na prática da agricultura irrigada sendo basicamente na área coletiva da várzea, desde o início da associação. A reserva legal está bastante conservada, principalmente à margem do rio revelando sua diversidade de plantas e animais nativos.

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar resistência mecânica do solo à penetração de raízes em mata nativa e quando cultivado com meloeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Característica botânica

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma planta dicotiledônea pertence ao gênero *Cucumis* da família *Cucurbitaceae*, alguns autores defendem que originário da África e outros da Ásia. Os autores que consideram a África como centro de origem, se baseiam no seu número de cromossomos ($2n = 2x = 24$), sendo que as demais espécies de cucurbitáceas de origem africana deste gênero têm o mesmo número básico de cromossomos ($x = 12$) (KERJE E GRUM, 2000). Entretanto, aqueles que defendem a Ásia usam como principais argumentos que há uma diversidade de espécie no continente asiático. Além disso, têm sido verificados insucessos nos cruzamentos envolvendo o meloeiro e espécies do gênero *Cucumis* da África (SEBASTIAN et al., 2010). Segundo MOREIRA et al. (2009), o melão apresenta vários formatos (redondo, oval ou alongado), com diâmetro que pode variar de 20 a 25 cm, casca lisa, enrugada ou rendilhada, pesando de um a quatro quilos em média, dependendo da cultivar, a polpa apresenta coloração variável, podendo ser branca, amarelada, esverdeada, laranja ou salmão e o fruto é constituído de 90% de água e contém vitaminas A, C e E, além de sais minerais e gosto adocicado devido ao elevado teor de açúcares, que o torna apreciado pelos consumidores.

2.2 Importância econômica

O melão (*Cucumis melo* L.) é a décima terceira fruta mais produzida e segunda exportação de frutas frescas, o período de estiagem gera grandes dificuldades para a cadeia produtiva tornando a produção onerosa devido ao investimento em novas áreas e perfuração de poços fundos, apesar disso a produção da fruta no Brasil segue firme e forte (BARCELOS, Anuário Brasileiro da Fruticultura, Brasil, 2018). O Rio Grande do Norte é o principal produtor e Ceará é o maior exportador, dentre os principais desafios enfrentados por essa cultura está a seca, que contribui para a crise hídrica, comercial e logística (SEBAE; 2018). O meloeiro é uma das fontes econômicas que faz o Rio Grande do Norte, o maior estado produtor, responde por 70% do cultivo nacional de melão.

2.3 Manejo do solo e dos cultivos agrícolas e seus impactos sobre os atributos do solo

O preparo de solo para o plantio é de grande importância, tendo em vista que gera modificação nas características físicas do solo, uma vez que estes são facilmente modificadas pelos sistemas de uso e manejo. O preparo do solo deve ser feito com planejamento com boas decisões de forma a permitir boa drenagem e um melhor estabelecimento do sistema radicular.

A qualidade estrutural do solo se dá pelos arranjos das partículas numa harmonia construindo um ambiente balanceado, o manejo altera o comportamento natural que ocorre no solo (FERREIRA, 2010). Segundo Spera et al. (2009) ao estudarem atributos físicos do solo em sistemas de manejo e de rotação de culturas observou que a comparação entre os atributos físicos sob condição subtropical tem influência sobre o solo, o manejo dos atributos do solo foram marcados pelas alterações significativas sobre tudo no sistema, encontra-se a maior densidade e microporosidade em relação aos outros, principalmente com destaque na camada subsuperficial e percebe-se que os atributos físicos do solo independentemente do tipo de manejo influenciaram negativamente.

A estrutura é boa indicadora que permite determinar a sensibilidade do solo as práticas de manejo adotadas. Em geral, em solo sem qualquer tipo de intervenção humana, ou seja, mantido em estado natural, sob vegetação nativa, apresenta características físicas como estrutura, permeabilidade, densidade e porosidade adequadas ao desenvolvimento normal das plantas (ANDREOLA et al., 2000).

Num trabalho realizado por (SILVEIRA Neto et. Al., 2006) sobre efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo, a densidade, a macroporosidade e porosidade total, mostrou-se as influências dos tipos de manejo, rotação e o plantio direto com aumento da densidade e diminuição da macroporosidade e a porosidade total do solo. A matéria orgânica influencia de modo contrário com a densidade e principalmente sobre a macroporosidade do solo.

A estrutura de acordo com Stefanoski et., al (20013) são avaliadas de forma diferentes, a avaliação pode ser feita pela densidade do solo, macro e microporosidade, estabilidade de agregados, resistência à penetração e infiltração da água no solo, de outro lado a estrutura é avaliada pelos atributos que lhe dão forma, isto é, densidade do solo; geometria, tamanho e continuidade de poros; infiltração; retenção de água e aeração respectivamente.

2.4 Resistencia mecânica do solo

A compactação do solo é um processo de densificação na qual há aumento da resistência do solo, redução da porosidade, continuidade de poros, da permeabilidade e da disponibilidade de nutrientes e água. Beutler et al. (2005) num trabalho feito sobre a compactação afirmou que é ocasionado por aumento de massa por unidade de volume, causando aumento na densidade, na resistência à penetração de raízes e na microporosidade relativa, que resulta na redução linear da porosidade total e da macroporosidade.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2005) salientou que nas paredes dos poros há deposição de argila e sobre os grãos de quartzo, ocasionando um arranjo mais compacto de partículas, aumentando o adensamento das camadas subsuperficiais. Com relação a estudos feitos por Helalia et al. (1988), afirmaram que este tipo de fenômeno é mais acentuado em solo com presença de argila com maior grau de dispersão que são facilmente deslocados sob ação de chuva ou irrigação.

O excesso de tráfego de máquinas na área de cultivo em condição de umidade inadequada resulta em compressão de solo insaturado, sendo esta geralmente a principal causa de compactação de solos agrícolas (FLOWERS; LAL, 1998). Albuquerque et al. (2001) adicionaram o pisoteio animal em áreas sob integração lavoura-pecuária – ILP resultando na origem de degradação da capacidade produtiva de solos agrícolas. Segundo Braida et al., (2010), o acúmulo de matéria orgânica é de suma importância para reduzir a susceptibilidade do solo a compactação, devido a textura do solo e seus efeitos associados à retenção de água, coesão e densidade do solo, determinando a magnitude e o tipo de efeito. Ao contrário de Moreira et al. (2012), ao avaliar a densidade do solo, porosidade de aeração e a permeabilidade do solo ao ar, concluíram que, após oito anos de ILP, não se confirmou a hipótese de que o aumento do pisoteio animal diminui a porosidade do solo.

Várias pesquisas foram feitas a respeito da compactação resultando em valores críticos de resistência à penetração que variam de 1.500 KPa a 4.000 KPa (Rosolem et al., 1999); valores próximos a 2.000 KPa são, de maneira geral, aceitos como impeditivos ao crescimento radicular (Blainski et al., 2008). As práticas de manejo e de conservação do solo e da água devem ser bem planejadas e estudadas para manter ou melhorar aspectos físicos, químicos e biológicos, sem comprometer a qualidade do solo e da água.

2.5 Distribuição espacial e geoestatística

A tecnologia tem avanços crescentes na produção agrícola, a evolução da informática facilita o trabalho na agricultura, a geoestatística, instrumentos e sensores que permitem ter uma avaliação dos índices, proporcionando um novo caminho para se desenvolver uma melhor produção, conhecida como agricultura de precisão, com o objetivo de otimizar o aproveitamento de recursos e diminuir custos (Haushild, 2013). Antuniassi et al. (2008) afirmou que o uso desta tecnologia faz com que o investimento seja feito em áreas mais seguras e com maior controle sobre o crescimento e bom desenvolvimento das plantas.

Burrough et al. (1994), nas décadas de 50 e 60, os cientistas da área de solos com o avanço na teoria de estatísticas espacial começaram a perceber a potencialidade deste instrumento para o manuseio de dados quantitativos, de fácil compreensão das variabilidades de solo. A amostragem de solo é um dos procedimentos mais importantes (CHUNG et al., 1995). Em trabalho realizado por Orlando Filho (1983), –ressalta a importância de um bom plano amostral para amenizar os erros, cerca de 80 a 85% do erro total nos resultados utilizados na recomendação de fertilizantes e corretivos podem ser atribuídos à amostragem no campo e de 15 a 20% podem ser decorrentes do trabalho de laboratório.

Machado et al. (2007), a geoestatística possibilita estudar a distribuição espacial que resulta em dados fundamentados, encontrados dos atributos avaliados geralmente quando se refere da dependência espacial dentro de um intervalo de amostragem. A utilização de geoestatística facilita a análise da variabilidade espacial, proporcionando assim um melhor entendimento da área, principalmente os atributos de solo que ajudam a tomar decisões mais rápido e mais seguras (Corá et al., 2004). Salientando os estudos de forma mais aprofundados da variabilidade das propriedades do solo, mostra há limitação das ferramentas utilizadas anteriormente.

A utilização de geoestatística no campo proporciona técnicas para realização de mapas georreferenciados, pelo método de interpolação de informação utilizando os dados nos locais amostrados e modelados em um semivariograma experimental (SANTOS, 2010). A grande importância de elaborar mapas temáticos para melhor compreensão que auxiliem o melhor manejo do solo e interpretação dos atributos físicos do solo na agricultura, daí surgiu a necessidade em estudar minuciosamente a propriedade em questão (Batista, 2012).

2.6 Vertissolo

Os vertissolos apresentam como característica material mineral com horizonte vértico situado nos primeiros 100 cm a partir da superfície do solo, textura insuficiente para ser considerado um horizonte B textural. Nesse tipo de solo o teor de argila nos 20 cm superficiais tem uma quantidade no mínimo 300 g kg⁻¹ em solo misturado. Segundo Siqueira Coelho et. al., (2012) os vertissolos, são caracterizados por possuir consistência que varia de ligeiramente dura quando secos, friável a firme quando úmidos e muito plástica e muito pegajosa quando molhados, a avaliação e a detecção de camadas compactadas são de extrema necessidade, visto que esses solos são suscetíveis a mostrar densidade mais elevada. Apresentam fendas em torno de 1 cm de largura na vertical no momento em que se encontram secos, nos primeiros 30 cm de profundidade com características de duripã, o lítico fragmentado e em áreas úmidas o coeficiente de expansão linear (COLE) deve ser igual ou superior a 0,06 ou expansibilidade linear de 6 cm ou mais. As características botânicas dos vegetais arbóreos fazem com que em solos vérticos haja uma séria restrição ao crescimento e desenvolvimento, estes tipos de vegetais têm enraizamento pouco profundo, baixo ancoramento radicular há pouca eficiência na absorção de nutrientes (OLIVEIRA, 2001).

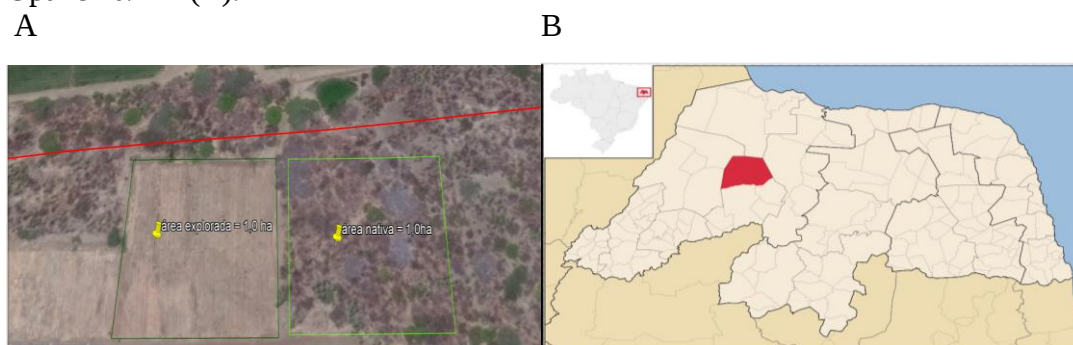
No momento que foi realizado este trabalho ainda não tinha aberto o perfil do solo do local. Geralmente os horizontes de um Vertissolos apresentam essas seguintes características que são horizontes A-Cv ou A-Biv-C, ausência de qualquer tipo de horizonte B diagnóstico acima do horizonte vértico. Os solos podem ser pouco profundos a profundos, embora ocorram também em solos rasos, microrrelevo tipo gilgai e estruturas do tipo cuneiforme inclinadas formando ângulo com a superfície horizontal. As cores características são escuras, acinzentadas, amareladas ou avermelhadas. A física do solo no estado úmido tem permeabilidade muito lenta à água. Apresentam alta capacidade de troca de cátions, alta saturação por bases (> 50%) com teores de cálcio e magnésio elevados e alta relação Ki (> 2,0) segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

O presente trabalho foi realizado em duas áreas com 1,0ha em cada área na Associação Geraldo Messias do Programa Nacional de Crédito Fundiário – PNCF (Figura 1A), em Upanema no estado do Rio Grande do Norte (5° 35' 15,48'' S e 37°17' 07,97'' W) com altitude média de 36 m (Figura 1B). Na primeira área não ocorre uso agrícola, já a segunda é cultivada com melão irrigado explorada a dez anos consecutivos. Em cada área foram realizadas as mesmas determinações de solo.

Figura 1 - Localização pesquisa, Associação Geraldo Messias (A) e Município de Upanema/RN (B).



Fonte: Google Earth (2017).

O solo do local foi classificado como VERTISSOLO constituído por material mineral, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013).

De acordo com classificação climática de Köppen o clima do município é do tipo BSw'h', caracterizado como muito quente e semiárido, com estação chuvosa delimitada nos meses de fevereiro a maio.

A vegetação predominante é a Caatinga típica do Semiárido nordestino. As espécies que mais se destacam são carnaubeiras (*Copernicia prunifera*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro*), pereiro (*Aspidosperma pyrifolium*), angico (*Anadenanthera collubrina*) mofumbo (*Combretum leprosum*) e marmeleiro (*Croton sonderianus*). A atividade agrícola se baseia na prática da agricultura irrigada sendo basicamente na área coletiva da várzea, desde o início da associação. A reserva legal está bastante conservada, principalmente à margem do rio revelando sua diversidade de plantas e animais nativos.

De acordo com o levantamento de solo realizado, constatou-se áreas planas, com declividade inferior a 1%, várzea sujeita a inundação no período chuvoso, sem problemas de erosão, constituindo fator primordial na obtenção de rendimentos elevados.

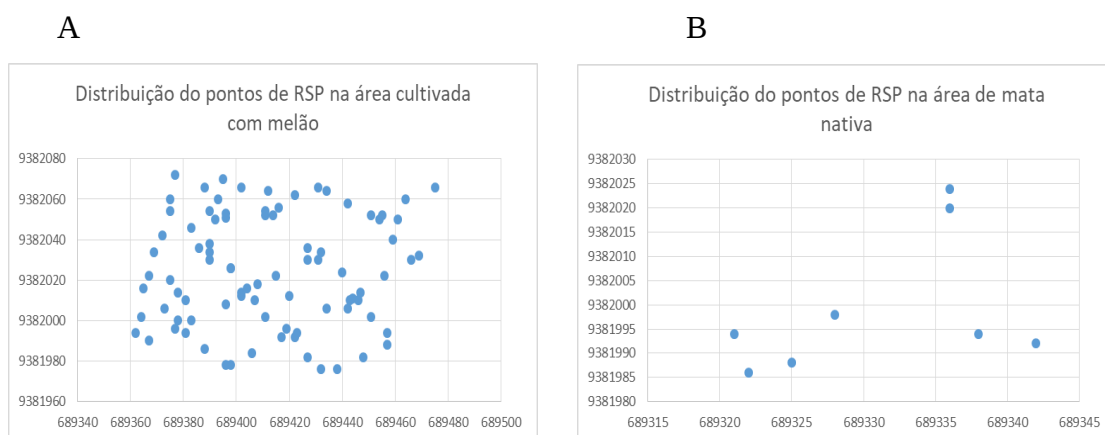
Os fatores que constituíram os tratamentos foram o uso do solo e os horizontes do perfil. Os usos avaliados foram dois: campo sem uso agrícola em que a vegetação predominante é composta por arbustos, aroeira, angico, juazeiro, mororó, bromélias e cactáceas como mandacaru e xique-xique, com uso para a exploração pecuária bovina e ovinocaprinocultura. E o solo é uma área agrícola com exploração da cultura de melão (*Cucumis melon* L.), irrigado que vem sendo realizado desde 2008, no sistema convencional com gotejamento.

O preparo do solo para o cultivo do meloeiro pelas famílias assentadas se dá de uma aração e duas gradagens (nas profundidades de 0,30 e 0,10 m, respectivamente), que são usuais para o preparo de solo nesse sistema de cultivo; na estação chuvosa, a área é mantida sob pousio, voltando a ser cultivada no final de maio e início de junho.

3.2. Determinações em cada área de estudo

A caracterização dos perfis e as amostragens foram iniciadas em fevereiro de 2018, logo após o início das chuvas para facilitar trabalho de coleta, principalmente na área sem utilização de plantio. No campo, as amostras para determinar a resistência do solo a penetração (RSP) foram coletadas em uma malha de 87 pontos não regular para a área sob cultivo do melão (Figura 2 - A) e uma malha não regular de 8 pontos para a área de mata nativa (Figura 2 - B).

Figura 2 – Distribuição dos pontos de RSP na área cultivada com melão (A) e distribuição de pontos de RSP na área de mata nativa.



A RSP foi determinada por um penetrógrafo de cone com sistema automático de medição (Solotrack da Falker) com haste de ponteira de 12,83 mm de diâmetro que suporta uma força de até 90 kgf. Essas características estão em conformidade com as normas da ASEA S.313.3 (ASAE, 2004). As leituras foram feitas com o equipamento PenetroLOG – Medidor Eletrônico de compactação do Solo e os dados coletados e armazenados de centímetro em centímetro até atingir a profundidade de 40 cm. Para RSP foi investigado o índice de cone (camada de 0 à 40 cm) no comparativo entre as área sob o cultivo do melão e área de mata nativa.

Na análise granulométrica a argila foi determinada pelo método da pipeta após a dispersão do solo por agitação mecânica e química com NaOH, a areia por tamisação e o silte pela diferença, conforme (TEIXEIRA et al., 2017).

A umidade gravimétrica foi determinada utilizando amostras com estrutura indeformada, coletadas nas respectivas profundidades de 0 – 10, 10 – 20, 20 – 30, 30 – 40 cm e 0 - 40 cm , para quantificação do conteúdo de água no solo no momento da realização do teste de resistência, sendo representado pela seguinte equação:

$UG = MS / UM - MS \times 100$, em que:

UG= úmidade gravimétrica (em porcentagem)

MS= massa seca (em gramas)

MU= massa úmida (em gramas)

A variável da RSP foi submetida a análise descritiva, onde o Coeficiente de Variação (CV) para as variáveis físicas do solo foi analisado, conforme a recomendação de Warrick (1998), e classificadas da seguinte forma; baixo, se menor do que 15%; médio quando entre 15 e 50% e alto quando maior do que 50%. Após, as semivariâncias foram estimadas, utilizando-se o software Vesper 1.6 (MINASNY et al., 2006), e a escolha do modelo matemático para os semivariogramas foi com base no menor valor de Critério de Informação de Akaike (AIC), Akaike, (1973), encontrado. Nos modelos de semivariogramas foram ajustados o Efeito Pepita (C0), o Patamar (C0+C) e o Alcance (A). Em posse dos dados, foi realizado a análise conforme os intervalos propostos por Cambardella et al. (1994), onde o grau de dependência espacial dos semivariogramas é classificado da seguinte forma; forte (< 25 %); moderado (26 a 75 %) ou fraca (> 75 %). Com os dados processados o resultado foi exportado para o Quantun Gis 2.18 para a geração dos mapas temáticos.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Estatística descritiva e espacial (geoestatística)

Ao avaliar a análise estatística descritiva referente os dados do índice de cone (IC) na Área Cultivada e na Área de Mata Nativa, obteve-se uma variação entre 42,9 e 17,8% respectivamente, sendo este intervalo classificado como médio (Tabela 1) para as duas variáveis. No semivariograma estudado, é possível observar que o índice de cone (IC) na Área Cultivada é classificado com moderado, enquanto para índice de cone (IC) na Área de Mata Nativa não foi possível obter uma classificação da área por causa do alto número de aborto devido a quantidade de raízes encontrado na área no momento da coleta dos dados, que impediu a penetração da haste cônica, conforme (ALMEIDA et al., 2012; MOLIN et al., 2012), classificado como Baixo Critério de Análises (BCA), (Tabela 1). Analisando o Índice de Cone da RSP verifica-se maiores valor de IC na mata nativa (1072,2 KPa) em relação a área cultivada com melão (682,6), conforme Tabela 1.

Ao comparar as imagens da Tabela 1, a área cultivada e a área da mata nativa, o solo da última revelou e maior resistência a penetração (RSP), na ordem de 1072,2 KPa. Marinho et al., (2016) ao estudar a matéria orgânica e atributos físicos e químicos de um cambissolo submetido a diferentes usos agrícolas na região do semiárido-RN obtendo resultados semelhantes, os maiores valores de RPS foram verificados na área de mata nativa, o que a autora atribuiu a consolidação da superfície do solo como também a ausência de preparo, contribuindo para os maiores valores de RSP verificados. Além disso, a predominância da fração argila pode ser um indicativo de compactidade, um processo pedogenético no qual a migração da fração argila para os horizontes subjacentes ocasiona eliminação do espaço poroso e consequentemente comprometimento ao desenvolvimento das plantas. (KONDO, 2008).

Tabela 1. Estatística descritiva e espacial para a IC na Área Cultivada e IC na Área de Mata Nativa, em Upanema/RN.

Estatística descritiva								
Variável	Média	Mediana	Mínima	Máxima	C	A	CV	Classificação
IC_ACM	682,6 (KPa)	622,6 (KPa)	189,2 (KPa)	1476,3 (KPa)	0,1	0,7	42,9 %	Médio
IC_AMN	1072,2 (KPa)	1048,3 (KPa)	816,8 (KPa)	1289,2 (KPa)	-1,4	-0,2	17,8 %	Médio
Geoestatística e ajuste do semivariograma								
Variável	N.lags	Co	Co+C1	A	Modelo	AIC	GD	Classificação
IC_ACM*	15	50000	100000	94,6	Esférico	335,5	50 %	Moderada
IC_AMN**	8	BCA	98170	38,879	Esférico	BCA	BCA	BCA

Nota: IC_ACM = Índice de Cone da RSP na Área Cultivada com Melão. IC_AMN = Índice de Cone de Mata Nativa. Estatística descritiva: A = Assimetria. C = Curtose. CV = Coeficiente de Variação. Geoestatística: N.Lags = Número de lags do semivariograma; Co = Efeito Pepita; Co + C1 = Patamar; A = Alcance; AIC = Critério de Informação de Akaike; GD = Grau de dependência espacial. BCA = Baixo Critério de Análises. * Utilização do semivariograma global. ** = Utilização do semivariograma local.

O preparo convencional do solo (aração e gradagem) promove redução da densidade do solo e da RSP a curto prazo, aumentando a rugosidade da superfície e a porosidade de aeração. A longo prazo esses efeitos são minimizados em função da degradação estrutural, culminando na presença de camadas compactadas que limitam o estabelecimento e desenvolvimento das plantas, o que reduz a quantidade de macroporos, menor infiltração de água e maior resistência do solo a penetração das raízes das plantas (Vezzani e Mielniczuk, 2011).

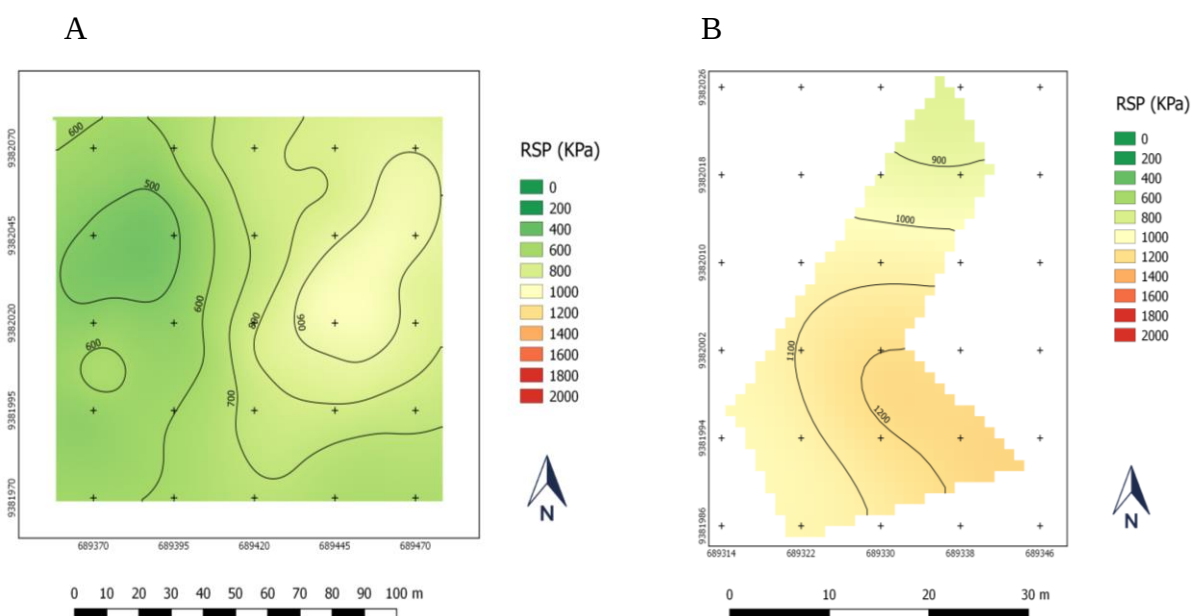
Os valores de resistência do solo a penetração (RSP) para as duas áreas estudadas não apresentaram limitações para o desenvolvimento das raízes, tendo em vista que o mesmo não ultrapassa o valor crítico de 2.000 KPa (2,0 MPa), sendo este o mais indicado na literatura como impeditivo ao desenvolvimento do sistema radicular da maioria das culturas (TORMENA et al., 1999). De acordo Costa et al. (2012) que trabalharam realizado no estabelecimento de pastagens aponta valores da resistência do solo a penetração inferiores a 1.000 KPa (1,0 MPa) como a classe de maior produção de raízes para *Panicum maximum*.

A área de Meloeiro apresentou menor RSP em função de seu histórico dos dez anos com uso de preparo das, práticas culturais de aração e gradagem. O revolvimento do solo permite haver maior rugosidade, maior aeração e menor RSP.

4.2 Representação espacial das RSP (geoestatística)

No semivariograma a Área Cultivada (Figura 3A) com meloeiro durante dez anos, na avaliação de critérios, boa parte das áreas encontra-se entre 100 à 1.000 KPA e na Área da Mata Nativa (Figura 3B) a maioria está entre 1.000 e menor de 2.000 KPA. Essa classificação foi utilizada por Arshad et al. (1996) onde é considerada RSP baixa- de 100 à 1.000 KPA, moderada- de 1000 à 2.000 KPA.

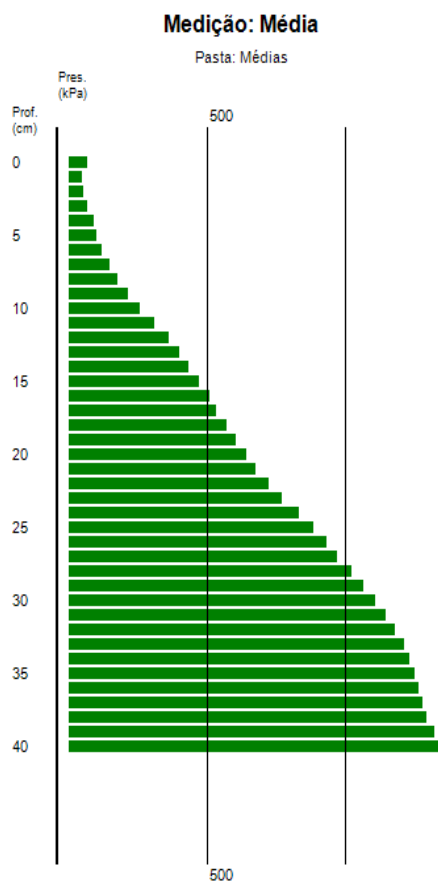
Figura 3. Mapa de faixas críticas de resistência a penetração em Área Cultivada (A) e na Área de Mata Nativa (B)



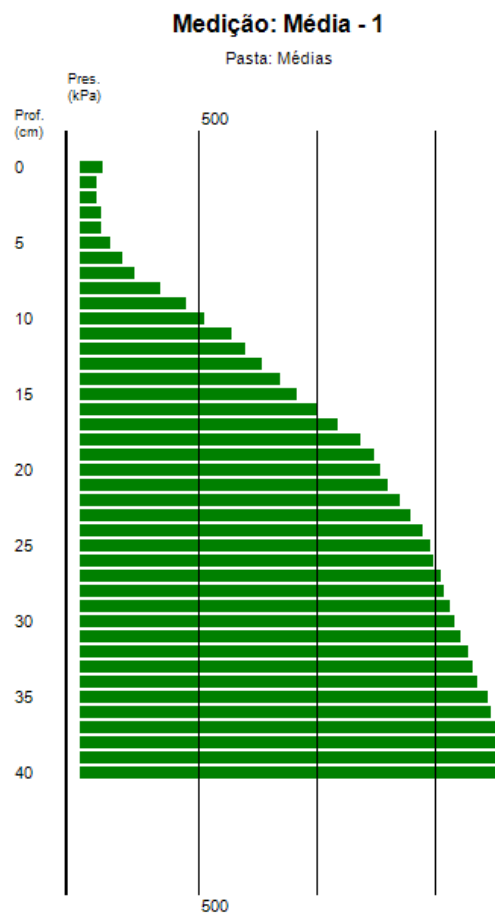
Na representação gráfica da RSP em profundidade pode-se observar o comportamento da pressão exercida para a penetração da haste (Figura 4). Analisando a RSP em relação às profundidades (gráfico 1 & 2), verifica-se diferenças significativas entre as quatro profundidades, em razão da diminuição do teor de água do solo, esta que, quando em maior quantidade, confere menor resistência do solo (GONDIM, et al. 2015). A RSP aumenta em profundidade, as camadas nas profundidades mais superficiais são menos resistentes em relação as camadas mais baixas. Na observação da verticalização dos dados de RSP na Figura 4 os valores foram maiores, a RSP aumenta de forma crescente nas camadas próximas a superfície para as camadas mais profundas, sendo considerado moderado e não houve impedimento do desenvolvimento das raízes e também os valores não ultrapassam 2.000 KPA, é classificado como Moderada.

Figura 4. Gráfico de Resistência a Penetração em Área Cultivada (A) e na Área de Mata Nativa (B)

A



B



4.3 Distribuição de tamanho das partículas

Na Tabela 2 observam-se os resultados referentes à distribuição do tamanho das partículas, classificação textural, densidade de partículas e matéria orgânica. Quanto à classificação textural, na parcela 5, não houve variação textural, sendo classificada como argila siltosa em todas as profundidades. No entanto à parcela 25, houve variação, obtendo classificação de argila siltosa e argila. As frações inorgânicas do solo (textura) são intrínsecas ao material de origem, não susceptível a mudanças abruptas ao longo do tempo, sendo herdadas da litologia (Ferreira, 2010). Além disso, os altos teores de argila nas profundidades inferiores (20-30 e 30-40 cm), podem ser justificados também pela localização na paisagem, sendo que a área de colúvio recebe sedimentos de cotas mais altas (Suguio, 2003).

Tabela 2. Distribuição de tamanho das partículas, sua classificação textural, densidade partícula e matéria orgânica, pertencentes a área de Upanema/RN

Parcelas	Prof	Distribuição de tamanho de partículas					Classificação Textural (SBCS)	Dp	MO
		Areia Grossa	Areia Fina	Areia total	Silte	Argila			
	cm	g kg ⁻¹						g cm ⁻³	g kg ⁻¹
5	0-10	0,015	0,044	0,059	0,462	0,479	Argila siltosa	2,535	18,664
	10-20	0,013	0,038	0,051	0,469	0,480	Argila Siltosa	2,490	12,818
	20-30	0,019	0,050	0,069	0,422	0,509	Argila siltosa	2,630	14,279
	30-40	0,020	0,055	0,075	0,406	0,519	Argila siltosa	2,485	13,267
25	0-10	0,022	0,114	0,137	0,419	0,444	Argila siltosa	2,440	11,243
	10-20	0,021	0,118	0,138	0,411	0,451	Argila siltosa	2,495	12,368
	20-30	0,033	0,161	0,194	0,354	0,452	Argila	2,480	12,031
	30-40	0,036	0,118	0,154	0,354	0,492	Argila	2,600	10,992

Nota: Prof = Profundidade. Dp = Densidade de Particula. MO= Matéria orgânica.

Na área cultivada com meloeiro o solo apresenta característica uniforme. Devido a esta característica, foi escolhido duas parcelas, a 5 e 25 para representar a área. Os maiores teores de MO foram obtidos na parcela 5 (Tabela 2) da camada de 0-10 cm, foi de 18,664 g Kg⁻¹. Já na parcela 25, a camada 10-20 cm foi onde se verificou a maior teor de MO de 12,368. Este fato é coerente, uma vez que refere-se a deposição de materiais soltos, geralmente encontrados no sopé de encostas e, que foram transportados principalmente pela ação da gravidade ou, simplesmente, material decomposto, transportado por gravidade e o fluxo de detritos, caracterizado como um fluxo rápido de massa de detritos deslizando encosta abaixo; o escoamento da lama, apresenta uma variedade de detritos, composta primordialmente por partículas finas (silte e argila), conforme Brady et al. (2013).

Levando em consideração que a modificação da granulometria do solo é difícil, uma vez que é inerente do material de origem, os manejos aplicados ao solo não modificam a granulometria, sim os cultivos agrícolas pela ação de perdas e deposição, e ocorre também ao longo de tempo.

5 CONCLUSÕES

Houve um adensamento mais acentuado na área da Mata Nativa que no momento não apresenta ameaça para o desenvolvimento das plantas.

O teor de umidade exerceu grande influência nos resultados do solo a compactação, fazendo com que ocorresse u menor resistência do solo a compactação.

Práticas conservacionistas e práticas culturais devem ser implantadas na área de cultivo para não ocasionar ao longo do tempo o aumento de resistência do solo a penetração, que são mais acentuados nas camadas mais profundas.

REFERÊNCIAS

- AKAIKE, HIROTOGU. Information Theory and an Extension of the Maximum Likelihood Principle. In: B. N. PETROV and F. CSAKI, eds. SECOND INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY. **Anais...** Budapest: AKADEMIAI KIADO, pp. 267–281, 1973.
- ALBUQUERQUE, J. A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p.717-723, 2001.
- ALMEIDA, C. X. de.; CENTURION, J. F.; JORGE, R. F.; BARBOSA, J. C.; ANDRIOLI, I. FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIAS PARA A CURVA DE RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p.1745-1755, 2012.
- ANDREOLA, Faustino; COSTA, L. M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 4, 2000.
- ANTUNIASSI, U. R. Agricultura de precisão: aplicação localizada de agrotóxicos. In: GUEDES, J.V.C.; DORNELES, S.H.B. (Org.). Tecnologia e segurança na aplicação dos agrotóxicos – novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; **Sociedade de Agronomia de Santa Maria**, 1998. p.53-63.
- ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. **SSSA Special publication**, v. 49, p.123-142, 1996.
- BARCELOS, L. R. **Anuário Brasileiro da Fruticultura 2018**. Santacruzdosul/rs: Editora Gazeta, 2018.
- Batista, F. F. **Influência de modelos de dependência espacial na definição de mapas temáticos**. 2012. 59 f. Dissertação (Mestrado em Estatística Aplicada e Biometria) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.
- BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G. & FERRAZ, M.V. Densidade relativa e ótima de latossolos vermelhos para a produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 843-849, 2005.

Blainski, E.; Tormena, C. A.; Fidalski, J.; Guimarães, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 975-983, 2008.

BRADY, N C.; WEIL, R. **Nature and properties of soils, the: Pearson new international edition**. Pearson Higher Ed, 2013.

BRAIDA, J. A.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; VEIGA, M. Teor de carbono orgânico e a susceptibilidade à compactação de um Nitossolo e Argissolo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 131-139, 2010.

BURROUGH, P. A.; BOUMA, J.; YATES, S. R. The state of the art in pedometrics. **Elsevier Science B.V.**, Amsterdam, 1994. v. 12, p. 311-326.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; NOVAK, J. M.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field-scale variability of soil properties in central Iowa soils. **Soil Science society of America journal**, 58(5), p. 1501-1511, 1994.

CHUNG, C. K.; CHONG, S. K.; VARSA, E. C. Sampling strategies for fertility on a stoy siltloam soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.26. n.5/6, p.741-763, 1995.

CORÁ, J. E.; ARAUJO, A. V.; PEREIRA, G. T.; BERALDO, J. M. G.; Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 28, p. 1013-1021, 2004.

COSTA, I.; SOUZA, M. N. O. Água ainda é um fator limitante para investimentos na produção de melão. **Revista de Horticultura Brasileira**. 2017; 15(163).

COSTA, M. A. T.; TORMENA, C. A.; LUGÃO, S. M. B.; FIDALSKI, J.; NASCIMENTO, W. G.; MEDEIROS, F. M. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36: p. 993-1004, 2012.

DEUS, J. A. L. de; SOARES, I.; NEVES, J. C. L.; MEDEIROS, J. F. de; MIRANDA, F. R. de. Fertilizer recommendation system for melon based on nutritional balance. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 498-511, 2015.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2013. Disponível em:
<https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=EMBRAPA+-

+EMPRESA+BRASILEIRA+DE+PESQUISA+AGROPECU%C3%81RIA+-
+Sistema+brasileiro+de+classifica%C3%A7%C3%A3o+de+solos.+3+ed.+Rio+de+Janeiro%
2C+2013>. Acesso em: 28 out. 2018.

FERREIRA, M M. Caracterização Física do Solo. In: VAN LIER, Quirijn de Jong. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa-mg: Copyright, 2010. p. 1-27.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2003. 402p.

FLOWERS, M. D.; LAL, R. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a mollic ochraqualf in northwest Ohio. **Soil & Tillage Research**, v. 48, p. 21-35, 1998.

GONDIM, J. E. F. ; REBOUÇAS, C. A.M.; PORTELA, J. C.; CAVALCANTE, J. S. J.; SILVA, S. Y. A. M.; DIAS, M. C.C. Resistência mecânica do solo à penetração em diferentes manejos do solo e da caatinga em Governador Dix-Sept Rosado-RN. **Agropecuária Científica No Semiárido**, v. 11, n. 2, p. 72-76, 2015.

Hauschild, F. E. G. Técnicas de agricultura de precisão para definição de zonas de manejo de solo. Santa Maria: UFSM, 2013. 80p. Dissertação de Mestrado.

HELALIA, A. M.; LETEY, J.; GRAHAM, R. C. Crust formation and clay migration effects on infiltration rate. **Soil Science Society of American Journal**, v.52, p. 251-255, 1988.

ALDENIR, J. **Arrecadação com exportação de frutas no Rio Grande do Norte chega a US\$ 136 milhões**. 2017. Disponível em:< <http://agorarn.com.br/economia/arrecadacao-com-exportacao-de-frutas-no-rio-grande-do-norte-chega-u-136-milhoes/>>. Acesso em: 18 Fev. 2019

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Culturas Temporárias e Permanentes**. 43. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. 64 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2016_v43_br.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

JACOMÉ I. Mais de 95% do melão exportado pelo Brasil é produzido no RN. 2017. Disponível em: <g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/mais-de-96-do-melao-exportado-pelo-brasil-e-produzido-no-rn.ghtml>. Acesso em: 03 fev. 2018.

KERJE, T.; GRUM, M. The origin of melon, Cucumis melo: A review of the literature. **Acta Horticulture**, Bélgica, v. 510, n. 1, p. 34-37, 2000.

KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um latossolo vermelho, sob diferentes tipos de uso e manejo. **Revista Brasileira De Ciências Do Solo**, v. 26, p. 857-67, 2002.

KONDO, M. K. **Gênese, Morfologia e classificação do solo**: nota de aula. 2008. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/18102632/apostila-genese-morfologia-e-classificacao-de-solos>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

MACHADO, L. O.; LANA, A. M. Q.; LANA, R. M. Q.; GUIMARÃES, E. C.; FERREIRA, C. V. Variabilidade espacial de atributos químicos do solo em áreas sob sistema plantio convencional. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.31, p.591-599. 2007.

MALLEK-AYADI, S.; BAHLOUL, N.; KECHAOU, N. Chemical composition and bioactive compounds of Cucumis melo L. seeds: Potential source for new trends of plant oils. **Process Safety and Environment Protection**, United Kingdom, v. 113, n. 1, p. 68–77, 2018.

MARINHO, A. C. C. S. ; PORTELA, J. C.; SILVA, E. F.; DIAS, N. S.; SOUSA JUNIOR, F. S.; SILVA, A. C.; SILVA, J. F. Organic matter and physicochemical attributes of a cambisol under different agricultural uses in a semi-arid region of Brazil. **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, p. 32-41, 2016.

MEDEIROS, J. F.; DUARTE, S. R.; FERNANDES, P. D.; DIAS, N. S.; GHEYI, H. R. Crescimento e acúmulo de N, P e K pelo meloeiro irrigado com água salina. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 452-457, 2008.

MELO, D. M.; CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. O.; GALATTI, F. S.; BRAZ, L. T. 2012. Produção e qualidade de melão rendilhado sob diferentes substratos em cultivo protegido. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 58-66, 2012.

McBRATNEY, A.; WHELAN, B.; ANCEV, T. Future Directions of Precision Agriculture. 7th International Conference on Precision Agriculture. **Precision Agriculture**, v. 6, p. 2-23, 2005.

MINASNY, B.; MCBRATNEY, A. B.; WHELAN, B. M. 2002. **Vesper version 1.6**. Sidney: **Australian Centre for Precision Agriculture**, McMillan Building A05, The University of Sydney, NSW, 2006.

MOLIN, J. P.; DIAS, C. T. S.; CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 584-590, 2012.

MOREIRA, S. R.; MELO, A. M. T. de; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, P. E.; NARITA, N. Melão (*Cucumis melo* L.). 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_3/melao/index.htm>. Acesso em: 6 fev. 2019.

MOREIRA, W. H.; BETIOLI JÚNIOR, E.; PETEAN, L. P.; TORMENA, A. C.; ALVES, S. J.; COSTA, M. A. T.; FRANCO, H. H. S. Atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 389-400, 2012.

ORLANDO F.º, J. Calagem e adubação da cana-de-açúcar. In: CÂMARA, G.M.S. & OLIVEIRA, E.A.M. (eds.). **Produção de cana-de-açúcar**. Piracicaba: FEALQ/ USP, 1993. p.133-146.

OLIVEIRA, J. B. **Pedologia aplicada**. Jaboticabal, FUNEP, 2001. 414p.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. & REINERT, D. J. **COMPACTAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS AGROPECUÁRIOS e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação**. **Tópicos em ciência do solo**, v. 5, p. 49-134, 2007.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. Produção e qualidade do melão em diferentes densidades de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, 2003.

RESENDE SILVA, A; DIAS JUNIOR, M. S.; LEITE, F. P. Avaliação da intensidade de tráfego e carga de um forwarder sobre a compactação de um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Revista Árvore**, v. 35, p. 547-554, 2011.

ROSOLEM, C.A. et al. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesq. Agropecu. Bras.**, Brasília, v.34, n.5, p.821-828, 1999.

SANTINATO, R.; FERNANDES, A.L.T.; SILVA, R. O.; SANTINATO, F. Subsolagem na cultura do café. 2013. Disponível em: < <https://docplayer.com.br/53644440-Subsolagem-na-cultura-do-cafe.html> >. Acesso em: 6 fev. 2019.

Santos, G. R dos. **Hierarquização geométrica dos preditores geoestatísticos**. Minas Gerais: UFLA, 2010. 200p. Tese Doutorado.

SANTOS, W. S. et al. Caracterização florístico-fitossociológica do componente lenhoso em fragmento de caatinga no município de Upanema-RN. **Nativa, Sinop**, v. 5, n. 2, p. 85-91, 2017.

SEBASTIAN, P.; SCHAEFERB, H.; TELFORD, I. R. H.; RENNER, S. S. Cucumber (*Cucumis sativus*) and melon (*C. melo*) have numerous wild relatives in Asia and Australia, and the sister species of melon is from Australia. **Proceedings National Academy Science USA**, v. 107, p. 14269–14273, 2010.

SEBRAE - SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS **Fruticultura, Cenários prospectivos da fruticultura brasileira em 2018**. Disponível em:

<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/\\$File/6083.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/e93e6e44c0b1ec9bed5f9ed186ab6b7e/$File/6083.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2019.

SILVA, A. J. N.; CABEDA, M. S. V.; LIMA, F. W. F. Efeito de sistemas de uso e manejo nas propriedades físico-hídricas de um Argissolo Amarelo de tabuleiro costeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 833-842, 2005.

SILVEIRA NETO, A. N; SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, L. F. C. Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 29-35, 2006.

SIQUEIRA COELHO, Daniela; CORTEZ, Jorge Wilson; OLSZEWSKI, Nelci. Variabilidade espacial da resistência mecânica à penetração em Vertissolo cultivado com manga no perímetro irrigado de Mandacaru, Juazeiro, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 3, 2012

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; TOMM, G. M; KOCHHANN, R. A.; ÁVILA, A. Atributos físicos do solo em sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Bragantia**, v. 68, n. 4, p.1079-1093, 2009.

SUGUIO, K. Geologia sedimentar. São Paulo: Editora Blucher, 2003.

STEFANOSKI, Diane C. et al. Soil use and management and its impact on physical quality/Usos e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1301-1310, 2013.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília: Brasília, 2017. 573 p.

TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. & LIBARDE, P. L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. **Soil and Tillage Research**, v. 52, p. 223-232, 1999.

VEZZANI, F.M. & MIELNICZUK, J. O solo como sistema. Curitiba, 2011. 104p.

Warrick, A. W.; NIELSEN, D. R. **Spatial variability of some physical properties of the soil**. In: Hillel, D. ed. Applications of soil physics, New York: Academic Press, 1980. Cap.13, p. 319-344.