



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**CAIO SAMPAIO PINTO**

**INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO MAMOEIRO AOS FATORES DE  
PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO**

**FORTALEZA**

**2021**

CAIO SAMPAIO PINTO

INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO MAMOEIRO AOS FATORES DE  
PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Irrigação e Drenagem.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa

Coorientador: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa

FORTALEZA

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

P727i Pinto, Caio Sampaio.  
Indicadores técnicos e econômicos do mamoeiro aos fatores de produção água e composto orgânico /  
Caio Sampaio Pinto. – 2021.  
89 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.

Coorientação: Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa.

1. Agricultura familiar. 2. Produção orgânica. 3. Produtividade da água. 4. Análise econômico-social. 5.  
Carica papaya L.. I. Título.

CDD 630

---

CAIO SAMPAIO PINTO

INDICADORES TÉCNICOS E ECONÔMICOS DO MAMOEIRO AOS FATORES DE  
PRODUÇÃO ÁGUA E COMPOSTO ORGÂNICO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Irrigação e Drenagem.

Aprovada em: 25/02/2021.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Alan Bernard Oliveira de Sousa (Coorientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Alexandre Reuber Almeida da Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – *campus* Iguatu

---

Prof. Dr. Carlos Henrique Carvalho de Sousa  
Faculdade Ieducare (FIED) - Tianguá

A Deus.

Aos meus pais, Domicio e Ana, à minha irmã  
Caroline; e à minha namorada Jamile, por toda  
dedicação e apoio.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro com a concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade e todo suporte dado.

A Deus e à minha família, por terem me dado total suporte para que eu pudesse seguir minha caminhada e que não mediram esforços para a chegada de mais essa etapa em minha vida.

À minha namorada Maria Jamile, pelo apoio e empenho em me ajudar a chegar onde estou.

Ao meu amigo Vanklane, que me ajudou muito em meu experimento e foi fundamental para que eu conseguisse apresentar este trabalho acadêmico.

Ao Prof. Dr Raimundo Nonato, por todas as orientações, ensinamentos, amizade e poder compartilhar um pouco de seu vasto conhecimento com a minha pessoa.

Ao Programa de Estudantes de Células Cooperativas – PRECE, pelo espaço físico para a realização do experimento e pelo aprendizado recebido, em especial, ao Professor Andrade, ao Adilson, Dona Valéria, Thiago pela amizade e auxílios concedidos na condução do experimento.

Aos professores do curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UFC, por todos os ensinamentos que contribuíram bastante para a minha formação e o desenvolvimento de minha carreira profissional.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa em Engenharia de Água e Solo – Semiárido (GPEAS-Semiárido), pelo empenho durante a realização deste estudo.

Aos queridos amigos, que me acompanharam nessa jornada, pelas palavras de apoio, reflexões e ideias compartilhadas.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

## RESUMO

Objetivou-se, com a presente pesquisa analisar sob a ótica econômica às respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) sob cultivo orgânico aos fatores de produção água e composto orgânico, em uma propriedade com característica de agricultura familiar no semiárido brasileiro. O estudo foi conduzido no período de agosto de 2019 a julho de 2020, no primeiro ciclo de produção da cultura, em área pertencente ao PRECE (Programa de Educação em Células Cooperativas), localizado no município de Pentecoste-CE. A cultura do mamoeiro Formosa, cultivar “Tainung 1” foi estabelecida no campo seguindo o espaçamento de 2,5 x 2,5 m, sendo a irrigação realizada por um sistema localizado do tipo microaspersão, com turno de rega diário. O experimento obedeceu ao delineamento blocos ao acaso em parcelas subdivididas com quatro repetições, cujos tratamentos primários (parcelas) foram constituídos por quatro níveis de irrigação correspondentes a 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração da cultura (ETc) e os tratamentos secundários (subparcelas) por quatro níveis de composto orgânico correspondentes a 0%, 50%, 100% e 150% da dose requerida pela cultura. Os resultados da pesquisa permitiram obter as seguintes conclusões: Os níveis dos fatores de produção equivalentes à aplicação dos requerimentos de água e composto orgânico permitiram alcançar já no primeiro ciclo de cultivo do mamoeiro orgânico, uma produtividade semelhante ao cultivo convencional; O valor de produtividade da água de irrigação relativa aos requerimentos dos fatores de produção no valor 4,51 R\$ m<sup>-3</sup> representa em média cinco vezes o valor de referência para o cultivo do mamoeiro em sistema de produção convencional; A resistência à penetração do solo em algumas subparcelas na profundidade média do sistema radicular do mamoeiro veio a comprometer a produtividade da cultura; O crédito rural permite que o agricultor irrigante alcance o nível de reprodução social com o cultivo de uma área de mamoeiro que seja em média a metade da área para a condição em que não ocorra o financiamento.

**Palavras – chave:** Agricultura familiar. Produção orgânica. Produtividade da água. Análise econômico-social. *Carica papaya* L.

## ABSTRACT

The research aimed to analyze from an economic perspective the response of papaya (*Carica papaya* L.) under organic cultivation to the factors of production of water and organic compost on a property with characteristics of family farming in the Brazilian semiarid region. The study was conducted from August 2019 to July 2020 in the first production cycle in an area belonging to Prece (Education Program in Cooperative Cells), located in the municipality of Pentecoste-CE. The cultivation of papaya Formosa, cultivar “Tainung 1”, was established in the field following the spacing of 2.5 x 2.5 m, with irrigation carried out by a localized micro-sprinkler system, with a daily watering shift. The design was in randomized blocks with plots subdivided into four replications, whose primary treatments consisted of four levels of irrigation corresponding to 60%, 80%, 100% and 120% of the crop evapotranspiration (ET<sub>c</sub>) and the secondary treatments for four organic compound levels corresponding to 0%, 50%, 100% and 150% of the dose required by the culture. The results of the research allowed to obtain the following conclusions: The levels of production factors equivalent to the application of water and organic compost requirements allowed to achieve, in the first cycle of cultivation of organic papaya, a productivity similar to conventional cultivation; The productivity value of irrigation water related to the requirements of the production factors in the value of 4.51 R \$ m<sup>-3</sup> represents on average five times the reference value for the cultivation of papaya in conventional production system; Resistance to soil penetration in some subplots in the mean depth of the papaya root system came to compromise the productivity of the crop; The rural credit allows the irrigating farmer to reach the level of social reproduction with the cultivation of an area of papaya that is on average half of the area for the condition in which the financing does not occur.

**Keywords:** Family farming. Organic production. Water productivity. Analysis social economic. *Carica papaya* L.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Área do experimento onde foi instalada a cultura do mamoeiro.....	26
Figura 2	– Croqui do delineamento experimental .....	28
Figura 3	– Semeadura manual do mamão .....	30
Figura 4	– Biofertilizante em processo de preparo nas imediações da área do experimento .....	31
Figura 5	– Manuseio do penetrômetro de impacto no solo .....	37
Figura 6	– Resistência à penetração do solo em um dos locais (tratamento L1C4) que apresentaram baixa produtividade na área do experimento .....	43
Figura 7	– Resistência a penetração do solo em local (tratamento L3C3) com alta produtividade na área do experimento .....	44
Figura 8	– Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a máxima produtividade .....	49
Figura 9	– Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a produtividade média .....	49
Figura 10	– Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a menor produtividade .....	49
Figura 11	– Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade máxima) .....	52
Figura 12	– Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade média) .....	53
Figura 13	– Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade mínima) .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos físicos do solo da área do experimento .....	27
Tabela 2 – Atributos químicos do solo da área do experimento .....	27
Tabela 3 – Atributos químicos do composto orgânico .....	29
Tabela 4 – Nível do tratamento (%) e dose do composto orgânico (kg planta <sup>-1</sup> ) .....	29
Tabela 5 – Atributos de qualidade da água utilizada na irrigação .....	33
Tabela 6 – Coeficientes de cultura do mamoeiro nas diferentes fases da cultura, conforme proposto por Montenegro, Bezerra e Lima (2004) .....	34
Tabela 7 – Produtividade média do mamoeiro no primeiro ciclo de cultivo em kg ha <sup>-1</sup> em função dos fatores de produção água e composto orgânico .....	40
Tabela 8 – Resumo da análise de variância do rendimento do mamão em função dos fatores de produção água e composto orgânico .....	41
Tabela 9 – Análise de regressão múltipla da produtividade do mamoeiro (Y) em função dos fatores de produção (W) e composto orgânico (C) .....	42
Tabela 10 – Produtividade da água de irrigação (kg m <sup>-3</sup> ) da cultura do mamoeiro, cultivar “ Tainung nº 1“, em função dos fatores de produção água e composto orgânico no município de Pentecoste – CE .....	44
Tabela 11 – Produtividade da água de irrigação (R\$ m <sup>-3</sup> ) da cultura do mamoeiro, cultivar “ Tainung nº 1“, em função dos fatores de produção água e composto orgânico no município de Pentecoste – CE .....	45
Tabela 12 – Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade máxima) .....	47
Tabela 13 – Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade média) .....	47
Tabela 14 – Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade mínima) .....	48
Tabela 15 – Juros pagos à agente financiador em relação a crédito de investimento do Pronaf Mais Alimentos no ano de 2020 para 1,0 ha de produção anual .....	51
Tabela 16 – Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade máxima) para as condições com e sem financiamento .....	51

Tabela 17 – Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade média) para as condições com e sem financiamento .....	51
Tabela 18 – Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade mínima) para as condições com e sem financiamento .....	52

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1</b>	<b>Cultura do mamoeiro</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Manejo da irrigação</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3</b>	<b>Adubação orgânica</b> .....	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Água x Adubação orgânica</b> .....	<b>22</b>
<b>2.5</b>	<b>Resistência do solo à penetração</b> .....	<b>23</b>
<b>2.6</b>	<b>Análise socioeconômica dos sistemas de produção</b> .....	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>26</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da área do experimento</b> .....	<b>26</b>
<b>3.2</b>	<b>Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos</b> .....	<b>27</b>
<b>3.3</b>	<b>Instalação e condução do experimento</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4</b>	<b>Sistema de irrigação e manejo de água à cultura</b> .....	<b>31</b>
<b>3.5</b>	<b>Variáveis analisadas</b> .....	<b>35</b>
<i>3.5.1</i>	<i>Produtividade da água de irrigação (PAir)</i> .....	<i>35</i>
<i>3.5.2</i>	<i>Eficiência do uso do composto orgânico</i> .....	<i>35</i>
<i>3.5.3</i>	<i>Função de produção</i> .....	<i>36</i>
<i>3.5.4</i>	<i>Resistência à penetração do solo</i> .....	<i>37</i>
<i>3.5.5</i>	<i>Análise econômica do sistema de produção</i> .....	<i>37</i>
<i>3.5.6</i>	<i>Análise econômica para a agricultura irrigada</i> .....	<i>38</i>
<i>3.5.7</i>	<i>Análise estatística</i> .....	<i>39</i>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Produtividade do mamoeiro aos fatores de produção água e composto orgânico</b> ..	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>Ajuste estatístico dos modelos de regressão múltipla</b> .....	<b>41</b>
<b>4.3</b>	<b>Resistência à penetração do solo x produtividade</b> .....	<b>43</b>
<b>4.4</b>	<b>Produtividade da água de irrigação</b> .....	<b>44</b>

<b>4.5</b>	<b>Eficiência do uso do composto orgânico .....</b>	<b>46</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise econômico-social da unidade de produção .....</b>	<b>46</b>
<b>4.6.1</b>	<b><i>Valor agregado .....</i></b>	<b>46</b>
<b>4.6.2</b>	<b><i>Análise econômica para a agricultura irrigada .....</i></b>	<b>50</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>54</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>55</b>
	<b>APÊNDICE A - PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO ORGÂNICO.....</b>	<b>61</b>
	<b>APÊNDICE B - RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO DO SOLO NA AREA DO EXPERIMENTO EM TODAS AS SUBPARCELAS.....</b>	<b>62</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará, apesar de no ano de 2020 ter apresentado um índice pluviométrico próximo à média histórica, as recargas nos reservatórios da região sul e, em especial, no Arrojado Lisboa, que abastece o Perímetro Irrigado Morada Nova, foram incipientes para garantir um bom acúmulo de água. Esta situação, aliada ao longo período de escassez hídrica no período de 2012 a 2018, fez com que no mês de dezembro do ano de 2020, dos 155 açudes monitorados pela Cogerh (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará) apresentem média de 34,2% da capacidade total de armazenamento de água superficial.

Dentre os reservatórios superficiais monitorados, os integrantes da bacia do Rio Curu, localizada no centro-norte do estado, em agosto de 2020, encontra-se com uma capacidade atual de 22,91%. Esta bacia hidrográfica abrange 15 municípios e corresponde a 5,76% do território cearense. O principal açude da bacia é o Pereira de Miranda, localizado no município de Pentecoste, com volume atual de 16,75% da sua capacidade (PORTAL HIDROLÓGICO, 2020).

Considerando que a prioridade do uso da água é para o consumo humano, os agricultores irrigantes da região inserida na área de abrangência geográfica da bacia do Rio Curu têm recorrido às fonte de águas subterrâneas, proveniente de poços rasos, que captam água do aquífero aluvial, visando suprir às demandas hídricas que os reservatórios superficiais não estão sendo capazes de atenderem ao longo dos últimos anos. No tocante às condições físicas dos solos locais, vale destacar que os mesmos são caracterizados por possuírem elevadas porosidades e altas condutividades hidráulicas, demonstrando suas características para o uso na irrigação de culturas agrícolas

O aumento da produtividade da água pode ser uma resposta ao problema da escassez hídrica local, principalmente, considerando o uso da água para produção de alimentos (BRITO *et al.*, 2012). Neste contexto, os agricultores irrigantes locais devem buscar incessantemente incrementos na produtividade da água empregada na irrigação de cultivos agrícolas e, assim, os mesmos buscam alocar certamente diversos fatores influenciadores e determinantes às prosperidades dos sistemas de produção, tais como a qualidade do material genético, as práticas eficientes de manejo da água de irrigação, bem como as demais práticas agronômicas, que deverão ser alicerçadas por políticas de incentivo à produção que possam viabilizar sob os aspectos técnicos, sociais e econômicos os sistemas de cultivos.

O incremento na produtividade da água utilizando sistema de irrigação localizada, de certa forma exige que o agricultor irrigante tenha que arcar com os custos de investimento, que em sua maioria são onerosos. Porém, o cultivo de produtos orgânicos proporciona um maior retorno se comparado ao cultivo convencional. Com isso, esses custos iniciais para a implantação de um sistema produtivo, podem ser compensados e gerarem maior renda ao produtor. Souza (2005) relata que há o preconceito de que sistemas orgânicos são onerosos, por se trabalhar com um alto volume de material a ser reciclado e pelo suposto acréscimo de mão de obra. Contudo, contrariando esse mito, especificamente, o sistema de produção orgânico possui um custo de produção em média 70% inferior e 21% mais rentável que o sistema convencional.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Mapa (2019), o mercado brasileiro de produtos orgânicos faturou no ano de 2018 R\$ 4 bilhões, resultado em um incremento de arrecadação 20% superior ao registrado em 2017, segundo o Conselho Brasileiro da Produção Orgânica e Sustentável (Organis), que reúne cerca de 60 empresas do setor. De acordo com a pesquisa do Organis, o Brasil é apontado na pesquisa como o líder do mercado de orgânicos da América Latina. Contudo, quando se leva em consideração a extensão territorial destinada à agricultura orgânica, o país configura-se em terceiro lugar dentre os países integrantes dessa região do continente americano, enquadrando-se depois da Argentina e do Uruguai, ocupando a 12<sup>o</sup> *ranking* mundial.

Diante dessa necessidade do cultivo de alimentos orgânicos, a fruticultura orgânica emerge como uma alternativa economicamente viável e ecologicamente correta aos olhos do mercado consumidor, que se apresenta cada vez mais consciente frente à necessidade urgente de conciliação da produção de alimentos com a preservação do meio ambiente. Dentre as frutas mais produzidas organicamente no país, destacam-se a banana, a goiaba, os citros e o mamão, os quais são também os principais produtos da exportação brasileira de orgânicos (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA, 2010).

Com isso, faz-se necessário entender mais o que a interação entre o fator água e composto orgânico podem trazer de benefícios para o desenvolvimento da cultura do mamoeiro, para que sejam alcançados esses níveis ótimos para a cultura, entendendo que para alcançar esse nível, responder a questão de o quanto aplicar de composto orgânico correlacionando com os níveis de água, alcançando assim o nível de produção satisfatório para a cultura do mamoeiro.

O estudo teve como objetivo analisar sob a ótica econômica às respostas do mamoeiro (*Carica papaya* L.) aos fatores de produção água e composto orgânico.

Especificamente, a pesquisa teve os seguintes objetivos: analisar a produtividade física do mamoeiro em função dos fatores de produção água e composto orgânico; inferir a produtividade da água de irrigação e a eficiência de uso do composto orgânico; proceder à análise do valor agregado e da renda do agricultor nos cenários com e sem financiamento; estabelecer as áreas de cultivo necessárias à obtenção do nível de reprodução social para os cenários com e sem financiamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Cultura do mamoeiro

De acordo com Dantas e Lima (2001), o centro de origem da cultura do mamoeiro é, muito provavelmente, o Noroeste da América do Sul-vertente oriental dos Andes, ou mais precisamente, a Bacia Amazônica Superior, onde a máxima diversidade genética da espécie em questão é expressada, o que caracteriza o mamoeiro como uma planta tipicamente tropical. Nessa perspectiva, Lorenzi *et al.* (2006) consideram o centro de origem e de dispersão da espécie a América tropical como um todo.

Para Badillo (1993), o mamão é pertencente à família *Caricaceae*, na qual foram identificadas 34 espécies na mesma, distribuídas em cinco gêneros: *Jacaratia*, com sete espécies encontradas desde o México até o norte da Argentina; *Jarilla*, compreendendo três espécies no México e Guatemala; *Cylicomorpha*, com duas espécies da África Equatorial; *Horovitzia*, o gênero mais novo, com uma espécie no México; e o gênero *Carica*, que possui duas seções: *Vasconcella*, com 20 espécies e *Carica*, com uma espécie (*C. papaya* L.).

Silva e Tassara (1996) descrevem o mamoeiro como uma árvore tipicamente tropical, lactescente, de tronco oco, herbáceo lenhoso, contendo grandes folhas na região apical. O sistema radicular do mamoeiro é do tipo pivotante, com ramificações radiais (DANTAS; CASTRO NETO, 2000) e podem se desenvolver em até duas vezes ao correspondente à altura da planta e explorar uma camada de solo correspondente a uma profundidade de até um metro. O fruto é uma baga, descrito como ovoide, esférico ou piriforme, podendo-se evidenciar até mesmo outras classes, a depender do tipo de flor. Estes caracterizam-se por possuírem tamanhos variados, com 2 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 6 cm de largura até muito grande. A cor da polpa comumente é amarela, alaranjada ou avermelhada (BADILLO, 1993).

O mamão apresenta três tipos de formação sexual: masculina, feminina e hermafrodita. A flor masculina caracteriza-se por ocorrer em pedúnculos longos, originados nas axilas das folhas, localizadas na parte superior do mamoeiro. A flor feminina é do tipo pentâmero, com cálice gamossépalo e corola dialipétala, formada em pedúnculos curtos e inseridas nas axilas foliares. As flores hermafroditas possuem pedúnculos curtos nas axilas foliares, pétalas soldadas na base ou até quase a metade do seu comprimento (MARIN; GOMES, 1986).

A cultura do mamoeiro se da sua melhor produtividade em regiões de grande insolação, com temperaturas variando de 22 a 26 °C, pluviosidade de 1.800 a 2.000 mm anuais,

e altitudes de até 200 m, acima do nível do mar. Embora se adapte em regiões com altitudes até mais elevadas e temperaturas mais baixas, o vigor da planta e a qualidade dos frutos são, nesses casos, inferiores aos dos mamoeiros produzidos nas regiões mais quentes. O mamoeiro cresce em diversas classes de solo, desde que apresentem uma capacidade de drenagem que não proporcionem o encharcamento dos mesmos, mas que também não sequem rapidamente. A classe textural de solo mais adequada para o desenvolvimento do mamoeiro é a areno-argilosa, quimicamente, o pH ideal para a cultura situa-se entre 5,5 e 6,7 (EMBRAPA, 2009).

Para Aular e Natale (2013), a cultura do mamão apresenta o N (nitrogênio) como um dos principais requerimentos nutricionais para o aumento de sua produtividade, porém o seu efeito no fruto não significa necessariamente garantida a qualidade do fruto, pois existe a dependência de outros micronutrientes essenciais para a cultura. O K (potássio) e o Ca (cálcio), são outros dois macronutrientes fundamentais para o a constituição do fruto e da planta do mamoeiro em si. Especificamente, o potássio (K) é um dos nutrientes mais exigido pelo mamoeiro, devido à alta atividade enzimática das plantas e por proporcionar frutos de melhor qualidade, com teores elevados de açúcares e de sólidos solúveis totais, contribuindo com a formação de frutos enquadrados dentro dos padrões exigidos pelo mercado internacional (MALAVOLTA, 2006). Já o Ca influencia na constituição da parede celular do fruto e com a sua deficiência, pode ocorrer extravasamento do látex do fruto, acarretando, dessa forma, as ocorrências de alterações fisiológicas. Com relação aos micronutrientes, o Bo (Boro) é o mais importante para a cultura do mamoeiro, por afetar diretamente a qualidade e a produção de frutos.

A cultura do mamoeiro, atualmente distribuída por todas os regimes tropicais do Brasil, apresentou uma grande expansão de seu cultivo a partir do final da década de 1970 e o consumo dessa fruta ocorre em todo o país, mas a produção está concentrada no Nordeste e no Sudeste, onde ocorrem também as maiores produções (SOUZA *et al.*, 2016).

O Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e ocupa segundo lugar na produção do mamoeiro (*Carica papaya L.*), com uma colheita entorno de 1,5 milhões de toneladas por ano, representando cerca de 12,5% da produção mundial (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E A ALIMENTAÇÃO - FAO, 2016). A fruticultura tem grande importância para a região semiárida do Nordeste brasileiro, visto que a adoção da tecnologia da irrigação na cultura do mamoeiro tem apresentado elevadas produções (FEITOSA *et al.*, 2018). Atualmente, as variedades de mamoeiro mais cultivadas comercialmente pertencem aos grupos Solo e Formosa (EMBRAPA, 2009).

De acordo com o IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA) O Ceará é o segundo maior produtor de mamão do Nordeste e o terceiro do

Brasil. A cultura do mamão produziu cerca de 118 mil toneladas, em 2019, e ocupou uma área total de 1992 ha, o equivalente a 10% do mamão produzido no Brasil. A cultura do mamão gerou 2.120 mil empregos em 2004, deste total, 848 corresponderam a empregos diretos. Desde os incentivos à fruticultura, a produção estadual aumentou 57,12% de 1999 para 2006, passando de 40.271 para 63.276 toneladas, respectivamente, o que trouxe benefícios sociais à população (QUINTINO; KHAN; LIMA, 2010).

## 2.2 Manejo da irrigação

A irrigação tem demonstrado ser uma das alternativas para o desenvolvimento socioeconômico de diversas regiões do mundo. No entanto, ela deve ser manejada racionalmente, a fim de evitar problemas de salinização dos solos e de degradação dos recursos hídricos e edáficos, sobretudo, em regiões áridas e semiáridas, uma vez que as condições climáticas dessas regiões, muitas vezes, são extremamente favoráveis às ocorrências desses problemas (LEVIEN; MIRANDA; BEZERRA, 2012).

De acordo com o boletim da FAO (2012), a irrigação, nos próximos anos, tende a assumir um papel mais significativo nas áreas de produção, visto que há previsão das áreas irrigadas passarem por uma expansão, com expectativa de produzir mais em uma mesma quantidade de terra cultivada, a fim de suprir a demanda mundial de alimentos que vem sendo progressivamente aumentada estendendo-se também às áreas de poucos recursos e com difíceis acessos (ALEXANDRATOS; BRUINSMA, 2012). Dessa forma, o objetivo que se pretende com a irrigação é satisfazer as necessidades hídricas das culturas, aplicando a água uniformemente e de forma eficiente, de forma a assegurar que a maior quantidade seja armazenada exatamente na zona radicular da planta. Todavia, este objetivo deve ser alcançado sem alterar as características físicas e químicas dos solos e com as mínimas interferências sobre os demais fatores naturais necessários à produção agrícola (SILVEIRA, 2013).

Para Kumar, Jat e Shankar (2013), o manejo eficiente da água nas lavouras requer um cronograma preciso de irrigação que, por sua vez, requer a medição precisa do consumo de água *in loco*, onde a irrigação passa a ser aplicada para repor a umidade esgotada, de forma a possibilitar um ótimo crescimento às plantas.

Informações sobre o efeito do manejo da irrigação para as culturas são importantes para os mais diversos aspectos associados aos sistemas de produção, a saber: o conhecimento dos períodos críticos, durante os quais a deficiência de água causa sérias reduções à produção; a determinação do momento de aplicar a água às culturas, de modo a maximizar a eficiência do

seu uso, da energia elétrica, do sistema de irrigação de formas a assegurar favoráveis condições de umidade do solo para garantir a produção e o retorno dos investimentos despendidos nos cultivos (SILVA *et al.*, 2012).

No tocante ao manejo da irrigação, a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) torna-se uma variável básica e depende dos elementos meteorológicos, das culturas e dos solos, podendo ser medida diretamente (lisímetros) e ou indiretamente (equações combinadas) por vários métodos (pelo Tanque Classe A, por exemplo) (CHAVES *et al.*, 2005). Uma forma utilizada para estimar a ET<sub>c</sub>, se dá através de dados da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) e dos K<sub>c</sub>'s (coeficientes de cultura ou de cultivo). O K<sub>c</sub> representa uma integração dos efeitos de quatro características primárias que distinguem uma cultura específica da de referência, tais como: a altura, o albedo, as propriedades aerodinâmicas da folha e a evaporação da água do solo (ALLEN *et al.*, 1998).

Para determinar a evapotranspiração em cultivos irrigados por sistemas pertencentes ao método de irrigação localizada é necessário o uso de coeficiente de ajustes específico (coeficiente de localização - KI). Estima-se que, em média, a irrigação localizada umedece apenas de 1/3 a 2/3 da área, reduzindo a evapotranspiração em razão do decréscimo da área molhada, a magnitude de redução da evapotranspiração na irrigação localizada dependerá de várias características das partes evapotranspirantes das plantas como: massa foliar, superfície total das folhas e volume de copa, entre outras (PIZARRO, 1990). Dessa forma, no manejo da irrigação localizada, orna-se necessário fazer uma correção na evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), que, na prática, consiste em multiplicar a ET<sub>c</sub> por um coeficiente de localização (KI), cujo valor depende, sobretudo, da porcentagem da área sombreada e, ou, molhada do solo ao longo do ciclo da cultura.

A microaspersão é um dos sistemas pertencentes ao método da irrigação localizada, em que o objetivo consiste em formar uma faixa molhada próxima a base da planta, propiciando menor desperdício e melhor eficiência de aplicação de água pelo o sistema. Esse sistema tem sido o mais utilizado para a cultura do mamão, em substituição à aspersão convencional em diversas propriedades agrícolas. Esse sistema funciona com baixa pressão (100 a 300 kPa) e a vazão por microaspersor situa-se entre 20 e 70 L h<sup>-1</sup>. O espaçamento empregado entre microaspersores irá depender justamente do espaçamento utilizada para a espécie a ser cultivada.

Nesse tipo de sistema, a aplicação de água é realizada através de pequenos jatos, névoa ou neblina. Na contemporaneidade vem se expandido significativamente em todas as áreas do mundo, principalmente na irrigação de frutíferas. Todavia, este tipo de sistema pode

ser vulnerável à ventos fortes e às altas taxas de evaporação. Normalmente, exige mínima filtração e requerimento de manutenção menores que os outros sistemas (TESTEZLAF, 2014).

Relacionando as necessidades hídricas para a cultura, Visando a produção comercial do mamoeiro, Posse *et al.*, (2009), corroboram que o produtor deve realizar um manejo adequado de reposição hídrica, de forma a não deixar a planta passar por déficit hídrico, pois o mamoeiro é sensível ao déficit hídrico na produção de frutos comerciais, não se esquecendo de que o manejo da irrigação, na medida do possível, também deve evitar o excesso de água no solo, seja por irrigação ou por chuvas.

Dessa forma, a irrigação tem papel fundamental na produtividade do mamoeiro. Esse fato se relaciona, de acordo com o que foi apresentado por Lyra *et al.*, (2010), o mamoeiro apresenta melhor produtividade quando combinada a lamina de irrigação referente a 110% da evapotranspiração de referência, a dose de sulfato de amônio a 90 kg/ha/mês, utilizando a cultivar Golden, para as condições ambientais do norte do Espírito Santo.

### **2.3 Adubação orgânica**

A importância da matéria orgânica para melhorar o solo, em relação as suas propriedades químicas, físicas e biológicas é amplamente reconhecida. Além da definição de uma metodologia para fins de avaliação do conteúdo de matéria orgânica, vários outros procedimentos analíticos foram sendo desenvolvidos ao longo dos anos visando o entendimento das vastas funções das diferentes frações da matéria orgânica. Nesse contexto, tem sido evidenciado que as frações humificadas da matéria orgânica do solo representam um compartimento importante, justamente por realizar várias funções benéficas no sistema solo (SOUZA *et al.*, 2014).

O uso de adubos orgânicos melhora a agregação do solo, especialmente porque influenciam na infiltração e na capacidade de retenção de água, bem como na drenagem, além de beneficiar a aeração promovendo sua contribuição no balanço hídrico das culturas, bem como favorecendo a penetração de raízes (OLIVEIRA *et al.*, 2009). Adicionalmente, além da matéria orgânica, constituir uma fonte de alimento para os microrganismos que promovem a melhoria da estrutura e o arejamento dos solos, é capaz de contribuir com a manutenção da umidade e da temperatura do solo, influenciando, ainda, na fixação e na retenção dos principais elementos requeridos pelas plantas, pelo fato de elevar a capacidade de troca catiônica (JÄGER *et al.*, 2011).

De acordo com o MAPA (2012), na perspectiva da adubação orgânica, os biofertilizantes revestem de singular importância na atualidade, os quais são definidos na Instrução Normativa nº 46 de 06 de outubro de 2011, como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou sobre partes das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção, que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos. A aplicação de biofertilizantes aos solos podem induzir aumentos no ajustamento osmótico do solo, devido à acumulação de solutos orgânicos, promovendo, desta forma, a absorção de água e de nutrientes pelas plantas em diversos meios, principalmente os adversamente salinos (CAMPOS; CAVALCANTE, 2009). Quando aplicado via solo na forma líquida, proporciona melhorias na velocidade de infiltração da água, devido à presença de compostos bioativos e substâncias húmicas oriundos da fermentação da matéria orgânica (SOUZA *et al.*, 2008; ALVES *et al.*, 2009a).

#### **2.4 Água x Adubação orgânica**

A adubação orgânica demonstra que possui vários benefícios para a estrutura do solo e conseqüentemente vai impactar no desenvolvimento das plantas para o cultivo agrícola. Dessa forma, alguns estudos demonstram que a interação da adubação orgânica em conjunto com a aplicação de água, traz maiores eficiências no uso da água e com isso, aumento na produtividade da cultura agrícola.

No trabalho de Carvalho *et al.*, (2018), sobre produção de cenoura e uso eficiente da água sob cobertura morta vegetal, adubação orgânica e níveis de irrigação constatou que no uso da cobertura morta associada à adubação proporcionou maior produtividade e eficiência de uso de água (EUA) da cenoura, sendo a cobertura constituída por folhas inteiras a que apresentou melhor desempenho. A aplicação de 97% da ETC proporcionou as maiores produtividades de cenoura, embora os maiores valores de EUA tenham sido obtidos com lâminas variando de 51 a 68% da evapotranspiração da cultura.

No estudo conduzido por Mesquita *et al.*, (2016), sobre o crescimento e produção da mamoneira BRS Gabriela em função da adubação orgânica e níveis de água demonstrou que a cultivar apresentou respostas positivas da adubação orgânica sob a produção da mamoneira foram obtidas em condições de disponibilidade de água superiores a 90% da capacidade de campo e que as plantas cultivadas com 100% da disponibilidade de água no solo sob a dose de 6 L de húmus de minhoca a base de esterco bovino obtiveram as maiores produtividades.

## 2.5 Resistência do solo à penetração

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido ou consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a modificações da sua estrutura, causando-lhe compactação, interferindo na densidade do solo, na porosidade, na infiltração de água e no crescimento radicular das culturas, e, conseqüentemente, na redução da produtividade (MARIA *et al.*, 1999).

O termo compactação do solo refere-se ao processo que descreve o decréscimo de volume de solos não saturados quando uma determinada pressão externa é aplicada, a qual pode ser causada pelo tráfego de máquinas agrícolas, equipamentos de transporte ou animais (LIMA, 2004). Para a Pedologia, a compactação do solo é definida como uma alteração no arranjo de suas partículas constituintes do solo (CAMARGO; ALLEONI, 1997).

No processo de compactação, forças compactativas são aplicadas ao solo, ocorrendo um rearranjo das partículas, proporcionando maior contato entre elas, modificando a estrutura da camada arável, posteriormente o encrostamento superficial ou compactação em camadas mais profundas denominadas pé-de-grade ou pé-de-arado (GABRIEL FILHO *et al.*, 2000), observado pelo aumento da densidade e resistência mecânica à penetração.

Embora a mecanização tenha contribuído para facilitar e agilizar o trabalho do homem no campo, associado a essa técnica, tem-se, em muitas situações, a compactação do solo. A mecanização tem sido uma constante na agricultura atual, sendo a produtividade comprometida muitas vezes pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que o solo é submetido, desde o seu preparo até à colheita da cultura que nele se estabeleceu (CENTURION; DEMATTÊ, 1992).

A penetrometria ou avaliação da resistência do solo à penetração é uma metodologia interessante para se avaliar, comparativamente, a variabilidade estrutural do perfil do solo (RALISCH; TAVARES FILHO, 2002); apesar de não ser conclusivo quanto à intensidade e ocorrência de compactação do solo, permite avaliar diferentes sistemas empregados em mesmo tipo de solo.

A resistência do solo à penetração aumenta com a compactação do solo, sendo restritiva ao crescimento radicular acima de certos valores que variam de 1,5 a 3,0 MPa,

conforme Grant e Lanfond (1993); e de 2,0 a 4,0 MPa, segundo Arshad *et al.* (1996), sendo admitidos valores superiores em plantio direto, na ordem de 5,0 MPa, observados por Ehlers *et al.* (1983). Este aspecto está relacionado com a permanência da continuidade dos poros, resultante da decomposição das raízes, liberação de exsudatos radiculares, atividade biológica do solo mais efetiva, propiciando maior estabilidade dos agregados (TISDALL; OADES, 1979; 1982).

## **2.6 Análise socioeconômica dos sistemas de produção**

O processo de modernização da agricultura, observado durante o século XX no Brasil, trouxe consigo a ideia de eficiência produtiva, ou seja, necessidade de maximizar o uso dos fatores de produção, a fim de obter maiores níveis de produtividade e de rentabilidade. Nesse sentido, a administração rural se tornou uma alternativa para se identificar os principais gargalos dentro dos sistemas produtivos, levantando informações que possam gerar intervenções, a fim de aumentar as suas eficiências (VIANA; SILVEIRA, 2008).

A agricultura familiar é um relevante segmento da agricultura brasileira, estrategicamente importante para o desenvolvimento da população rural brasileira. De acordo com França, Del Grossi e Marques (2009), 84,4% dos estabelecimentos rurais brasileiros são caracterizados como familiares, abrangendo 24,3% da área ocupada pelos estabelecimentos brasileiros, responsável por 38% do valor bruto da produção (VBP) da agropecuária nacional, constituindo-se como a principal fonte geradora de empregos no meio rural. Porém, a agricultura familiar enfrenta vários obstáculos, no que se refere ao acesso aos canais de modernização de tecnologias e de renda. No que pesa a agricultura familiar, destaca-se a inexistência ou a indisponibilidade de serviços, bem como de informações especializadas e de fácil acesso ao conhecimento, que estejam dentro das realidades e disponibilidade dos produtores, que são fundamentais aspectos para que se perpetuem as sustentabilidades e as continuidades das unidades de produção familiar.

A gestão de custos é um dos fatores mais relevantes para qualquer sistema produtivo, pois baseado nos mesmos é que as decisões são tomadas. Esse aspecto garante a sobrevivência do sistema de produção no mercado. Quem não conhece os custos de produção pode estar comercializando seus produtos a um valor não condizente, ou seja, abaixo do valor de custo, fazendo com que tenha prejuízos ou acima do preço de mercado, gerando excedentes de produção sem comercialização. No geral, todos os gastos no setor produtivo, são considerados custos, ou seja, são levados em consideração para esse cálculo despesas para

produzir, embalar, vender, comprar insumos, pagar pessoal, pagar taxas e impostos, manutenção de equipamentos, manutenção da propriedade e etc. Citam-se como exemplos de fontes de custos na agricultura familiar as sementes, a aquisição de animais, a mão de obra (mesmo que de membros da família), a energia, a água, as ferramentas, enfim, tudo que acaba sendo agregado ao valor do custo total (SCHERWINSKI; LIMA, 2012).

O custo de produção é composto pelos custos diretos (mão de obra, materiais, operações de máquinas, dentre outros), que podem ser calculados com exatidão, não havendo com relação a eles qualquer restrição nas suas explicitações; e os custos indiretos, que não se associam diretamente à atividade (mão de obra indireta, depreciação de máquinas e construções, administração, serviços, etc.). O cálculo dos custos indiretos, ao contrário da exatidão dos custos diretos, pode, em muitos casos, estar longe da realidade, por ter despesas que muitas vezes não são computadas, tendo em vista que corriqueiramente negligenciam-se as necessidades de serem rateados determinados custos entre mais produtos (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2012).

Os custos podem ser qualificados de outras formas distintas. Tais classificações se denominam em custos fixos e variáveis. De acordo com Atkinson *et al.* 2011, p. 183, custos fixos são aqueles que não mudam com alterações no nível de produção (ou de vendas) em curtos períodos de tempo. Por exemplo, o aluguel e o seguro de uma fábrica não mudarão, mesmo se a produção cair 5 a 10 %. Custos variáveis são aqueles que mudam em proporção às alterações no nível de produção (ou de vendas). Por exemplo, os custos de materiais diretos podem aumentar em 20% quando a produção cresce na mesma proporção (20%). Dessa forma, se faz necessário que o produtor possua um conhecimento do aporte financeiro que entra e sai de seu negócio.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área do experimento

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2019 a julho de 2020, no município de Pentecoste, Ceará, em uma área pertencente ao PRECE (Programa de Educação em Células Cooperativas), com coordenadas geográficas de 39°12'46" de longitude e 03°55'20" de latitude e 56 m de altitude. Na Figura 1, visualiza-se a área do experimento, após as operações de preparo do solo, como o processo de aração e de formação dos camalhões.

Figura 1 - Área do experimento onde foi instalada a cultura do mamoeiro



Fonte: Autor (2019).

A região apresenta clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo BSw'h', quente e semiárido, com chuvas irregulares distribuídas de fevereiro a maio, precipitação pluviométrica média anual de 860 mm, evaporação de 1.475 mm, temperatura média anual em torno de 26,8 °C e umidade relativa média do ar de 73,7%. A área experimental possui relevo razoavelmente plano e solo local classifica-se como luvisolos (EMBRAPA, 2019).

Os atributos físicos e químicos do solo da área experimental encontram-se apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Dentre as características edáficas gerais do

solo pertencente à área experimental, denotam-se a textura franco arenosa, a boa drenabilidade, a ausência de riscos de problemas de salinidade elevada, bem como uma sodicidade adequada ao cultivo de frutíferas. O pH está dentro da faixa ideal para o cultivo do mamoeiro, entre 5,5 e 6,7 (EMBRAPA, 2004).

Tabela 1 - Atributos físicos do solo da área do experimento.

Atributos físicos	Profundidade (0 - 0,20 m)
Areia grossa (g kg <sup>-1</sup> )	484
Areia fina (g kg <sup>-1</sup> )	233
Silte (g kg <sup>-1</sup> )	162
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	121
Argila natural (g kg <sup>-1</sup> )	81
Classificação textural	Franco-arenosa
Densidade do solo (kg m <sup>-3</sup> )	1.270
Densidade de partículas (kg m <sup>-3</sup> )	2.640

Fonte: Laboratório de Análises de Solos, Águas, Tecidos e Adubos – UFC (2019).

Tabela 2 - Atributos químicos do solo da área do experimento.

Atributos químicos	Profundidade (0 - 0,20 m)
Cálcio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	7,40
Magnésio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	2,20
Sódio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,10
Potássio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,38
Hidrogênio + Alumínio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	1,49
Alumínio (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	0,20
Soma de bases (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	10,1
CTC (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	11,6
Saturação por base (%)	87
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	9,41
Fósforo assimilável (mg kg <sup>-1</sup> )	39
PST	1,00
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,34
Carbono (g kg <sup>-1</sup> )	5,46
Nitrogênio (g kg <sup>-1</sup> )	0,55
C/N	10,1
pH	6,3

Fonte: Laboratório de Análises de Solos, Águas, Tecidos e Adubos – UFC (2019).

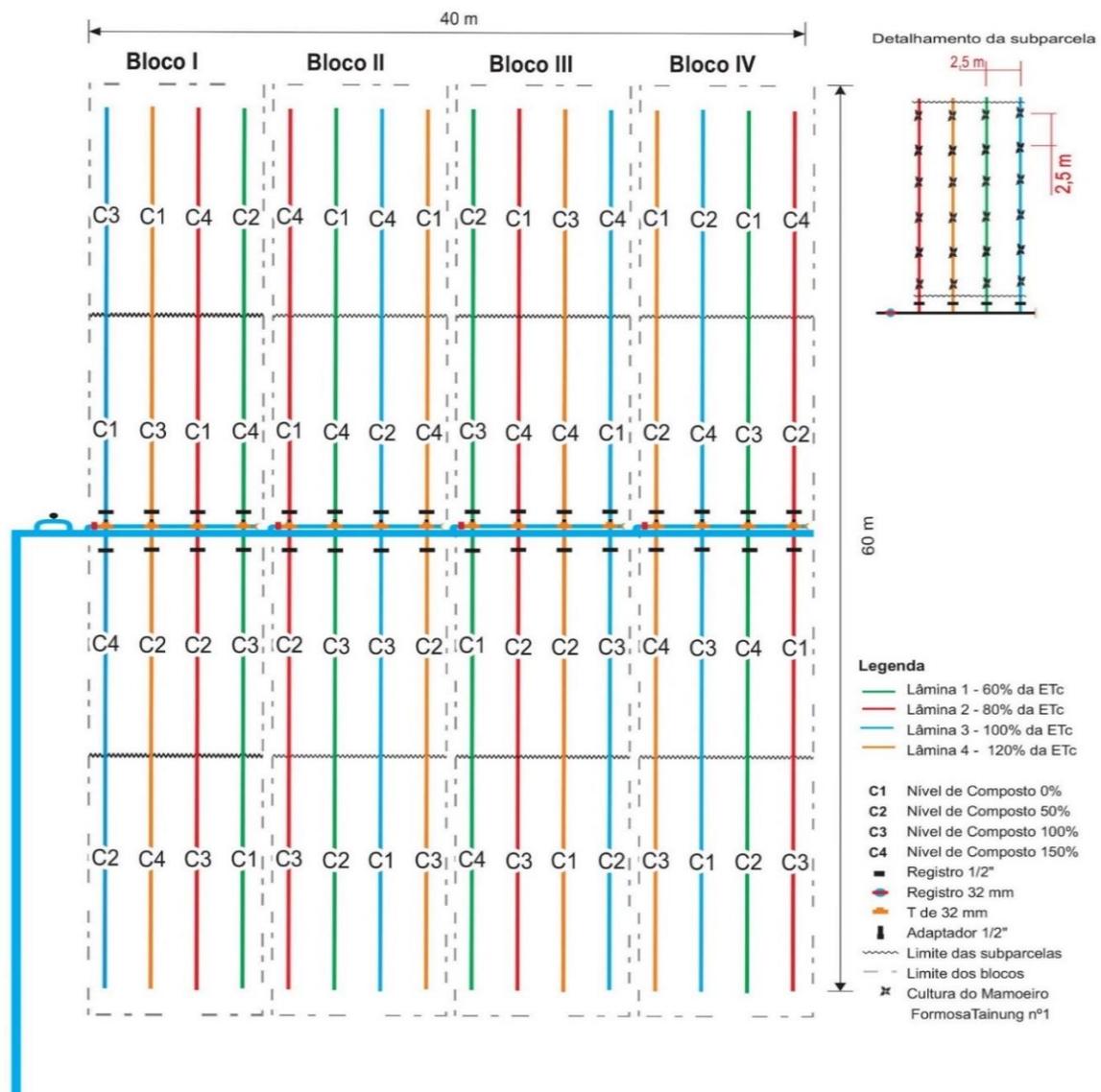
### 3.2 Delineamento experimental e caracterização dos tratamentos

O experimento foi realizado em blocos ao acaso, no arranjo de parcelas subdivididas, constituído por quatro blocos com quatro tratamentos primários alocados nas parcelas e quatro tratamentos secundários dispostos nas subparcelas.

As parcelas foram constituídas por níveis de irrigação correspondentes a 60%, 80%, 100% e 120% da evapotranspiração da cultura (ETc) e as subparcelas por quatro níveis de composto orgânico correspondentes a 0%; 50%; 100% e 150% da dose requerida pela cultura, de acordo com a recomendação proposta por Cunha e Haag (1980), parcelados conforme a marcha de absorção estabelecida pelos referidos autores.

O experimento foi conduzido com a cultura do mamoeiro, cultivar “Tainung nº 1” do Grupo Formosa, a qual foi estabelecida no campo conforme o espaçamento de 2,5 x 2,5 m, totalizando 64 subparcelas experimentais, conforme o croqui do delineamento experimental contido na Figura 2.

Figura 2 - Croqui do delineamento experimental.



Fonte: Autor (2019).

As parcelas possuíam uma área de 60 m<sup>2</sup> (1,0 x 60,0 m) e a subparcela uma área de 15,0 m<sup>2</sup> (1,0 x 15,0 m) com seis plantas, sendo considerada área útil as três plantas centrais.

Na Tabela 3, apresentam-se os atributos químicos do composto orgânico utilizado no experimento. O composto orgânico foi constituído principalmente de esterco bovino, proveniente de propriedade próxima a área do experimento, o composto foi irrigado diariamente uma única vez ao dia. O composto orgânico ficou pronto para uso por volta de 30 dias. A adubação com composto orgânico foi parcelada em três aplicações, a intervalos de 60 dias, de acordo com o nível de cada tratamento (sem adubação, 50% da adubação requerida, 100% da adubação requerida e 150% da adubação requerida), conforme Tabela 4.

Tabela 3 - Atributos químicos do composto orgânico.

Atributos químicos	Valores
Cálcio (cmolc dm <sup>-3</sup> )	19,0
Magnésio (cmolc dm <sup>-3</sup> )	28,0
Sódio (mg dm <sup>-3</sup> )	1,88
Potássio (cmolc dm <sup>-3</sup> )	16,67
Fósforo (cmolc dm <sup>-3</sup> )	1,53
Alumínio (cmolc dm <sup>-3</sup> )	0
pH	8,8

Fonte: Laboratório de Análises de Solos, Águas, Tecidos e Adubos – UFC (2019).

Tabela 4 - Nível do tratamento (%) e dose do composto orgânico (kg planta<sup>-1</sup>).

Adubação	Sem C.O	50% do C.O	100% do C.O	150% do C.O
1º	0	1,2	2,4	3,6
2º	0	1,8	3,6	5,4
3º	0	3,5	7	10,5

Fonte: Autor (2020).

### 3.3 Instalação e condução do experimento

O preparo da área foi realizado inicialmente por meio da retirada de árvores (algarobas) e roçagem de restos vegetais presentes na área, em julho de 2019. Foram distribuídos 30 kg de composto orgânico por 1,0 m<sup>2</sup>, 30 dias antes da instalação da cultura no campo, sendo incorporado para todos os tratamentos, seguido do revolvimento do solo para a incorporação do composto. Os camalhões nos quais a cultura foi estabelecida, foram construídos com um terraceador e acabamento manual com auxílio de ferramentas agrícolas.

Os camalhões possuíam 60 m de comprimento, 1,5 m de largura e espaçamento de 2,5 m. As mudas de mamoeiro do tipo Formosa, cultivar “Tainung 1” (*Carica papaya* L.) foram produzidas em sacos de polietileno com dimensões 0,10 m x 0,09 m e volume de 810 mL, preenchidos com substrato na proporção de 1:1:1, contendo húmus de minhoca, areia grossa e arisco, respectivamente (Figura 3). Na sementeira foi colocada uma semente por saco, com posterior desbaste 15 dias após a sementeira (DAS). As mudas permaneceram em casa de vegetação com sombrite de 50%.

Figura 3 - Sementeira manual do mamão.



Fonte: Autor (2019).

O transplântio ocorreu aos 30 dias após a sementeira (DAS), ocasião, na qual, as mudas apresentavam duas folhas definitivas. O replântio ocorreu em até 15 dias após o transplântio das mudas (DAT). Após o transplântio, realizou-se um tutoramento inicial, com auxílio de fitilho para evitar eventuais tombamentos que poderiam ser causados pela ação do vento local.

A adubação de cobertura foi realizada de acordo com as doses definidas para aplicação no experimento: 0, 50, 100 e 150% da dose requerida para a cultura. O requerimento de adubação orgânica para a cultura foi baseado na marcha de absorção de nutrientes para a cultura do mamoeiro proposto por Cunha e Haag (1980).

As desbrotas ocorreram semanalmente, sendo retiradas todas as brotações laterais, a partir do início da floração do mamoeiro. Quando necessário, foram realizadas capinas e retiradas de ervas daninhas por meio manual ou com auxílio de roçadeiras. O controle de pragas e doenças foi realizado com produtos alternativos recomendados para o cultivo orgânico.

Na área do experimento foi aplicado biofertilizante, quinzenalmente, com intuito de promover o desenvolvimento das plantas de mamoeiro. O biofertilizante foi aplicado via aérea, principalmente nos primeiros meses de cultivo, com o auxílio de uma bomba costal. Para o preparo do biofertilizante foram utilizados os ingredientes na seguinte proporção: 150 kg de esterco bovino não curtido, 150 kg de restos vegetais (folhas, bagaço de cana, restos de frutas e vegetais), 30 kg de cinzas vegetais e 700 L de água. Esses ingredientes foram diluídos em um recipiente e foi revolvido duas vezes ao dia. O resultado final do preparo do biofertilizante pode ser visto na figura 4.

Figura 4 - Biofertilizante em processo de preparo nas imediações da área do experimento.



Fonte: Autor (2019).

### 3.4 Sistema de irrigação e manejo de água à cultura

O método de irrigação utilizado foi localizado, através do sistema do tipo microaspersão, com emissores do tipo bailarina, espaçados em 2,50 m, com vazão de 89 L h<sup>-1</sup> e pressão de serviço de 30 mca, com tubos de polietilenos de 16 mm. A manutenção do sistema consistiu em fazer regularmente a lavagem do filtro de discos e das linhas laterais, com abertura no final das linhas para eliminar incrustações de partículas formadas no interior das mesmas.

Na implantação do sistema de irrigação, no sentido de verificar a uniformidade de distribuição de água na superfície foi utilizada a metodologia proposta por Keller e Karmeli (1975), modificada por Denículi *et al.* (1980), que consiste na coleta da vazão dos microaspersores em oito pontos ao longo da linha lateral e em quatro linhas laterais, ao longo da linha de derivação. As linhas laterais selecionadas foram aquelas situadas no início da linha de derivação, a 1/3 da origem da linha de derivação, a 2/3 da origem da linha de derivação e no final desta.

Dessa forma, foram avaliados o coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) e o coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), conforme equações 1 e 2, respectivamente.

$$CUC = 100 \left[ 1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right] \quad (01)$$

Em que:

CUC: Coeficiente de uniformidade de Christiansen, em %;

n - Número de coletores;

x<sub>i</sub> - Altura de precipitação coletada no iésimo coletor, em mm;

$\bar{x}$  - Altura de precipitação média nos coletores, em mm.

$$CUD = 100 * \frac{\bar{x}}{\bar{X}} \quad (02)$$

Em que:

CUD - Coeficiente de uniformidade de distribuição, em %;

$\bar{x}$  - Média de precipitações do quartil inferior, em mm;

$\bar{X}$  - Média das precipitações considerando todos os coletores, em mm.

Após a realização dos testes, o valor de CUC e CUD obtido foi de 89% e 90%, respectivamente.

A fonte de água para a irrigação foi proveniente de um poço amazonas de 6,0 m de profundidade e 5,0 m de diâmetro, localizado à margem esquerda do Rio Canindé. Na Tabela 5 são apresentados atributos de qualidade da água usada na irrigação.

Tabela 5 – Atributos de qualidade da água utilizada na irrigação.

Atributos da qualidade da água		
	Valor	Unidade
pH	6,9	-
K	0,1	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Ca <sup>2+</sup>	4,8	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Mg <sup>2+</sup>	5,8	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Na <sup>+</sup>	4,0	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
Cl	10,2	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
HCO <sup>3-</sup>	4,6	mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>
CE	1,46	dS m <sup>-1</sup>
Sólidos solúveis	1.460	mg L <sup>-1</sup>
RAS	1,23	-
Classificação	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>	

Fonte: Laboratório de Análises de Solos, Águas, Tecidos e Adubos – UFC (2016).

De acordo com os resultados da análise de água, verifica-se que a condutividade elétrica para a cultura do mamoeiro apresentou valor de salinidade aceitável, em termos de tolerância e baixo teor de sódio. De acordo com a classificação de riscos de problema de infiltração no solo causados pela sodicidade na água a água para a irrigação não apresenta problemas de infiltração no solo (AYERS; WESTCOT, 1991). A cultura do mamoeiro apresenta tolerância a salinidade da água de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. Trata-se de uma cultura considerada moderadamente tolerante à salinidade, suportando níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação do solo entre 3,0 e 6,0 dS m<sup>-1</sup> sem inibição do crescimento e da sua capacidade produtiva (AYERS; WESTCOT, 1999). Apesar da sensibilidade das plantas frutíferas, existem, entre as espécies, variações significativas de tolerância à salinidade, entre as quais está inserida a cultura do mamoeiro.

De acordo com Mesquita *et al.* (2012), apesar da maior tolerância do mamoeiro aos sais, comparativamente a outras frutíferas como bananeira, goiabeira e gravioleira, o cultivo do mamoeiro irrigado nas áreas semiáridas brasileiras tem provocado aumento da concentração salina no solo pelo elevado conteúdo salino das águas.

Adotou-se uma frequência diária de irrigação, sendo a aplicação da água realizada em dose única, no horário das 7 h, para minimizar os efeitos causados pela deriva dos ventos.

O requerimento de água da cultura foi obtido por meio da leitura em um tanque Classe A, localizado na área do experimento, sendo seu valor obtido pelo produto da evaporação medida no tanque (ECA), o coeficiente do tanque (Kt) e o coeficiente da cultura (Kc) do mamoeiro para cada estágio de desenvolvimento, conforme Montenegro, Bezerra e Lima (2004) e explicitado na Tabela 6.

Tabela 6 - Coeficientes de cultura do mamoeiro nas diferentes fases da cultura, conforme proposto por Montenegro, Bezerra e Lima (2004).

Estádios	KC's para a cultura do mamoeiro
Vegetativo	0,64
Floração/Frutificação	1,16
Frutificação/Maturação	1,19

O tempo de irrigação foi obtido pela seguinte equação:

$$T_i = \frac{(ET_c \times E_1 \times E_2)}{(E_a \times n \times q)} \quad (03)$$

Em que:

ET<sub>c</sub>: evapotranspiração da cultura (mm);

E<sub>1</sub>: espaçamento entre emissores (m);

E<sub>2</sub>: espaçamento entre linhas laterais (m);

E<sub>a</sub>: eficiência de aplicação do sistema de irrigação (Obtido pelo valor de CUC);

n: número de emissores por planta; e

q: vazão média do emissor (L/h).

A fim de garantir um desenvolvimento uniforme das plantas no início do ciclo, todos os tratamentos receberam a dotação de água requerida pela cultura nos primeiros 30 dias após o transplântio (100% da ET<sub>c</sub>).

A colheita dos frutos foi realizada quando os mesmos passaram do verde escuro para o verde claro e apresentavam uma ou duas estrias ligeiramente amareladas, destacando-se da planta por uma simples torção. As colheitas foram realizadas semanalmente, compreendendo o período de abril a julho de 2020. A produtividade final obtida para cada subparcela encontra-se destacada no apêndice A.

No cálculo da produtividade final do mamoeiro, levou-se em consideração o número de falhas da parcela experimental, sendo realizada a correção do peso de campo conforme metodologia proposta por Zuber (1942), de acordo com a expressão:

$$PCC = PC * \frac{T-0,3.F}{T-F} \quad (04)$$

Em que:

PCC - peso de campo corrigido (kg);

PC - peso de campo (kg);

T - número total de plantas por subparcela, na área útil;

F - Número de plantas perdidas por subparcela, na área útil.

Assim, os tratamentos de irrigação impostos às parcelas foram aplicados a partir dos 31 dias após o transplântio, mediante a variação do tempo de irrigação, controlado através de registros que foram instalados ao início de cada linha lateral.

### 3.5 Variáveis analisadas

#### 3.5.1 Produtividade da água de irrigação (PAir)

A produtividade da água de irrigação foi obtida pela relação entre os valores de produtividade total ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e as respectivas quantidades de água aplicada por unidade de área ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) em cada tratamento durante o cultivo, de acordo com a equação 5:

$$PAir = \frac{Y}{W} \quad (05)$$

Em que:

PAir - Produtividade da água de irrigação,  $\text{kg m}^{-3}$ ;

Y- Produtividade da cultura,  $\text{kg ha}^{-1}$ ; e

W - Volume total de água aplicada por unidade de área no ciclo da cultura,  $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

O preço de venda do produto (2,00 R\$  $\text{kg}^{-1}$ ) permitiu a obtenção da produtividade da água de irrigação em R\$  $\text{m}^{-3}$ .

#### 3.5.2 Eficiência do uso do composto orgânico

O índice de eficiência do uso do composto orgânico foi calculado por meio da relação do incremento da produção pela quantidade de composto orgânico aplicado em cada tratamento, conforme a equação 06:

$$EUC = \frac{Y_t - Y_0}{C_t} \quad (06)$$

Em que:

EUC - é a eficiência do uso do composto orgânico, em quilogramas de mamão orgânico produzida por quilograma de composto aplicado ( $\text{kg kg}^{-1}$ );

$Y_t$  - é a produtividade de mamão orgânico no tratamento “t”, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

$Y_0$  - é a produtividade de mamão orgânico no tratamento testemunha, em  $\text{kg ha}^{-1}$ ;

$C_t$  - é a quantidade de composto orgânico aplicado no tratamento “t”, em  $\text{kg ha}^{-1}$ .

### 3.5.3 Função de produção

Neste experimento, os fatores de produção água (W) e composto orgânico (C), constituíram-se nas variáveis independentes e a produtividade da cultura (Y) na variável dependente. Na obtenção da função de produção foram testados dez modelos estatísticos que, de acordo com Aguiar (1989), mostram-se bastante satisfatórios, com relação às pesquisas de campo, para representação da função de produção de uma cultura.

Assim, os modelos propostos foram testados a partir de análise de regressão, utilizando-se o software SAS SYSTEM. Na eleição dos modelos empregados para descrever a relação funcional entre os fatores de produção água e composto orgânico com a produtividade, optou-se por aquele que melhor se ajustou aos dados do experimento, tendo em vista os coeficientes de determinação  $r^2$  e  $r^2$  ajustado, o valor do teste F da análise de variância, os valores do teste t para todos os coeficientes, os sinais das variáveis dos modelos analisados e os aspectos relacionados ao comportamento físico do processo.

Os modelos estatísticos testados foram:

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^{0,5} + b_4C^{0,5} + b_5W^{0,5}C^{0,5} + e_i \quad (06)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^{0,5} + b_4C^{0,5} + b_5WC + e_i \quad (07)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^{0,5} + b_4C^{0,5} + e_i \quad (08)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^2 + b_4C^2 + b_5WC + e_i \quad (09)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^2 + b_4C^2 + e_i \quad (10)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C + b_3W^{1,5} - b_4C^{1,5} + b_5WC + e_i \quad (11)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W + b_2C - b_3W^{1,5} - b_4C^{1,5} + e_i \quad (12)$$

$$\hat{Y} = b_0 + b_1W - b_2W^2 - b_3C^2 + e_i \quad (13)$$

$$\hat{Y} = b_1W + b_2C - b_3W^2 - b_4C^2 + b_5WC + e_i \quad (14)$$

$$\hat{Y} = b_1W + b_2C - b_3W^2 - b_4C^2 + e_i \quad (15)$$

### ***3.5.4 Resistência à penetração do solo***

A resistência à penetração do solo foi determinada utilizando-se o penetrômetro de Impacto Modelo IAA/Planalsucar - Stolf (Figura 5), a partir da superfície do solo até a profundidade de 0,30 m, em cada subparcela do experimento, totalizando 64 pontos avaliados. A análise de resistência a penetração foi realizada após o início da colheita do mamoeiro. Com isso, foi realizado o teste de resistência à penetração do solo para o fornecimento de dados a respeito do grau de compactação do solo.

Para compilação dos dados de resistência à penetração obtidos no experimento, foi utilizado o programa de computação de dados em excel - vba (UFSCAR, 2011). Os gráficos gerados a partir dos dados obtidos de resistência encontram-se no apêndice B.

Figura 5 - Manuseio do penetrômetro de impacto no solo



Fonte: Autor (2020).

### ***3.5.5 Análise econômica do sistema de produção***

Na avaliação econômica da unidade de produção foi realizado o cálculo do valor agregado e da renda da unidade de produção como um todo, conforme a metodologia proposta por Silva Neto (2016). O valor agregado do sistema de produção foi obtido pela equação 16:

$$VA = PB - CI - D \quad (16)$$

Em que:

VA – Valor agregado (R\$);

VBP – Valor bruto de produção (valor monetário total, em R\$);

CI – Consumo intermediário (valor monetário dos bens e serviços consumidos durante o ciclo de produção, em R\$).

D – Depreciação de equipamentos e instalações (valor monetário consumido em vários ciclos de produção, em R\$).

O VBP foi obtido em cada subparcela pelo produto da produção do mamão (kg) pelo preço de venda do produto (R\$ kg<sup>-1</sup>) adotado na região.

A depreciação está representada pela cota anual de depreciação das máquinas e equipamentos, considerando que possui uma vida útil de 10 anos e que a depreciação de cada período é constante, baseando-se no Método Linear.

Segundo Szuster et al., (2011, p.331), a depreciação pode ser apresentada de duas maneiras: “(a) Uma visão estatística: que ilustra as perdas – desgaste pelo uso, ação da natureza e obsolescência tecnológica; (b) Uma visão dinâmica: que ilustra a depreciação como agente gerador de benefícios futuros, sendo um reconhecimento contábil do que se esperava”.

Para a depreciação foi utilizado o método linear, com base na perspectiva da reprodução social, baseando-se não no seu valor em um determinado ano, mas no seu valor médio, o qual é constante, considerando a sua vida útil, sem valor residual, para os itens financiados, conforme equação 17.

$$D_m = (V_o - V_R) / V_U \quad (17)$$

Em que:

D<sub>m</sub> - Depreciação média (R\$);

V<sub>o</sub> - Valor no momento da aquisição (ano zero, R\$);

V<sub>R</sub> - Valor residual (R\$);

V<sub>U</sub> - Vida útil do equipamento (R\$).

### ***3.5.6 Análise econômica para a agricultura irrigada***

A partir da distribuição do valor agregado pode-se calcular, para cada unidade de produção, a remuneração dos diferentes agentes que participam direta ou indiretamente da produção, incluindo a renda dos agricultores que é definida a partir da equação 18:

$$RA = VA - J - S - I \quad (18)$$

Em que:

RA - Renda do agricultor (R\$);

VA - Valor agregado (R\$);

J - Juros pagos aos bancos (ou outro agente financeiro, R\$);

S - Salários pagos a trabalhadores (eventuais ou permanentes, R\$);

I - Impostos e taxas pagas ao Estado (R\$).

A partir do cálculo do valor agregado (VA) e da renda do agricultor (RA) proporcionados pelos sistemas de produção foram elaborados modelos lineares para descrever os resultados econômicos, nesse caso o valor agregado ou renda dos sistemas de produção em relação à superfície agrícola útil por unidade de trabalho (SAU/UT).

Esses modelos lineares foram correlacionados a um nível de reprodução social, que representa o nível de renda mínima anual que o agricultor deve ter para que o mesmo possa se estabelecer socialmente perante as condições econômicas da região. Nesse caso, foi considerado a renda mensal de um salário mínimo do ano em vigência. Assim dado um modelo linear:

$$Y = a x + b, \quad (19)$$

Em que:

“Y” - Resultado econômico (valor agregado ou renda);

“a” - incremento de resultado econômico por unidade de área,

“x” - área ocupada pelo sistema de produção e

“b” - custo fixo.

### ***3.5.7 Análise estatística***

A partir da obtenção dos resultados foi realizada a análise de estatística utilizando-se o programa ASSISTAT. Foi aplicada a análise de variância nos tratamentos com o composto orgânico e nos níveis de irrigação, ambos em nível de 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Produtividade do mamoeiro aos fatores de produção água e composto orgânico

Os valores médios de produtividade do mamoeiro no primeiro ciclo de cultivo em função dos fatores de produção água e adubo orgânico são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Produtividade média do mamoeiro no primeiro ciclo de cultivo em kg ha<sup>-1</sup> em função dos fatores de produção água e composto orgânico.

Níveis de água (mm)	Doses do composto orgânico (kg planta <sup>-1</sup> )				Médias
	0	6,5	13,0	19,5	
1.122,8	24.761	20.772	30.216	25.015	25.191
1.497,1	28.084	26.911	11.033	32.910	24.734
1.871,4	19.531	22.820	<b>42.178</b>	24.654	27.296
2.245,6	25.092	33.545	22.274	31.423	28.084
Médias	24.367	26.012	26.425	28.501	

Fonte: Autor (2020).

Dos resultados, evidencia-se que a máxima produtividade do mamoeiro de 42.178 kg ha<sup>-1</sup> foi obtida com os níveis dos fatores equivalentes à aplicação do requerimento de água da cultura e da adubação requerida, de acordo com a análise de solo e a marcha de absorção de nutrientes proposta por Cunha e Haag (1980), num total de 13 kg planta<sup>-1</sup>. A produtividade média nacional está em torno de 42.000 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2020) para o sistema de produção convencional. Corroborando com a pesquisa, Garcia, Bezerra e Freitas (2007), avaliando o comportamento produtivo do mamoeiro formosa na Chapada do Apodi, sob diferentes lâminas de irrigação, obtiveram uma produtividade máxima de 38.980 kg ha<sup>-1</sup> para o sistema convencional, com a aplicação de água correspondente à necessidade de água da cultura. Demonstrando que o fator água, é preponderante para a produção do mamoeiro e forma que é aplicado para suprir os requerimentos da cultura.

No tocante ao fator de produção adubação orgânica, denota-se que a menor produtividade média foi obtida no tratamento C<sub>1</sub>, que corresponde às subparcelas que não receberam adubação orgânica, mostrando a importância e o efeito do adubo orgânico sobre a produtividade da cultura. Com relação ao fator água, percebe-se que as menores medias, advém do tratamento L1 e L2 que recebem déficit de irrigação do requerido pela cultura, demonstrando a importância desse fator para a produtividade.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância do rendimento do mamão em função dos fatores de produção água e composto orgânico.

Causas da Variação	GL	Teste F	Prob. > F
Lâminas de água	3	0,29011	0,83156 <sup>ns</sup>
Composto	3	0,39604	0,75662 <sup>ns</sup>
Água x composto	9	2,56149	0,02172 <sup>*</sup>
CV% (Água)	45,636		
CV% (Nitrogênio)	41,055		

Fonte: Autor (2020). C.V. - Coeficiente de Variação; G.L. - Graus de Liberdade; ns - Não significativo a nível de 5%; \* - Significativo a nível de 5%.

O resumo da análise de variância da produtividade do mamoeiro apresentado na Tabela 8 demonstra que os fatores de produção em estudo isoladamente, não apresentaram efeitos significativos em nível de 5%. Não obstante a interação entre os dois fatores, água e composto orgânico, mostraram significância em nível de 2,17% sobre o rendimento do mamão.

A interação entre os fatores água e composto orgânico pode sugerir a suposição de dependência destes fatores, os quais podem ser explicados pela necessidade de um bom nível nutricional e aporte hídrico adequado à cultura.

#### 4.2 Ajuste estatístico dos modelos de regressão múltipla

Na Tabela 9 é apresentado o resumo das análises de regressão múltipla para os dez modelos estatísticos testados (Equações 01 a 10), da produtividade do mamoeiro em função dos fatores de produção água (W) e composto orgânico (C).

Os resultados demonstraram que nenhum dos modelos apresentou-se significativo pelo teste F em nível de 1% de probabilidade.

A não significância de nenhum dos modelos estatísticos deve estar associada ao fator adensamento do solo na camada de 0 – 0,30m de profundidade, o qual só foi possível ser identificado após averiguações ao longo do experimento por meio do desenvolvimento das plantas e ao final com um estudo detalhado em nível de subparcela sobre a resistência à penetração do solo, conforme a seguir discutido.

Tabela 9 - Análise de regressão múltipla da produtividade do mamoeiro (Y) em função dos fatores de produção (W) e composto orgânico (C).

Modelos		Parâmetros						r <sup>2</sup>	r <sup>2</sup> ajust	F	Prob>F
		B0	B1	B2	B3	B4	B5				
1	Parâm. Est.	54971,1	19,3725	198,824	-1552,1	-3492,5	85,5957	0,09298	-0,3605	-0,3605	0,95289
	Prob > t	0,73281	0,84362	0,85023	0,8456	0,7503	0,72657				
2	Parâm. Est.	47697,2	18,2233	0,32066	-1325,9	-7,6893	0,11786	0,08403	-0,374	0,18347	0,96243
	Prob > t	0,76552	0,85382	0,99984	0,86805	0,99867	0,86518				
3	Parâm. Est.	45761,8	19,3725	198,824	-1325,9	-7,6893	-----	0,08125	-0,2528	0,24319	0,90786
	Prob > t	0,7633	0,83677	0,84366	0,86158	0,99861	-----				
4	Parâm. Est.	27300,3	-5,6271	-51,006	0,00222	2,54538	0,11786	0,08371	-0,3744	0,18272	0,96275
	Prob > t	0,52719	0,9129	0,97372	0,88283	0,95935	0,8652				
5	Parâm. Est.	25364,9	-4,478	147,497	0,00222	2,54538	-----	0,08093	-0,2533	0,24216	0,90849
	Prob > t	0,52201	0,92656	0,87897	0,87707	0,95733	-----				
6	Parâm. Est.	29534	-13,558	-61,132	0,25145	13,4582	0,11786	0,08377	-0,3743	0,18286	0,96269
	Prob > t	0,59503	0,89278	0,97609	0,87782	0,97104	0,8652				
7	Parâm. Est.	27598,6	-12,409	137,371	0,25145	13,4582	-----	0,08099	-0,2532	0,24236	0,90837
	Prob > t	0,5939	0,89674	0,93126	0,87181	0,9696	-----				
8	Parâm. Est.	25364,9	-4,478	147,497	0,00222	2,54538	-----	0,08093	-0,2533	0,24216	0,90849
	Prob > t	0,52201	0,92656	0,87897	0,87707	0,95733	-----				
9	Parâm. Est.	27300,3	-5,6271	-51,006	0,00222	2,54538	0,11786	0,08371	-0,3744	0,18272	0,96275
	Prob > t	0,52719	0,9129	0,97372	0,88283	0,95935	0,8652				
10	Parâm. Est.	25364,9	-4,478	147,497	0,00222	2,54538	-----	0,08093	-0,2533	0,24216	0,90849
	Prob > t	0,52201	0,92656	0,87897	0,87707	0,95733	-----				

### 4.3 Resistência à penetração do solo x produtividade

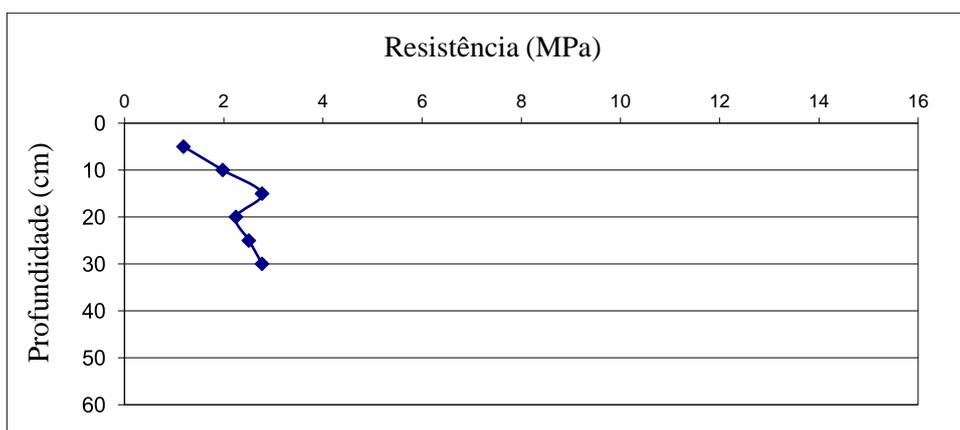
Conforme mencionado anteriormente, em algumas subparcelas da área em estudo, os dados de produtividade em algumas repetições se apresentaram bem aquém do esperado, comparativamente a outras repetições que receberam os mesmos tratamentos primários e secundários. O que pode ser demonstrado pelos coeficientes de variação apresentados na tabela 8, corroborando que houve uma variabilidade significativa nos fatores água e composto orgânico.

Dessa forma, fez-se necessário elencar possíveis causas do que poderia ter ocorrido na área do experimento. Diante disso foi considerada a possibilidade de impedimentos mecânicos no solo, principalmente nesses pontos que obtiveram perdas na produtividade.

De maneira geral, a compactação altera atributos físicos do solo, comumente com o aumento da densidade do solo e da resistência mecânica à penetração (BERTOL *et al.*, 2000), tendo como consequência, limitações ao crescimento vegetativo e comprometendo o rendimento das culturas.

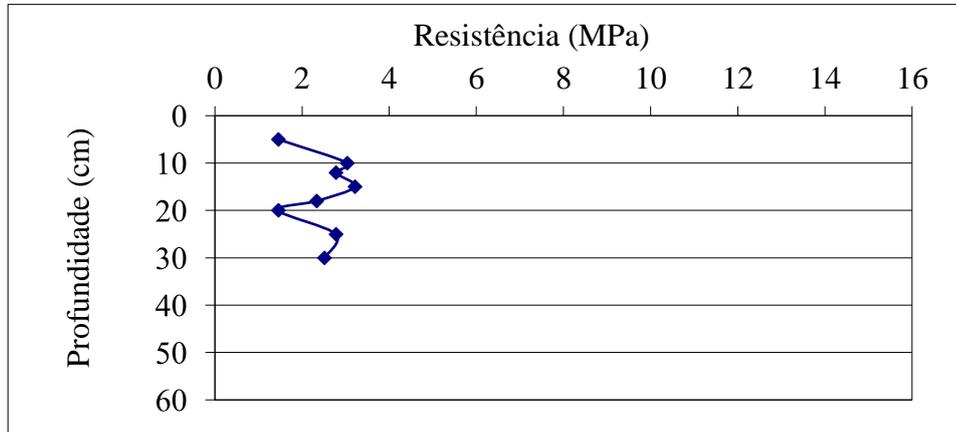
Considerando que a maior parte da disposição radial do mamoeiro se concentra principalmente na faixa de 0,30 m de profundidade do solo, verifica-se que em base aos dados contidos na Figura 6, a resistência à penetração próximo ao valor de 10 MPa à profundidade de 0,20 m, acarretando, assim, grande interferência no desenvolvimento radicular da cultura do mamoeiro, e conseqüentemente baixa produtividade, a qual nesta subparcela foi de apenas 4.169 kg ha<sup>-1</sup>. Em contrapartida, em outra subparcela, conforme se observa na Figura 7, a resistência à penetração em profundidade apresentou valores adequados para o desenvolvimento radicular, não limitando assim o desenvolvimento adequado da cultura, cuja produtividade foi de 47.667 kg ha<sup>-1</sup>.

Figura 6 - Resistência à penetração do solo em um dos locais (tratamento L1C4) que apresentaram baixa produtividade na área do experimento.



Fonte: Autor (2020).

Figura 7 - Resistência a penetração do solo em local (tratamento L3C3) com alta produtividade na área do experimento.



Fonte: Autor (2020).

Os dados de resistência à penetração corroboram com estudo desenvolvido por Beutler *et al.* (2001).

Foloni *et al.* (2003) avaliaram os efeitos da compactação do solo em cultivo de milho, e constataram que o impedimento físico em subsuperfície alterou a distribuição do sistema radicular das plantas no perfil do solo. Os autores recomendam um diagnóstico prévio das condições físicas do solo, tendo em vista que a restrição física ao desenvolvimento radicular certamente irá proporcionar prejuízos ao desenvolvimento da cultura.

#### 4.4 Produtividade da água de irrigação

Nas Tabelas 10 e 11 apresentam-se os valores médios de produtividade da água de irrigação da cultura do mamoeiro em função dos fatores de produção água e composto orgânico expressos em  $\text{kg m}^{-3}$  e  $\text{R\$ m}^{-3}$ , respectivamente.

Tabela 10 - Produtividade da água de irrigação ( $\text{kg m}^{-3}$ ) da cultura do mamoeiro, cultivar “Tainung nº 1”, em função dos fatores de produção água e composto orgânico no município de Pentecoste – CE.

Níveis de água (mm)	Níveis de composto orgânico ( $\text{kg ha}^{-1}$ )				Médias
	0	10.400	20.800	31.200	
11.228,2	2,21	1,85	2,69	2,23	2,24
14.970,9	1,88	1,80	0,74	2,20	1,65
18.713,7	1,04	1,22	<b>2,25</b>	1,32	1,46
22.456,4	1,12	1,49	0,99	1,40	1,25

Médias	1,56	1,59	1,67	1,79	1,65
--------	------	------	------	------	------

Fonte: Autor (2020).

Tabela 11 - Produtividade da água de irrigação (R\$ m<sup>-3</sup>) da cultura do mamoeiro, cultivar “Tainung nº 1”, em função dos fatores de produção água e composto orgânico no município de Pentecoste – CE.

Níveis de água (mm)	Adubação orgânica (kg ha <sup>-1</sup> )				Médias
	0	10.400	20.800	31.200	
11.228,19	4,41	3,70	5,38	4,46	4,49
14.970,92	3,75	3,60	1,47	4,40	3,30
18.713,65	2,09	2,44	<b>4,51</b>	2,63	2,92
22.456,38	2,23	2,99	1,98	2,80	2,50
Médias	3,12	3,18	3,34	3,57	3,30

Fonte: Autor (2020). Níveis de água (mm): L1 - 11.228,19; L2 - 11.228,19; L3 - 18.713,65; L4 - 22.456,38.

Composto orgânico (kg ha<sup>-1</sup>): C1 – 0; C2 – 10.400; C3 – 20.800; C4 – 31.200.

Os valores médios de produtividade da água de irrigação aumentaram com o incremento da dose de composto orgânico. Diversos estudos demonstram incremento nos valores da produtividade da água com o uso da prática da adubação, sendo que na presente pesquisa se constata que o menor valor foi obtido exatamente no tratamento sem aplicação de composto orgânico.

Como apresentado no trabalho de Sousa *et al.* (2015), o qual em seu experimento conduzindo a cultura do mamoeiro, foi aplicado doses de cinza vegetal e bagana de carnaúba, ocorreu a potencialização da produtividade da água de irrigação com o aumento das doses aplicadas de cinza vegetal em conjunto com o uso da bagana de carnaúba.

Quanto ao fator de produção água, verificou-se que a produtividade da água de irrigação apresenta uma relação inversa com este fator. Essa condição pode ser explicada por Frizzone (2017), ao relatar que com o excesso de água de irrigação em determinada fração da área irrigada, poderá reduzir a produção da cultura pela redução da aeração do solo, por lixiviação de nutrientes e por doenças associadas aos solos úmidos.

Ao se considerar os níveis dos fatores de produção requeridos se constatam valores de produtividade da água de irrigação equivalentes a 2,25 e 4,51 expressos em kg m<sup>-3</sup> e R\$ m<sup>-3</sup>, respectivamente. De acordo com o estudo técnico realizado pela ADECE (Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará) no ano de 2015, a rentabilidade por m<sup>3</sup> de água utilizado (R\$ m<sup>-3</sup>) para a cultura do mamão no estado foi de 0,89 R\$ m<sup>-3</sup>, cabendo ressaltar que esse valor é representado para um sistema de cultivo convencional. O referido estudo ainda traça um comparativo da cultura do mamoeiro em relação a outras culturas, tais como o melão, o

qual apresentou com uma considerável rentabilidade de 4,55 R\$ m<sup>-3</sup> e, em contrapartida, com a cultura do arroz, com uma rentabilidade de 0,05 R\$ m<sup>-3</sup>.

#### **4.5 Eficiência do uso do composto orgânico**

Os valores de eficiência de uso do composto orgânico, considerando o nível 100% do ETc requerido pela cultura, para os níveis de composto de 0,32; 1,09 e 0,16 kg de mamão por kg de composto aplicado, respectivamente. Considerando os níveis dos fatores de produção requeridos pela cultura do mamoeiro, os quais correspondem ao tratamento correspondente aos níveis dos fatores requeridos pela cultura, verifica-se a necessidade de 1,0 kg de composto orgânico para a produção de 1,09 kg de mamão.

O valor decrescente no tratamento correspondente ao nível de água requerida pela cultura e 50% a mais do nível do fator composto orgânico evidencia que a eficiência de uso do composto orgânico diminui consideravelmente com o acréscimo do nível de adubação, sugerindo uma redução no incremento da produtividade da cultura com o aumento no nível do composto orgânico.

#### **4.6 Análise econômico-social da unidade de produção**

A análise econômico-social teve como indicadores o valor agregado e a renda do agricultor para 1,0 ha de mamoeiro no primeiro ciclo de cultivo, considerando três níveis de produtividade (máxima, média e mínima) obtidos no experimento e os cenários com e sem financiamento.

##### **4.6.1 Valor agregado**

Nas Tabelas 12, 13 e 14 são apresentados, respectivamente, os valores dos custos fixos (CF), dos custos variáveis (CV) e da depreciação (D), que juntamente com o valor bruto da produção (VBP) constituem nas variáveis necessárias ao cálculo do valor agregado (VA) referente à produção anual do cultivo orgânico do mamão do tipo Formosa, sob regime de irrigação, para os níveis de produtividades máxima, média e mínima obtidas no experimento a as condições com e sem financiamento na linha de crédito do Pronaf Mais Alimento.

Tabela 12 - Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade máxima).

Discriminação		Valor	
Custo Fixo	Cisterna	R\$	5.492,00
	Motobomba	R\$	1.240,83
	Tubulação e implementos	R\$	5.868,30
	Sistemas de Irrigação	R\$	5.125,40
	Total	R\$	17.726,53
	Parcela do financiamento	R\$	1.772,65
Custo Variável	Mecanização	R\$	1.800,00
	Sementes e Mudanças	R\$	1.115,00
	Adubo orgânico	R\$	2.403,00
	Controle alternativo	R\$	100,00
	Energia elétrica	R\$	378,52
	Colheita	R\$	1.920,00
	Total	R\$	7.716,52
	Parcela do financiamento	R\$	771,65
Depreciação	Anual	R\$	1.303,52
Produção	Valor bruto (VBP)	R\$	84.355,84
VA c/financiamento	$VA = VBP - (CF + CV + D)$	R\$	80.508,02
VA s/financiamento	$VA = VBP - (CF + CV + D)$	R\$	57.609,27

Fonte: Autor (2020). Legenda: VA – Valor agregado; VBP – Valor bruto da produção; CF – Custo Fixo; CV – Custo Variável; D – Depreciação.

Tabela 13 - Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade média).

Discriminação		Valor	
Custo Fixo	Cisterna	R\$	5.492,00
	Motobomba	R\$	1.240,83
	Tubulação e implementos	R\$	5.868,30
	Sistemas de Irrigação	R\$	5.125,40
	Total	R\$	17.726,53
	Parcela do financiamento	R\$	1.772,65
Custo Variável	Mecanização	R\$	1.800,00
	Sementes e Mudanças	R\$	1.115,00
	Adubo orgânico	R\$	2.403,00
	Controle alternativo	R\$	100,00
	Energia elétrica	R\$	378,52
	Colheita	R\$	1.920,00
	Total	R\$	7.716,52
	Parcela do financiamento	R\$	771,65
Depreciação	Anual	R\$	1.303,52
Produção	Valor bruto (VBP)	R\$	52.652,58
VA c/financiamento	$VA = VBP - (CF + CV + D)$	R\$	48.804,76
VA s/financiamento	$VA = VBP - (CF + CV + D)$	R\$	25.906,01

Fonte: Autor (2020). Legenda: VA – Valor agregado; VBP – Valor bruto da produção; CF – Custo Fixo; CV – Custo Variável; D – Depreciação.

Tabela 14 - Valor agregado anual correspondente a 1,0 ha (produtividade mínima).

Discriminação		Valor	
Custo Fixo	Cisterna	R\$	5.492,00
	Motobomba	R\$	1.240,83
	Tubulação e implementos	R\$	5.868,30
	Sistemas de Irrigação	R\$	5.125,40
	Total	R\$	17.726,53
Parcela do financiamento		R\$	1.772,65
Custo Variável	Mecanização	R\$	1.800,00
	Sementes e Mudas	R\$	1.115,00
	Adubo orgânico	R\$	2.403,00
	Controle alternativo	R\$	100,00
	Energia elétrica	R\$	378,52
	Colheita	R\$	1.920,00
	Total	R\$	7.716,52
Parcela do financiamento		R\$	771,65
Depreciação	Anual	R\$	1.303,52
Produção	Valor bruto (VBP)	R\$	39.062,68
VA c/financiamento	VA = VBP-(CF+CV+D)	R\$	35.214,86
VA s/financiamento	VA = VBP-(CF+CV+D)	R\$	12.316,11

Fonte: Autor (2020). Legenda: VA – Valor agregado; VBP – Valor bruto da produção; CF – Custo Fixo; CV – Custo Variável; D – Depreciação.

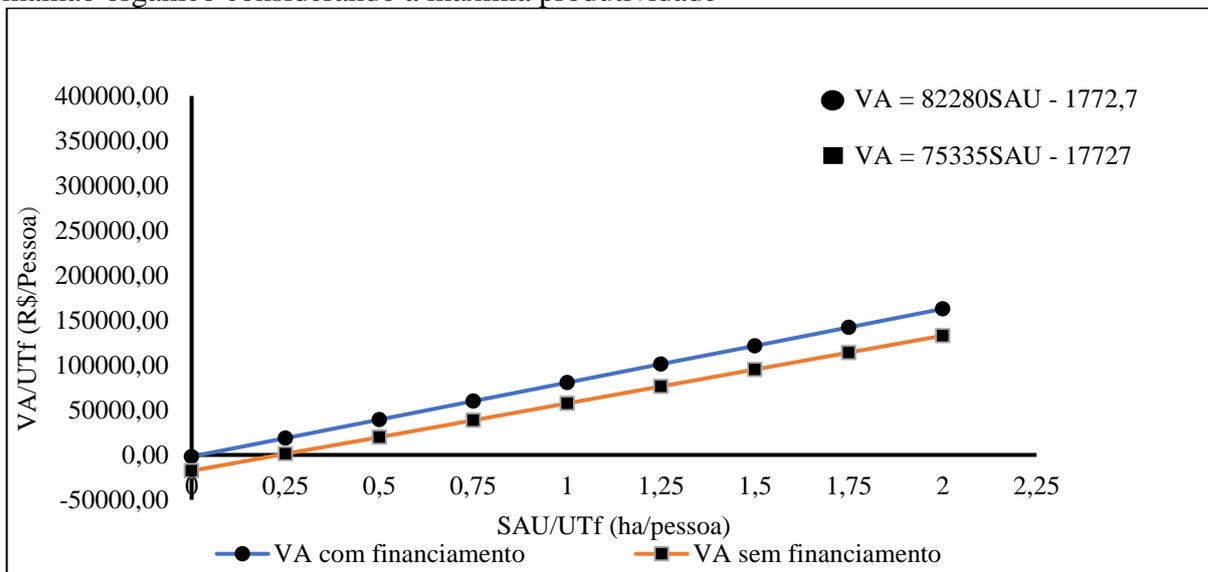
Os custos são classificados em relação ao objeto de custo e em relação ao volume da produção, respectivamente, em custos diretos e indiretos e custos fixos e variáveis. A distinção é feita dependendo da forma com que os custos são identificados e alocados aos produtos ou serviços, assim, tem como ponto de referência o produto ou serviço que se quer custear e como objetivo o controle de custos. Para os custos fixo e variáveis, seu ponto de referência é o volume de produção ou nível de atividade (SILVA; LINS, 2014).

Para o valor agregado foi calculado para um hectare de produção e para os demais hectares foi utilizado uma relação linear ( $VA = a.SAU + b$ ), sendo o eixo das ordenadas o valor agregado e o das abcissas representada pela superfície agrícola, levando em consideração que o valor agregado e a superfície agrícola possuem relação de dependência. O coeficiente angular da reta (a) representa a contribuição marginal em relação à área e o coeficiente linear (b) representa o capital fixo necessário para implantar o sistema de produção.

Esses modelos de valor agregado em relação à superfície agrícola útil possibilitam identificar as contribuições sociais para os diferentes tipos de investimento estudados. Este modelo possibilita identificar se a unidade de produção possui maiores dificuldades de se manter na atividade agrícola e as suas perspectivas de acordo com a dinâmica de acumulação do sistema agrário.

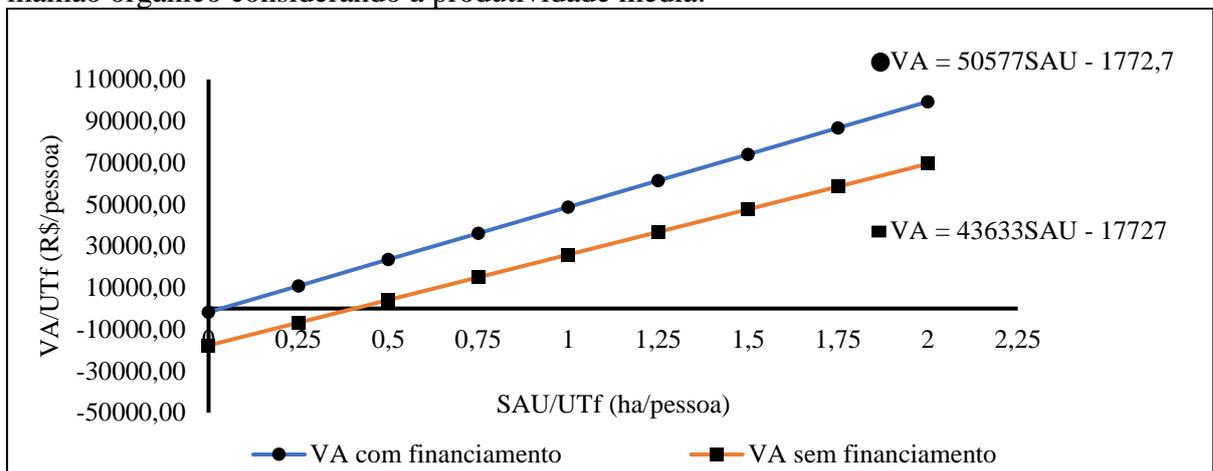
Nas Figuras 8, 9 e 10 são ilustradas, respectivamente, as relações funcionais entre valor agregado e superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão considerando as produtividades máxima, média e mínima, nos cenários com e sem financiamento do Pronaf.

Figura 8 - Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a máxima produtividade



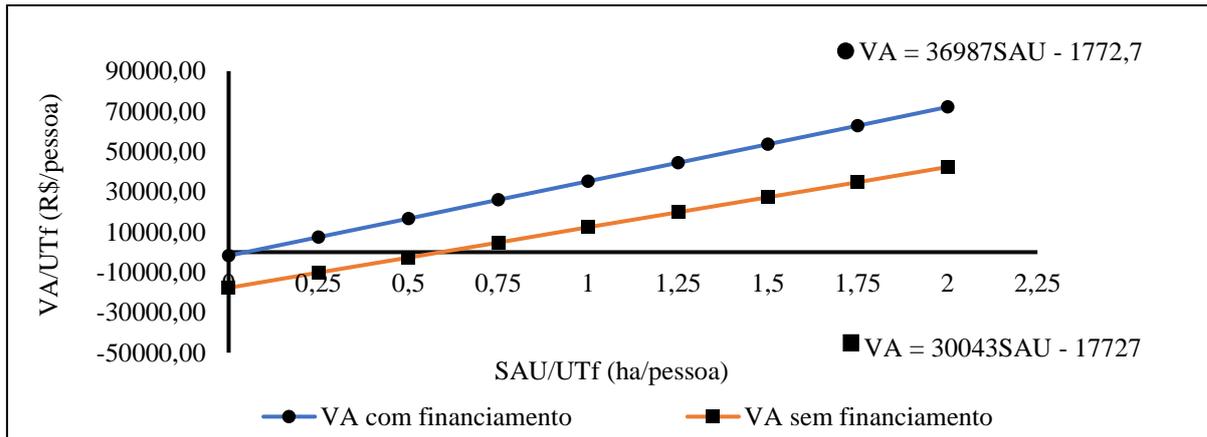
Fonte: Autor (2020).

Figura 9 - Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a produtividade média.



Fonte: Autor (2020).

Figura 10 - Valor agregado em função da superfície agrícola útil para a unidade de produção do mamão orgânico considerando a menor produtividade.



Fonte: Autor (2020).

Não obstante a diferença no valor agregado relativo ao cultivo de 1,0 ha permanecer inalterado em termos absoluto para as condições com e sem financiamento, independente do cenário analisado em termos de produtividade, o mesmo não se verifica em termos percentuais, sendo que para o cenário de menor produtividade esta diferença percentual chega a ser de 65%.

Outro aspecto a considerar independente do cenário em termos de produtividade, é que o advento do financiamento proporciona as maiores contribuições marginais nos três cenários analisados, se comparada à condição sem financiamento.

O custo fixo anual necessário à implantação de uma unidade de produção com mamoeiro orgânico sem financiamento pode constituir em uma limitação à atividade, a depender do nível de produtividade obtida e, portanto, do nível de tecnologia, demonstrando assim a importância do crédito rural como instrumento social para os agricultores familiares.

Conforme Sousa (2015), os maiores valores do produto orgânico se comparado aos preços do produto convencional, minimiza de alguma forma os menores níveis de produtividade geralmente obtidos quando se faz a transição agroecológica. Nos anos subsequentes, a expectativa é de produtividades crescentes no tempo até o sistema entrar em equilíbrio.

#### 4.6.2 Análise econômica para a agricultura irrigada

No estudo foi considerado que os agricultores utilizaram para a implantação da unidade de produção, o crédito de financiamento do Pronaf Mais Alimentos, que possui 2,75% de taxa de juros ao ano, sendo estes juros referentes aos custos fixos e variáveis. Os juros anuais que são pagos pelos agricultores ao agente financiador da linha de crédito do Pronaf Mais Alimentos para o ano de 2020 considerando 1,0 ha de produção anual estão representados na Tabela 15.

Tabela 15 - Juros pagos à agente financiadora em relação a crédito de investimento do Pronaf Mais Alimentos no ano de 2020 para 1,0 ha de produção anual.

<b>Discriminação</b>		<b>Valor</b>	
Custos	Custo fixo	R\$	17.726,53
	Custo variável	R\$	7.716,52
	Salário pago a trabalhadores	R\$	7.480,00
	<b>Total</b>	<b>R\$</b>	<b>32.923,05</b>
Juros	2,75%	R\$	905,38

Fonte: Autor (2020).

Na composição do salário pago aos trabalhadores considerou-se que em uma unidade de produção orgânica familiar, eventualmente há a necessidade da contratação de trabalhadores externos. Nas Tabelas 16, 17 e 18 são discriminadas as variáveis necessárias ao cálculo da Renda do Agricultor (RA) para uma área de 1,0 ha para as condições com e sem financiamento, obtida pela diferença entre o valor agregado da produção e os custos com juros pagos à agentes financeiros, tarifas pagas como impostos e salários pagos aos trabalhadores para as unidades de produção com ou sem o financiamento do Pronaf Mais Alimentos.

Obtida a renda do agricultor para 1,0 ha foi possível uma expansão linear até 2,0 ha e explicitar esta relação, sendo o eixo das ordenadas a renda do agricultor e o das abcissas representada pela superfície agrícola, levando em consideração que a renda do agricultor e a superfície agrícola possuem relação de dependência (Figuras 11, 12 e 13).

Tabela 16 - Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade máxima) para as condições com e sem financiamento.

	RA	VA	JUROS	SALÁRIOS	IMPOSTOS	CICLO
C/FIN.	R\$	80.508,02	R\$ 905,38	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 72.112,63
S/FIN.	R\$	57.609,27	R\$ -	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 50.119,27

Fonte: Autor (2020).

Tabela 17 - Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade média) para as condições com e sem financiamento.

	RA	VA	JUROS	SALÁRIOS	IMPOSTOS	CICLO
C/FIN.	R\$	48.804,76	R\$ 905,38	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 40.409,37
S/FIN.	R\$	25.906,01	R\$ -	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 18.416,01

Fonte: Autor (2020).

Tabela 18 - Renda anual do agricultor correspondente a 1,0 ha (produtividade mínima) para as condições com e sem financiamento.

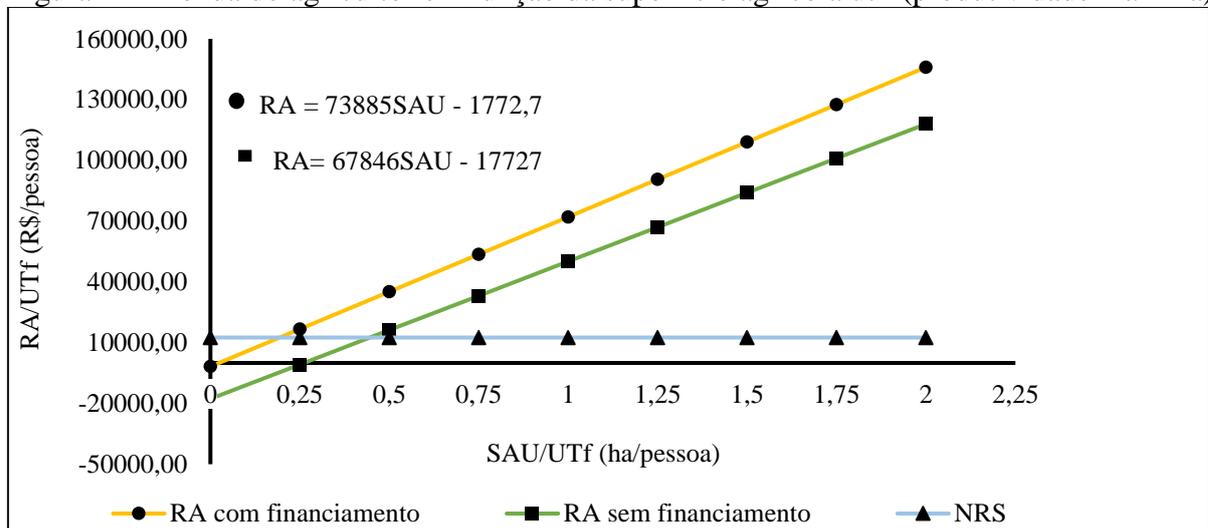
	RA	VA	JUROS	SALÁRIOS	IMPOSTOS	CICLO
C/FIN.	R\$	35.214,86	R\$ 905,38	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 26.819,47
S/FIN.	R\$	12.316,11	R\$ -	R\$7.480,00	R\$ 10,00	R\$ 4.826,11

Fonte: Autor (2020).

Não obstante, a renda anual do agricultor para a condição sem financiamento ser reduzida em R\$21.993,00 em relação à condição com financiamento em média, independentemente do nível de produtividade, se verifica que em termos percentuais esta redução chega a ser de 82% para o cenário da menor produtividade, cujo renda anual representa apenas 38% do salário mínimo. Neste cenário, a atividade só seria viabilizada em termos de obtenção do nível de reprodução social, com o advento do instrumento do crédito rural, pois um ciclo de produção por há, se quer iria arcar com os custos iniciais da unidade de produção, e também não iria assegurar sua reprodução social e econômica.

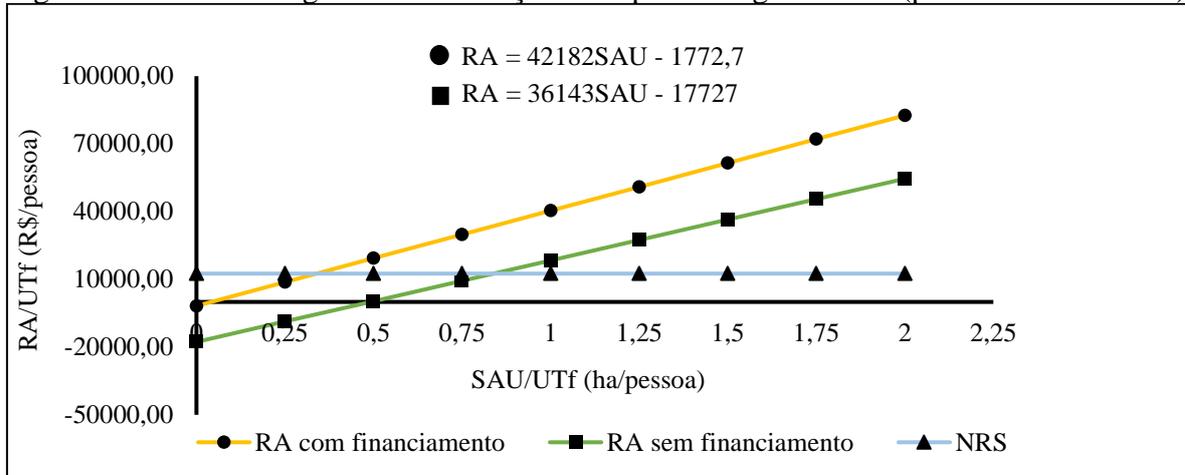
O nível de reprodução social (NRS) está relacionado com a renda necessária à reprodução social baseado no salário mínimo, cujo valor no ano de 2020 foi de R\$ 1.045,00 e constitui um indicador responsável em assegurar a manutenção e sustentabilidade da unidade de produção. Assim, quanto maior o capital fixo por pessoa necessário para implantar a unidade de produção (coeficiente b) e menor a contribuição marginal em relação a área (coeficiente a), maior será a superfície agrícola útil por pessoa para que cada trabalhador da família possa receber uma renda suficiente para a sua manutenção na atividade agropecuária (SILVA NETO, 2005).

Figura 11 - Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade máxima).



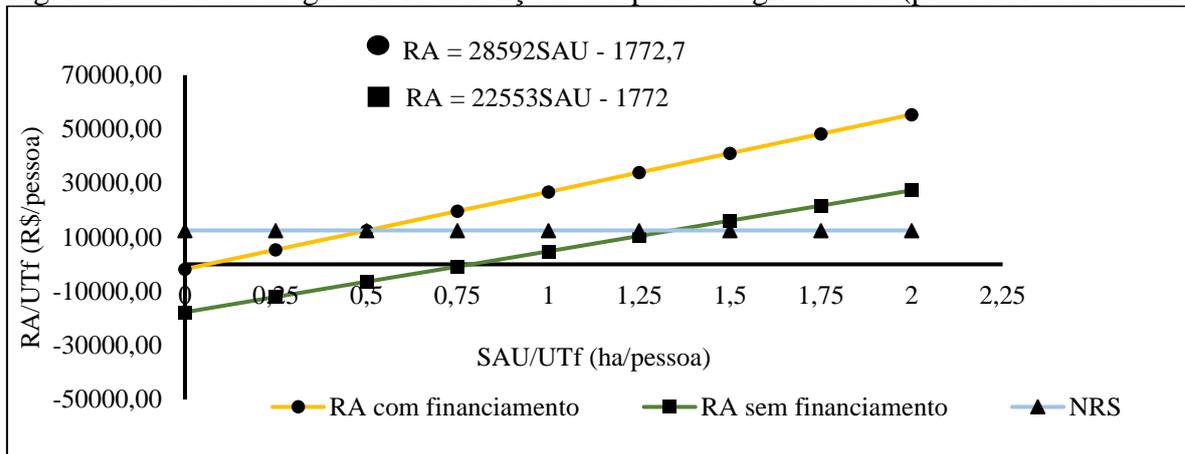
Fonte: Autor (2020).

Figura 12 - Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade média).



Fonte: Autor (2020).

Figura 13 - Renda do agricultor em função da superfície agrícola útil (produtividade mínima).



Fonte: Autor (2020).

A relação funcional entre a renda do agricultor e a superfície agrícola útil demonstra que para os três níveis de produtividades analisadas, a condição de financiamento proporciona uma maior renda marginal se comparada à condição sem financiamento, sendo tal fato evidenciado pela maior inclinação da reta que constitui a condição com financiamento.

Outro aspecto a considerar, é que para os três níveis de produtividades analisadas, a área necessária para atingir o nível de reprodução social é sempre menor para a condição em que a unidade de produção foi estabelecida com recursos oriundos do crédito rural.

Na condição de menor nível produtividade, por exemplo, seria possível se atingir o NRS com uma área de 0,5 ha para a condição com financiamento, porém sem o crédito rural só seria possível atingir este nível com uma superfície agrícola em torno de 1,3 ha, demonstrando assim a necessidade do agricultor familiar ter acesso ao crédito.

## 5 CONCLUSÃO

Os níveis dos fatores de produção equivalentes à aplicação dos requerimentos de água e composto orgânico permitiram alcançar já no primeiro ciclo de cultivo do mamoeiro orgânico, uma produtividade semelhante ao cultivo convencional.

O valor de produtividade da água de irrigação relativa aos requerimentos dos fatores de produção no valor 4,51 R\$ m<sup>-3</sup> representa em média cinco vezes o valor de referência para o cultivo do mamoeiro em sistema de produção convencional.

A resistência à penetração do solo em algumas subparcelas na profundidade média do sistema radicular do mamoeiro veio a comprometer a produtividade da cultura.

O crédito rural permite que o agricultor irrigante alcance o nível de reprodução social com o cultivo de uma área de mamoeiro que seja em média a metade da área para a condição em que não ocorra o financiamento.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. V., **Determinação do consumo de água e da função de produção do caupi irrigado no Município de Bragança – Pará.**, 1989. 106 f. Dissertação (Mestrado em irrigação e drenagem) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1989.
- ALEXANDRATOS, N.; BRUINSMA, J. **World Agriculture Towards 2030/2050, The 2012 Revision.** Food and Agriculture Organization of the United Nations, 154p. 2012.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 56 p. 1998.
- ALVES, G. S. et al. Fertilidade do solo cultivado com pimentão sob aplicação de diferentes tipos de biofertilizantes. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 4, n. 4, p. 33-41, 2009.
- ARSHAD, M.A.; LOWERY, B. GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W; JONES, A.J., eds. Methods for assessing soil quality. Madison, **Soil Science Society of America**. p. 123-141. 1996.
- ATKINSON, Anthony. A *et al.* **Contabilidade Gerencial**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p.1214-1231, 2013.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 218 p. 1991.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura.** Tradução por H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros; F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão).
- BADILLO, V.M. *Caricaceae*: segundo esquema. **Revista de la Facultad de Agronomía.**, Maracay, v. 43, 1-11p. 1993.
- BERTOL, I.; SCHICK, J.; MASSARIOL, J. M.; REIS, E. F. DOS; DILLY, L. Propriedades físicas de um Cambissolo Húmico álico afetadas pelo manejo do solo. **Ciência Rural**, v.30, n.1, p.91-95, 2000.
- BEUTLER, A. N et al. Resistência à penetração e permeabilidade de latossolo vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência Do Solo**, v.25, p.167–177, 2001.
- BRITO, L. T. de L. et al. Produtividade da água de chuva em culturas de subsistência no semiárido pernambucano. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 1, p.102-109, 2012.
- CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas.** Piracicaba, SP: ESALQ, 132p. 1997.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, n. 25, v. 2. 2009.

- CENTURION, J.F. DEMATTÊ, J.L.I. Sistemas de preparo de solos de cerrado: Efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, p. 315-324, 1992.
- CHAVES S. W. P et al. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo da pimenteira em lisímetro de drenagem. **Revista Ciência Agronômica**. v. 36, p. 262- 267, 2005.
- CUNHA, R. J. P.; HAAG, H. P. Nutrição mineral do mamoeiro (*Carica papaya* L.): V. marcha de absorção de nutrientes em condições de campo. **Anais... Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz** [online], v.37, n.2, 1980, p. 631-668.
- DANTAS, J.L.L.; CASTRO NETO, M.T. Aspectos botânicos e fisiológicos. In: TRINDADE, A.V. (Org.). **Mamão, Produção: aspectos técnicos**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 11-14, 2000.
- DANTAS, Jorge Luiz Loyola; LIMA, Juliana Firmino de. Seleção e recomendação de variedades de mamoeiro - avaliação de linhagens e híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 617-621, 2001.
- DENÍCULI, W. *et al.* Uniformidade de distribuição de água, em condições de campo, num sistema de irrigação por gotejamento. **Revista Ceres**, Viçosa. v 27, n. 150, p. 155-162, 1980.
- EHLERS, W.; *et al.* Penetration resistance and root growth of oats in tilled and untilled loess soil. **Soil Till**. v. 3, p. 261-275, 1983.
- EMBRAPA. Disponível em: <http://solos.uep.cnps.embrapa.br/index.php?link=ce>. Acesso em: 14 out. 2019.
- EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. **A cultura do mamão – 3. ed. rev., ampl.** (Coleção Plantar, 65). Brasília. 119 p. Embrapa Informação Tecnológica. 2009.
- EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA TROPICAL. **Nutrição, Calagem e Adubação do Mamoeiro Irrigado**. 64. ed. Cruz das Almas, 2004. 10 p. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/downloads/aduba%C3%A7%C3%A3o%20nutri%C3%A7%C3%A3o%20e%20calagem%20do%20mamoeiro%20embrapa.pdf>. Acesso em: 14 out. 2019.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Produção orgânica de fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa, 77 p. 2010.
- FAO (2016). Food and Agriculture Organization of the United Organizations. **Productio. Crops Primary**. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 10 abr. 2019.
- FEITOSA, E. de O. et al. Análise de custos e rentabilidade na produção de mamão irrigado no semiárido. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 1, p. 2293-2304, 2018.
- FOLONI, J. S. S; CALONEGO, J. C; LIMA, S. L. de. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38 n. 8, p. 947–953. 2003.
- FRANÇA, C.G. de.; DEL GROSSI, M.E; MARQUES, V.P.M. de A. 2009. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil**. Brasília. MDA. 96 p.
- FRIZZONE, José Antônio. **Necessidade de água para irrigação**. 2017. 56p. Notas de Aula.
- GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Revista Ciência Rural**, v.30, n.6, p. 953-957, 2000.

- GARCIA, Fernanda Cristina de Holanda; BEZERRA, Francisco Marcus Lima; FREITAS, Cley Anderson Silva de. Níveis de irrigação no comportamento produtivo do mamoeiro Formosa na Chapada do Apodi, CE. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 136-141, 2007.
- GRANT, C.A; LAFOND, G.P. The effects of tillage systems and crop sequences on soil bulk density and penetration resistance on a clay soil in southern Saskatchewan. **Can. J. Soil Sci.**, v. 73. p. 223-232, 1993.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2020). **Produção agrícola municipal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=series-historicas>. Acesso em: 01 de mar. 2021.
- IEA – Instituto de Economia Agrícola (2012). **Custo de Produção: uma importante ferramenta gerencial na agropecuária**. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12371>. Acesso em: 24 jun. 2020.
- JÄGER, N.; STANGE, C.F.; LUDWIG, B.; FLESSA, H. Emission rates of N<sub>2</sub>O and CO<sub>2</sub> from soils with different organic matter content from three long-term fertilization experiments a laboratory study. **Biology and Fertility of Soils**, vol. 47, n. 1, p. 483–494. 2011.
- KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation**. 133 p. 1975.
- KUMAR, R.; JAT, M. K.; SHANKAR, V. Evaluation of modeling of water ecohydrologic dynamics in soil – root system. **Ecological Modelling**, v. 269, p.51-60, 2013.
- LEVIEN, S. L. A.; MIRANDA, J. H. de; BEZERRA, A. H. F. Estimativa de dimensões de volume de solo molhado na irrigação por gotejamento superficial em solo de textura média: condição inicial de solo seco. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 2, p.127-135. 2012.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas**. Instituto Plantarum, São Paulo, 640p., 2006.
- LYRA, Guilherme Bastos *et al.* Viabilidade econômica e risco do cultivo de mamão em função da lâmina de irrigação e doses de sulfato de amônio. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 32, n. 3, p. 547-554, 2010.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 638p. 2006.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/mercado-brasileiro-de-organicos-fatura-r-4-bilhoes> Acesso em: 26 set. 2019.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2012) **Instrução Normativa MAPA nº 46 de 06/10/2011 - Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal**. Disponível em: <http://www legisweb.com.br/legislacao/?id=78910>. Acessado em: 15 abr. 2019.

MARIA, I. C. de; CASTRO, O.M.; DIAS, H. S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p. 703-709, 1999.

MARIN, S.L.D; GOMES, J.A. Morfologia e biologia floral do mamoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.12, n.134, p. 10-14, 1986.

MESQUITA, Francisco de Oliveira *et al.* Crescimento inicial de Carica papaya sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizante bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2689-2704, 2012.

MESQUITA, E. F. de *et al.* Crescimento e produção da mamoneira BRS Gabriela em função da adubação orgânica e níveis de água. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 196-208, 2018.

MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L.; LIMA, R. N. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do Ceará. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 464-472, 2004.

OLIVEIRA, A. N. P. de; OLIVEIRA, A. P. de; LEONARDO, F. de A. P.; CRUZ, I. da S.; SILVA, D. F. da. Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 100-102, 2009.

PIZARRO, F. **Riegos localizados de alta frecuencia (RLAF):** goteo, microaspersión, exudación. 2.ed. 471p. Madrid. Ediciones Mundi Prensa, 1990.

**PORTAL HIDROLÓGICO DO CEARÁ** (2020). Disponível em: <http://www.hidro.ce.gov.br/>. Acesso em 20 ago. 2020.

POSSE, Robson P. *et al.* Relação entre a produtividade do mamoeiro e o déficit hídrico (ky) na região Norte Fluminense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 2, p.158-164, 2009.

QUINTINO, H. M. da S.; KHAN, A. S.; LIMA, P. V. P.S. Benefícios sociais da política de incentivos à cultura de mamão no Estado do Ceará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 1, p.109-134, 2010.

RALISCH, R; TAVARES F. J. Compactação do solo em sistema de plantio direto – causas, efeitos e prevenção. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, p.125-127, 2002.

SCHERWINSKI, K. L.; LIMA, A. de F. A. Análise de oportunidade de negócios: estudo de caso da implantação do programa mandala na escola agrícola municipal Ulisses Guimarães em Tangará da Serra-MT. **Revista Unemat de Contabilidade**, Tangará da Serra, v. 1, n. 1, p. 1-18, 2012.

SILVA, R. N. S.; LINS, L. dos S. **Gestão de custos: Contabilidade, controle e análise**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SILVA, W.G da; CARVALHO, J. de A; OLIVEIRA, E.C; REZENDE, F.C; JÚNIOR, J. A. de L; RIOS, G.F.A. Manejo de irrigação para o feijão-de-metro, nas fases vegetativa e produtiva, em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 9, p. 978-984, 2012.

- SILVA NETO, B. **Objetivos e Aspectos Metodológicos dos Estudos Municipais**. In: Silva Neto, B.; Basso, D. (Org.). *Sistemas agrários do Rio Grande do Sul: análise e recomendações políticas*. Ijuí: Ed. Unijuí, p. 159-163. 2005.
- SILVA NETO, B. **Sistemas de produção e agroecologia**. Cerro Largo: Universidade Federal da Fronteira Sul, 84 p. 2016.
- SILVA, S.; TASSARA. H. **Frutas do Brasil**. Empresa das Artes, São Paulo, SP. 230p. 1996.
- SILVEIRA, Ênio Marques de Castro. **Fisiologia de plantas de meloeiro cultivadas sob diferentes níveis de irrigação**. 2013. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- SOUSA, Paulo Gleisson Rodrigues de. **Produtividade do mamoeiro em resposta aos insumos cinza vegetal e bagana de carnaúba no contexto da agricultura familiar de base agroecológica**. 2015. 40 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.
- SOUSA, P. G. R. de; SOUSA, J. de P. F. de; SOUSA, A. M. de; COSTA, R. N. T. Produtividade do mamoeiro cultivado sob aplicação de cinzas vegetais e bagana de carnaúba. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 11, n. 1, p. 1201-1212, 2017.
- SOUSA, V. F. de *et al.* Eficiência do uso da água pelo maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 3, p. 302-306, 2005.
- SOUZA, G. B. *et al.* Salinidade do substrato contendo biofertilizante para a formação de mudas de maracujazeiro irrigado com água salina. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 2, p.172-180, 2008.
- SOUZA, J. L. de. **Agricultura orgânica: tecnologia para produção de alimentos saudáveis**. v. 2. Vitória, Incaper, 257p. 2005.
- SOUZA, R. F. de; FIGUEIREDO, C. C.; MADEIRA, N. R.; ALCÂNTARA, F. A. de. Effect of management systems and cover crops on organic matter dynamics of soil under vegetables. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Brasília, v. 38, p. 923-933, 2014.
- SOUZA, Laercio Duarte *et al.* Distribuição de raízes e manejo do solo em cultivo de mamão nos Tabuleiros Costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 12, p. 1937-1947, 2016.
- STOLF R. **Penetrômetro de Impacto Stolf – programa de manipulação de dados em Excel-VBA**. UFScar, 2011.
- SZUSTER, Natan.; CARDOSO, Ricardo Lopes; SZUSTER, Fortunée Rechtman; SZUSTER, Fernanda Rechtman; SZUSTER, Flávia Rechtman. **Contabilidade Geral: introdução à contabilidade societária**. São Paulo: Atlas, 2011.
- TESTEZLAF, R. **Irrigação Localizada**. 2014. 29 slides. Disponível em: [https://www.ggte.unicamp.br/ocw/sites/ocw/files/cursos/CienciasExatas/FA876/apostilas/Localizada\\_Sistemas.pdf](https://www.ggte.unicamp.br/ocw/sites/ocw/files/cursos/CienciasExatas/FA876/apostilas/Localizada_Sistemas.pdf). Acesso em: 29 ago. 2019.
- TISDALL, J.M; OADES, J.M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. **J. Soil Sci.**, 33:141-163, 1982.
- TISDALL, J.M.; OADES, J.M. Stabilization of soil aggregates by the root system of ryegrass. **Aust. J. Soil Res.**, v. 17. p. 429-441, 1979.

VIANA, J. G.A; SILVEIRA, V. C. P. Análise econômica e custos de produção aplicados aos sistemas de produção de ovinos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL., 46., 2008, Rio Branco. **Anais...**, p. 1-20, 2008.

ZUBER M. S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. **Journal of the American Society of Agronomy**, s.v. p. 30-47, 1942.

### APÊNDICE A– PRODUTIVIDADE DO MAMOEIRO ORGÂNICO

Tabela 1 - Produtividade do mamoeiro no primeiro ciclo de cultivo em kg ha<sup>-1</sup> em função dos fatores de produção água e composto orgânico.

Irrigação (L)	Composto orgânico (C)	Blocos			
		I	II	III	IV
L1	C1	23322,88	21697,20	27376,27	26646,93
	C2	47691,00	9688,32	16098,48	9612,18
	C3	30939,73	32875,78	32166,36	24880,80
	C4	37905,47	30333,73	4169,31	27651,47
L2	C1	26234,90	33185,55	35397,46	17516,48
	C2	18472,68	25312,68	45029,39	18829,60
	C3	16791,01	12897,33	7653,87	6790,32
	C4	34741,20	33103,80	45986,08	17808,64
L3	C1	26492,40	10389,60	23649,98	17593,39
	C2	5134,08	37967,47	11016,66	37163,16
	C3	47666,90	36953,64	40815,20	43275,96
	C4	17684,29	27291,60	22294,48	31346,05
L4	C1	36214,92	31474,08	10229,30	22451,33
	C2	29150,28	22574,93	44260,53	38196,08
	C3	39603,60	8242,35	30276,72	10972,88
	C4	17688,85	40835,41	36485,33	30684,32

**APÊNDICE B – RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO DO SOLO NA AREA DO  
EXPERIMENTO EM TODAS AS SUBPARCELAS**

Figura 1 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C2)

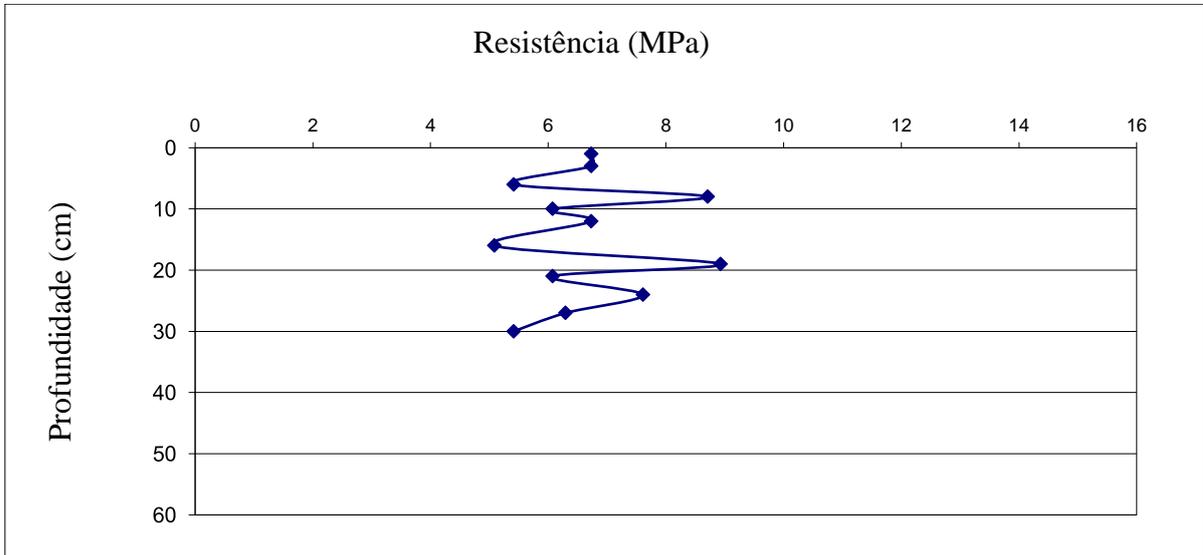


Figura 2 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C4)



Figura 3 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C1)

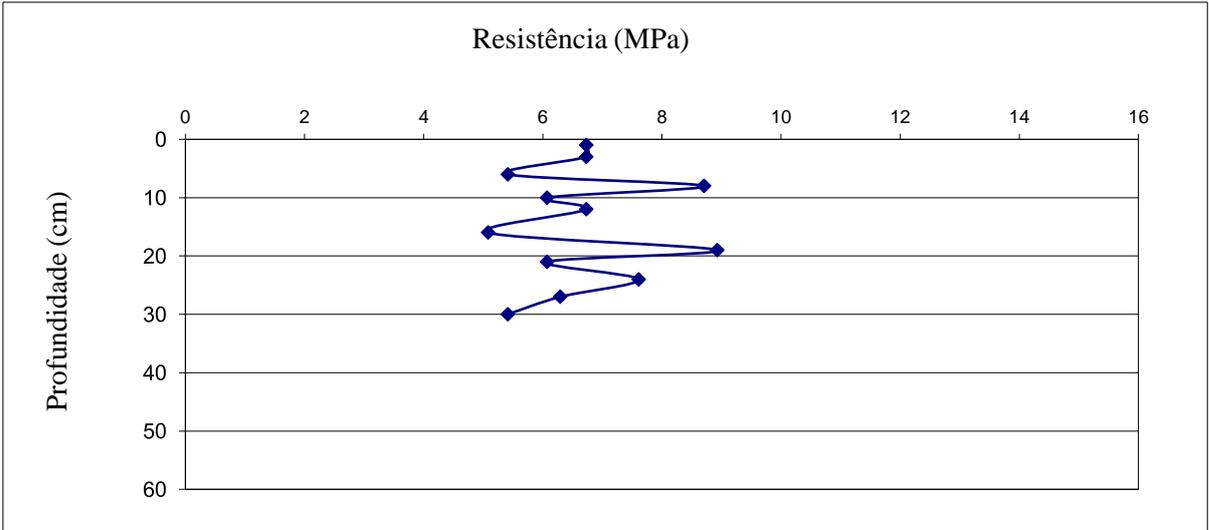


Figura 4 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C3)

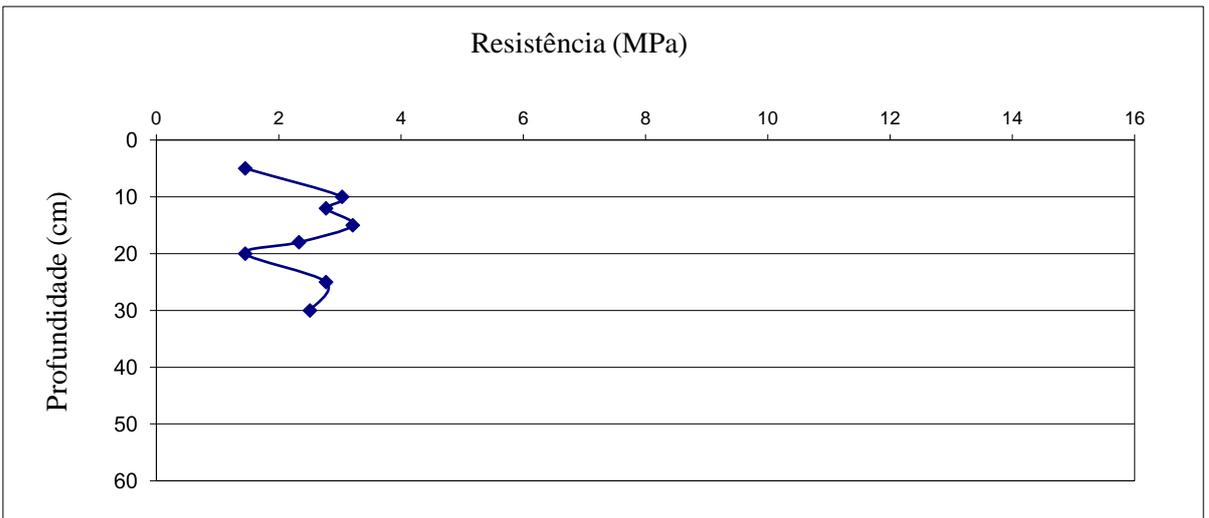


Figura 5 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C4)

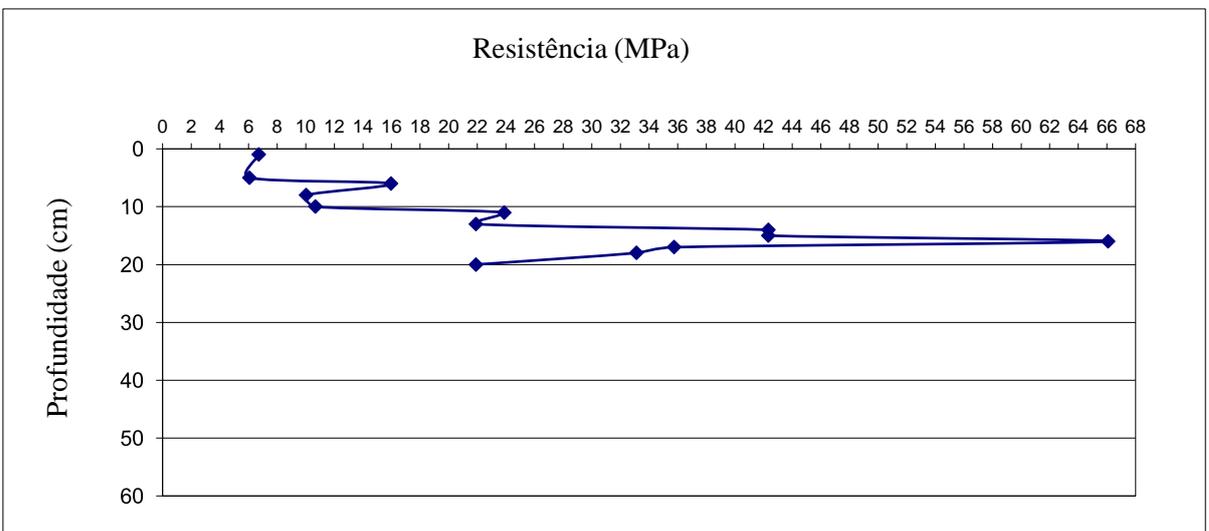


Figura 6 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C2)

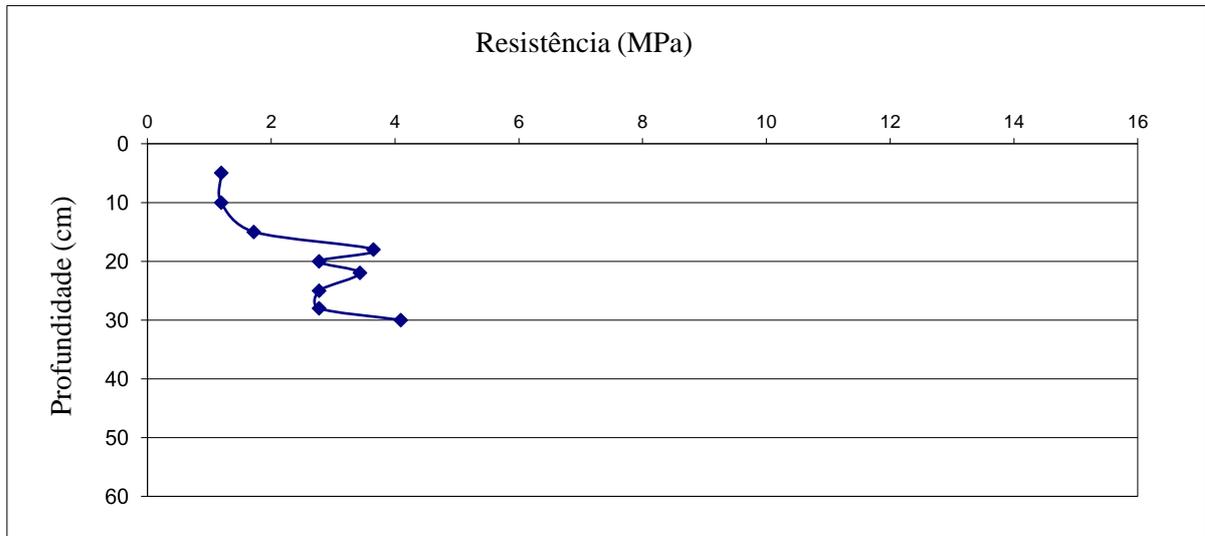


Figura 7 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C3)



Figura 8 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C1)



Figura 9 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C3)

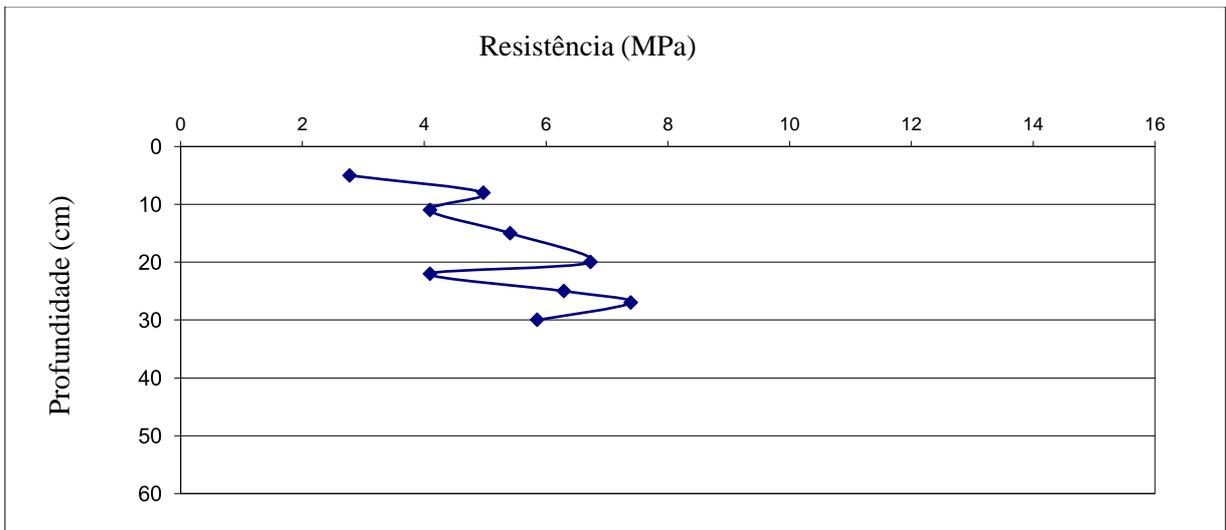


Figura 10 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C2)

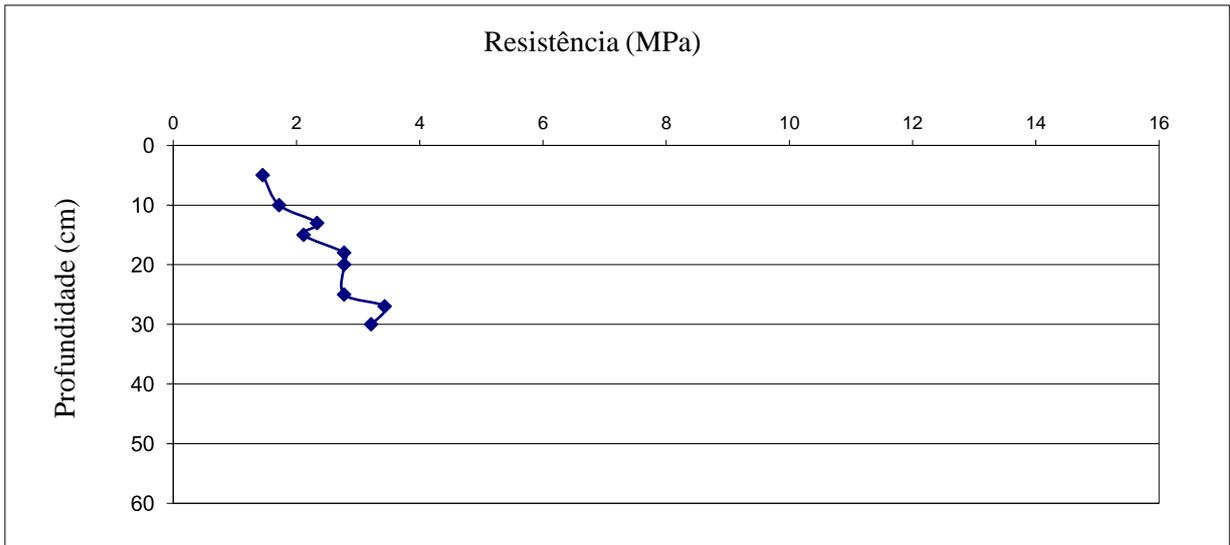


Figura 11 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C1)

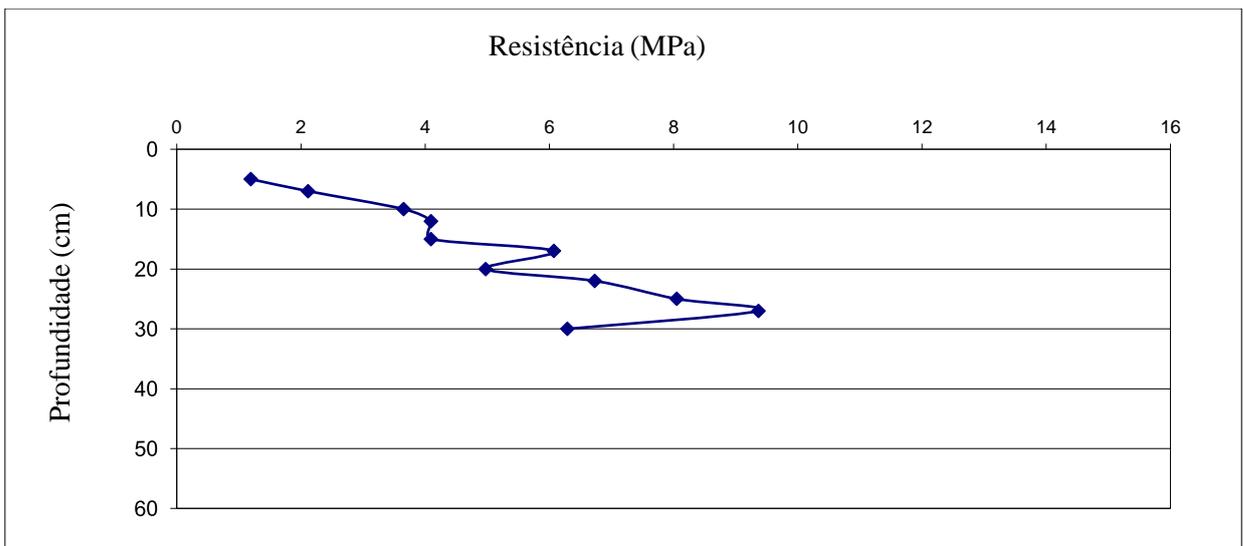


Figura 12 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C4)

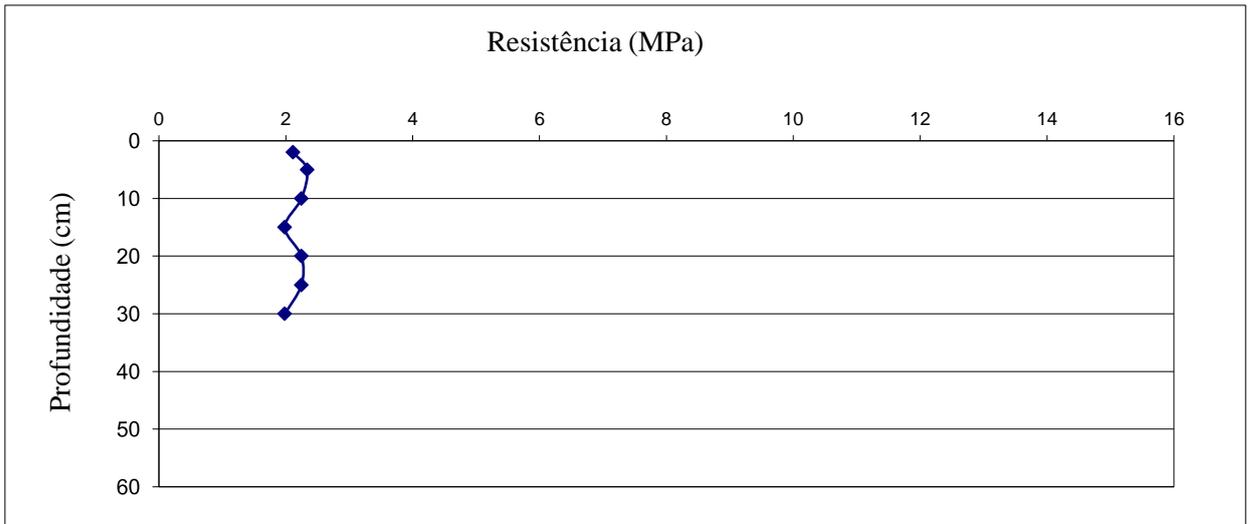


Figura 13 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C1)

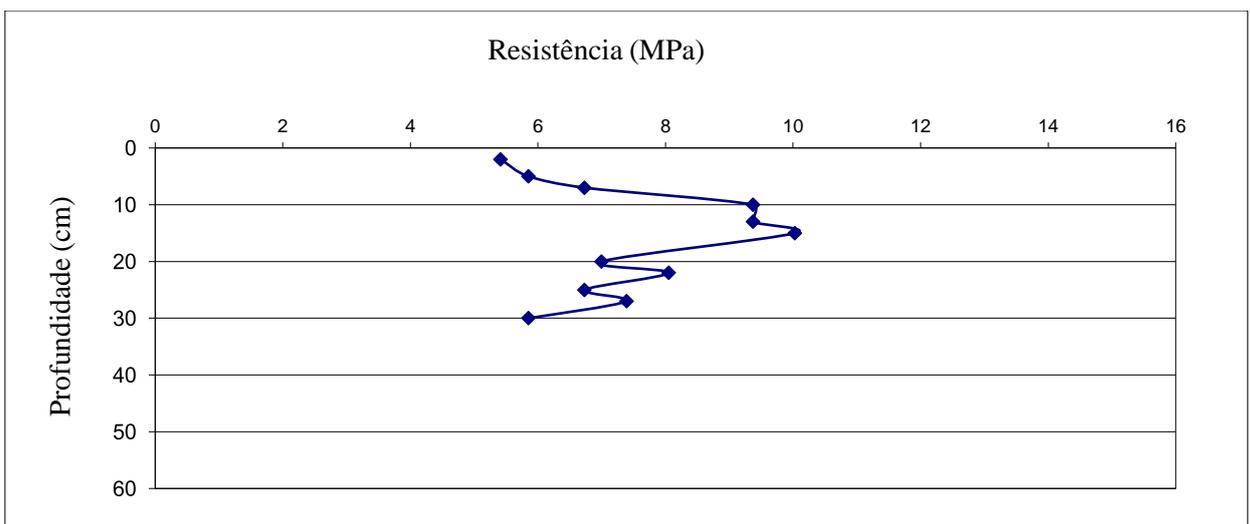


Figura 14 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C3)

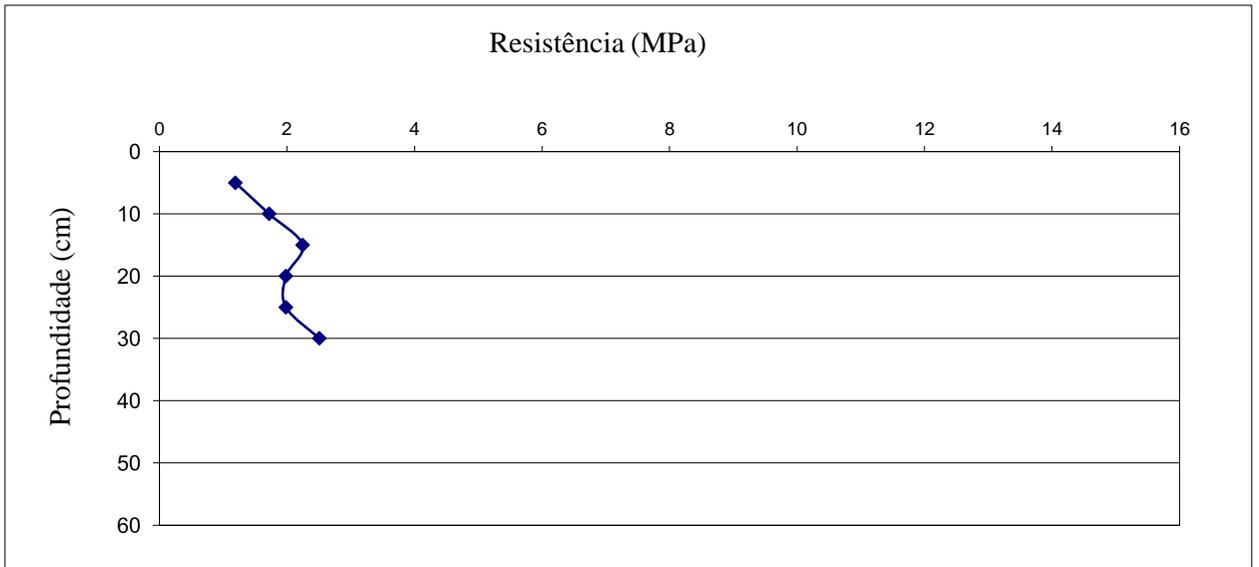


Figura 15 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C4)

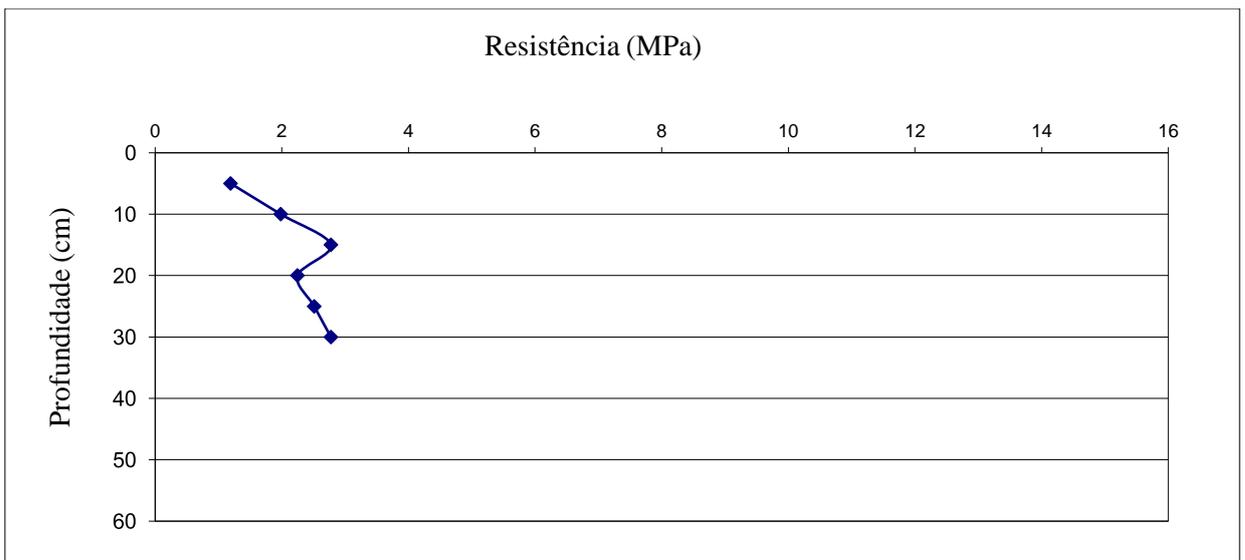


Figura 16 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C2)

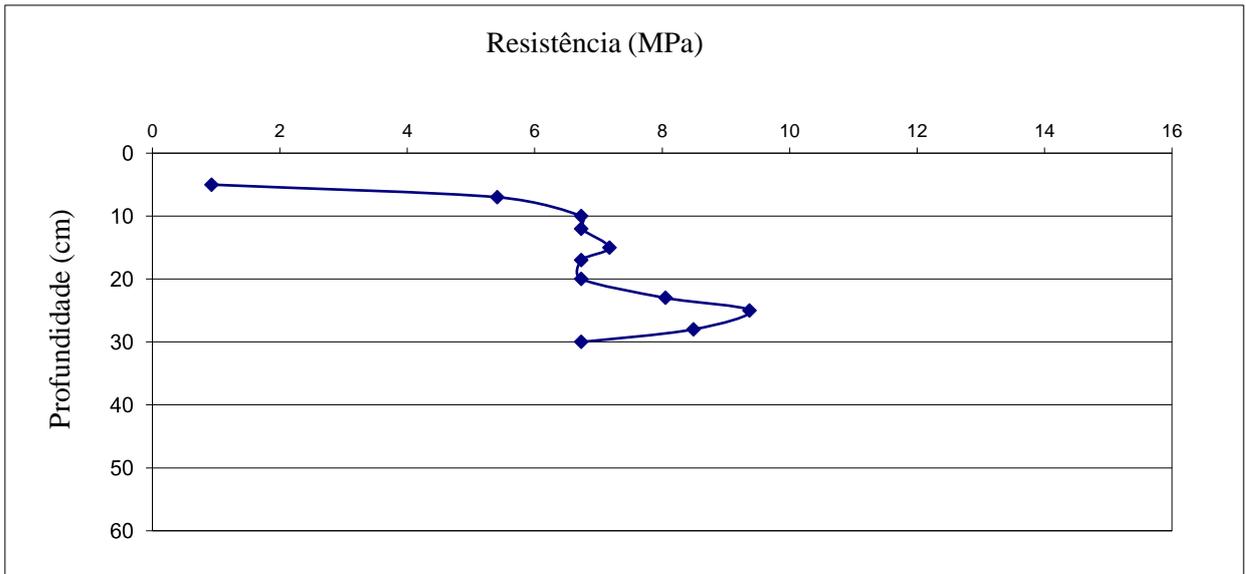


Figura 17 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C3)

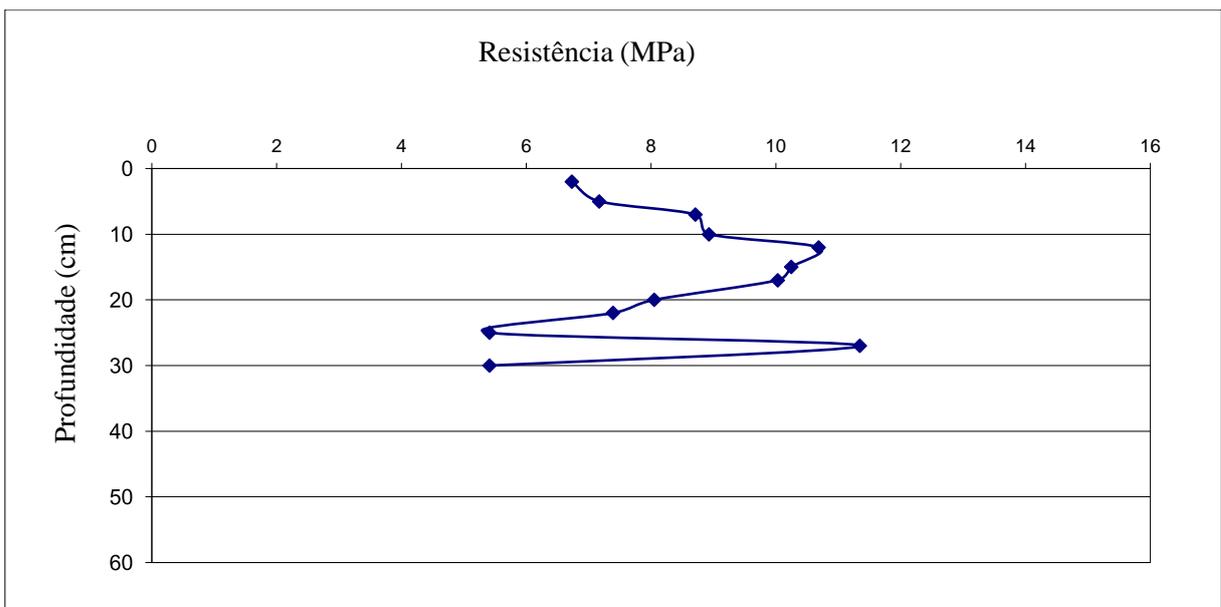


Figura 18 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C2)

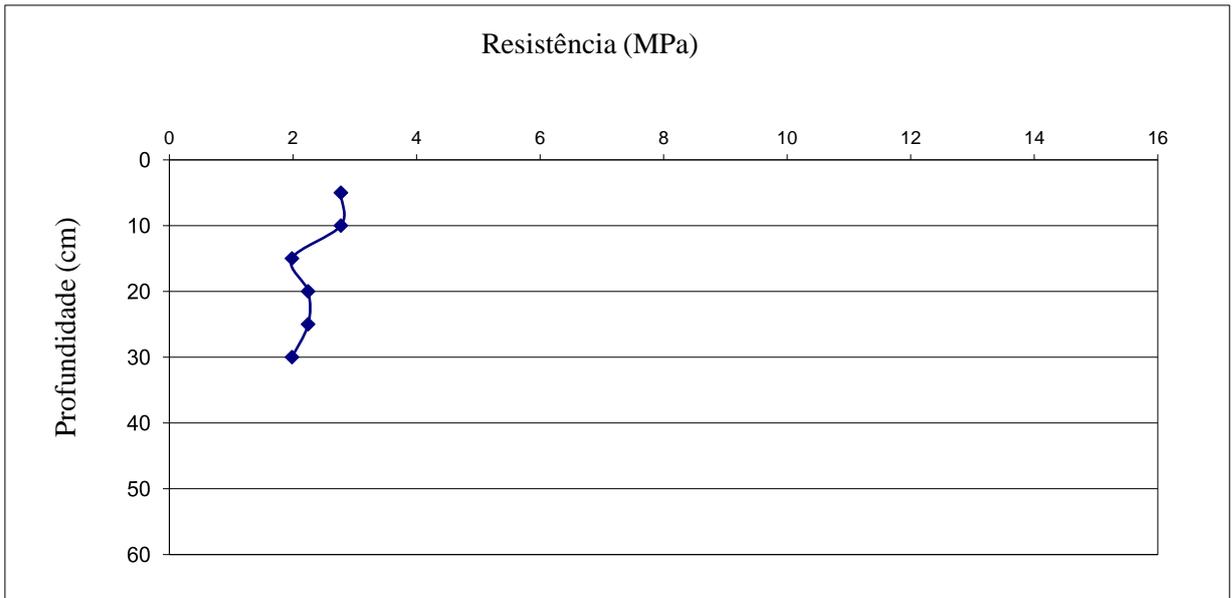


Figura 19 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C1)

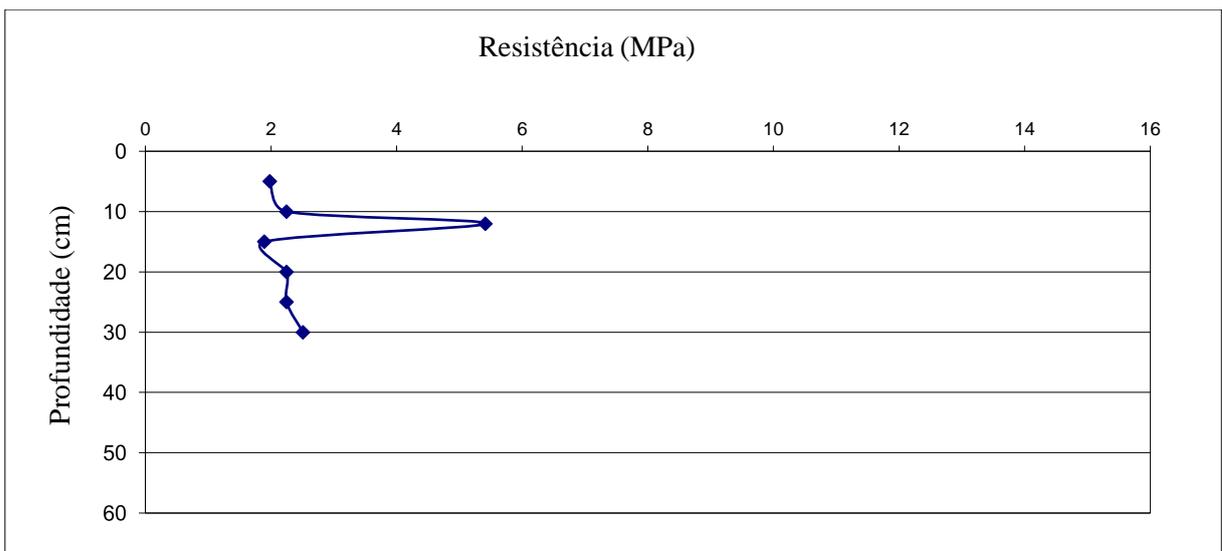


Figura 20 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C4)

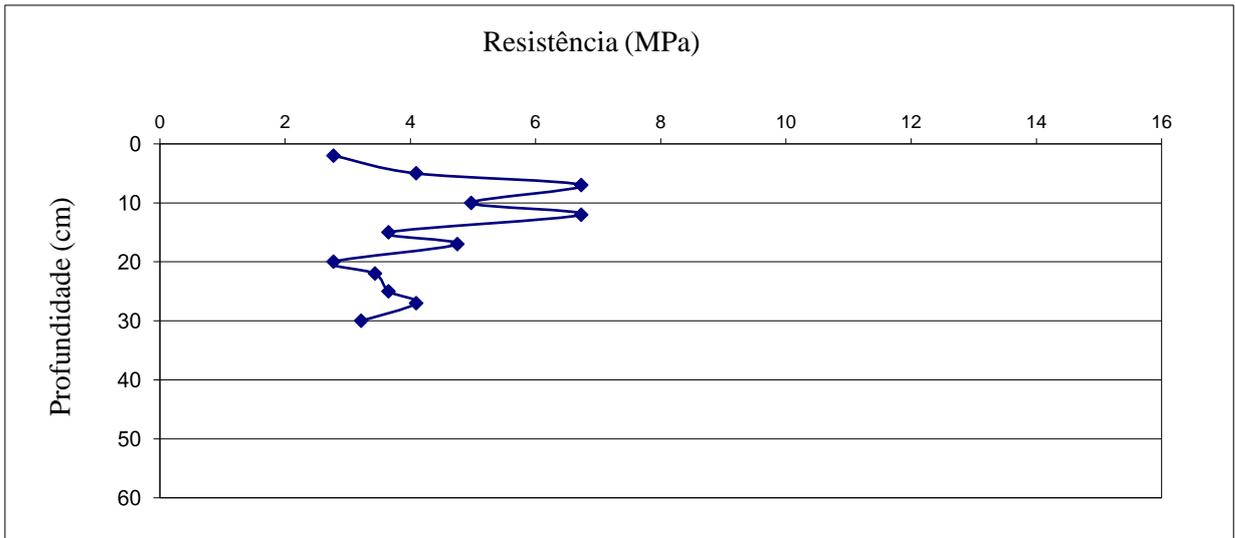


Figura 21 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C2)

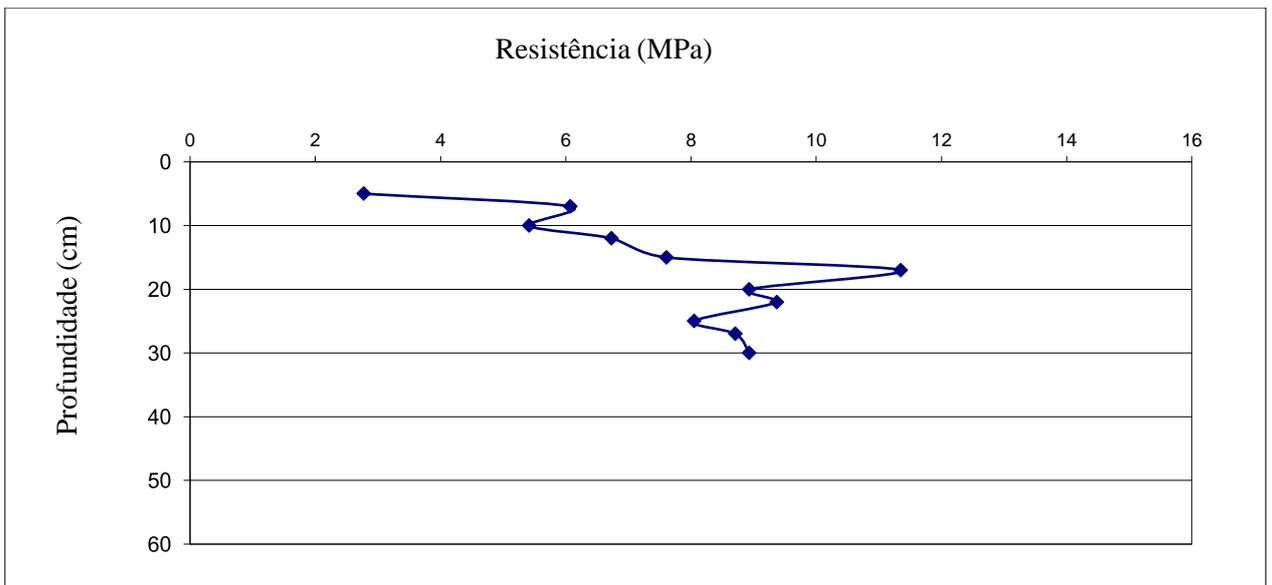


Figura 22 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C3)

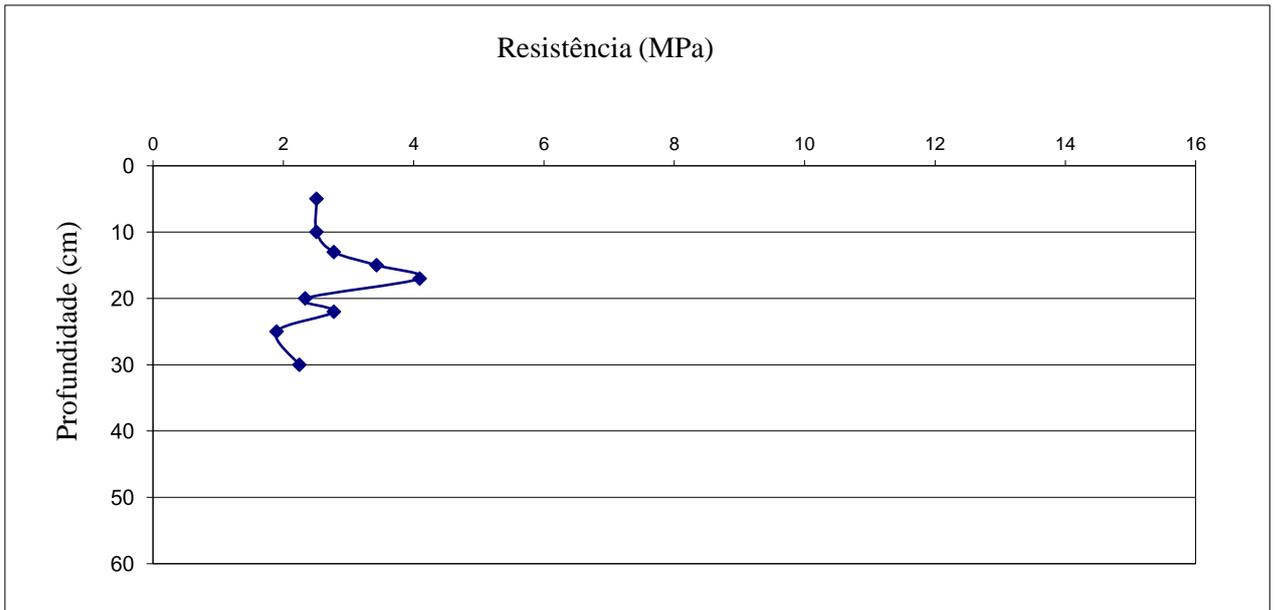


Figura 23 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C4)

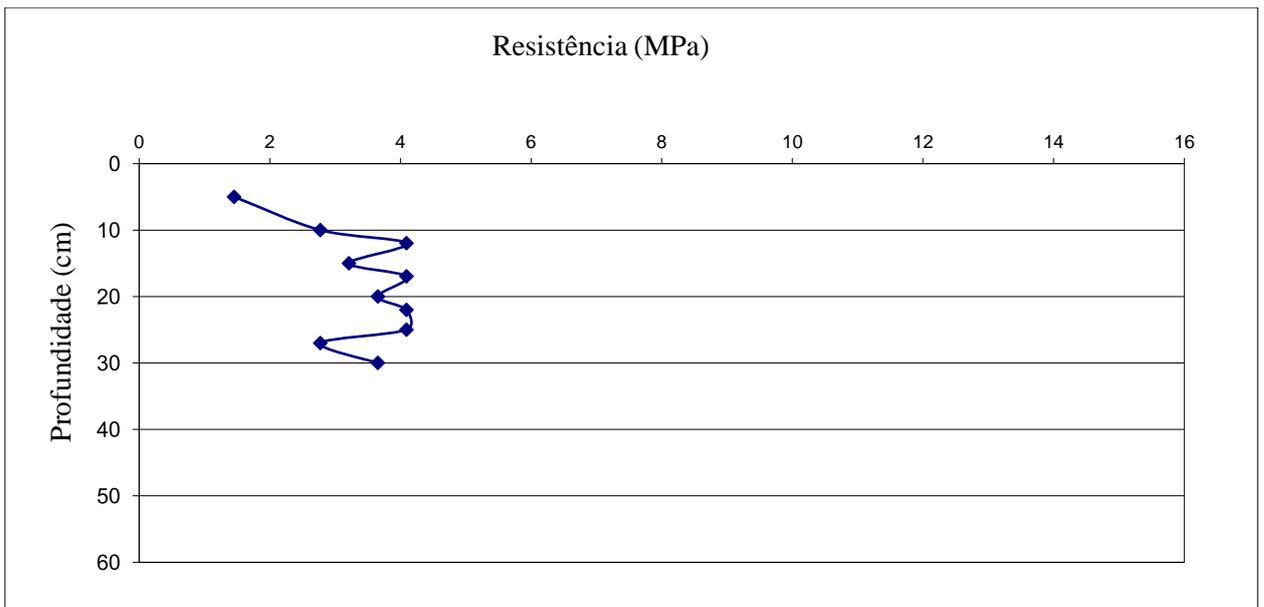


Figura 25 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C1)

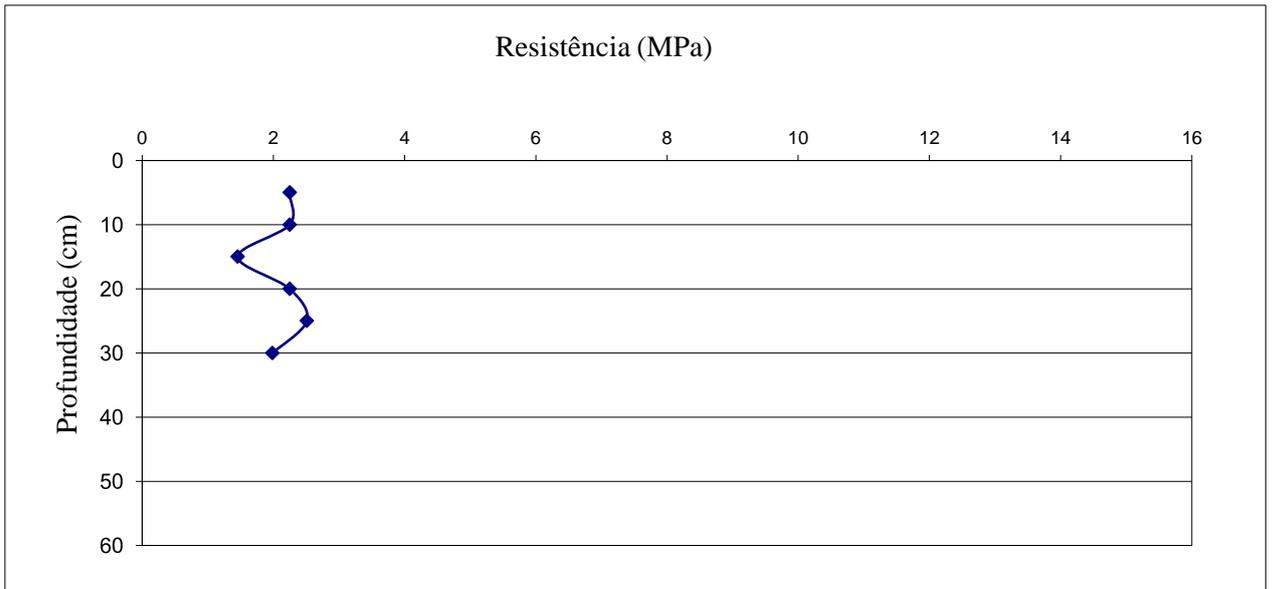


Figura 26 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C3)

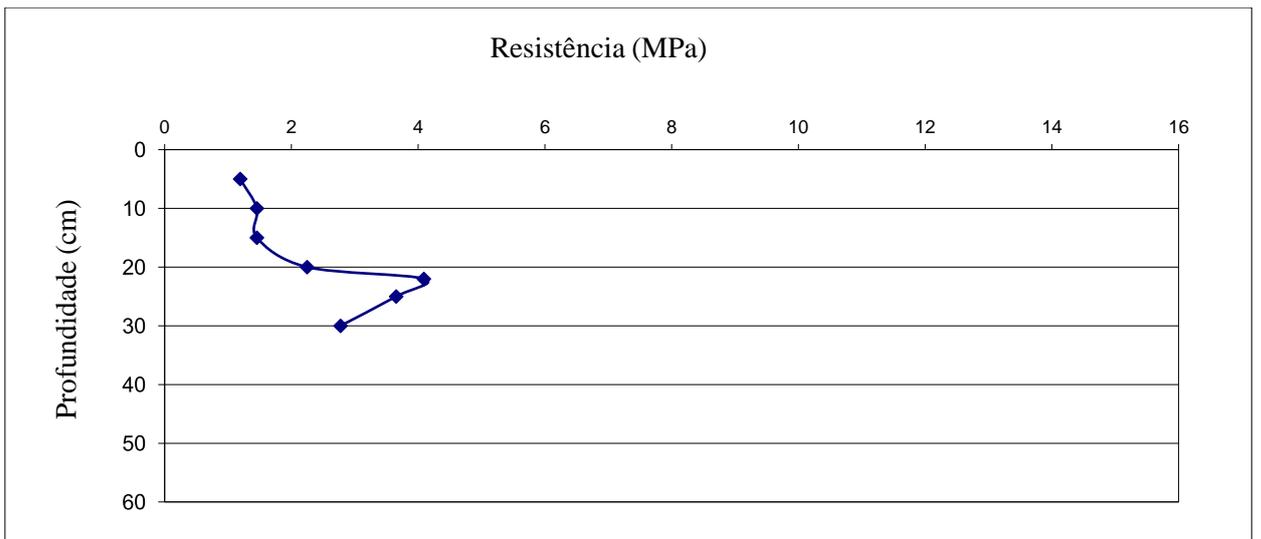


Figura 27 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C2)

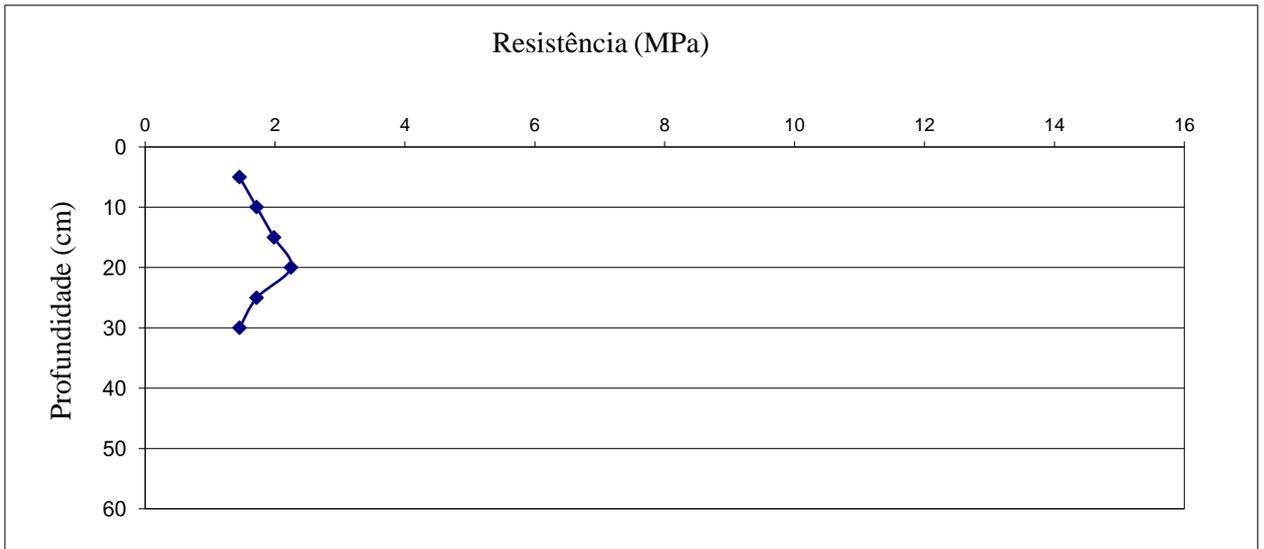


Figura 28 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C4)

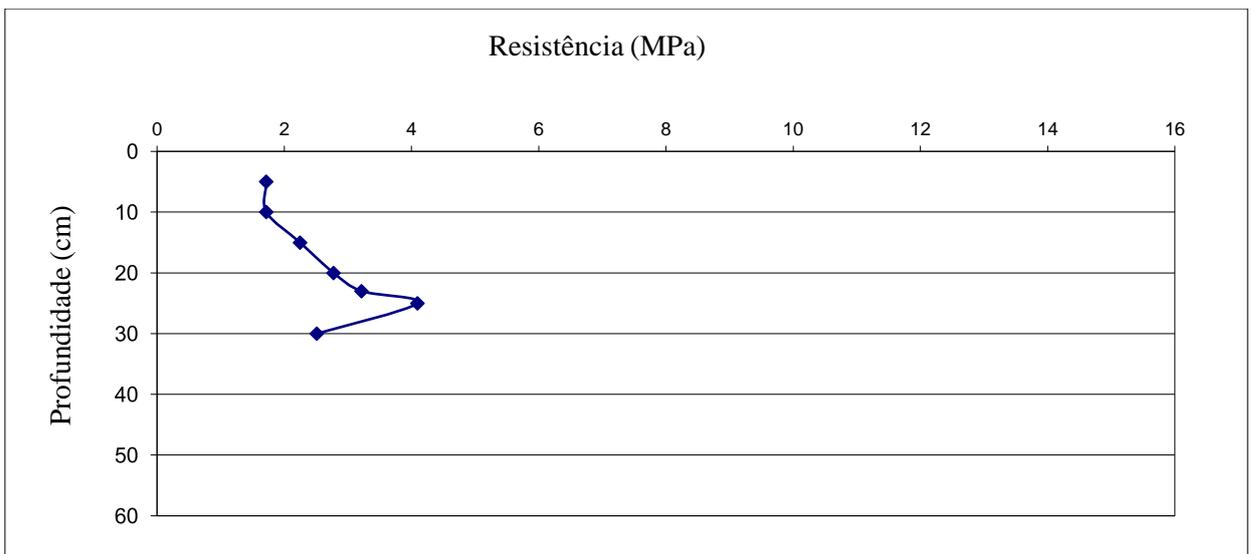


Figura 29 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C3)

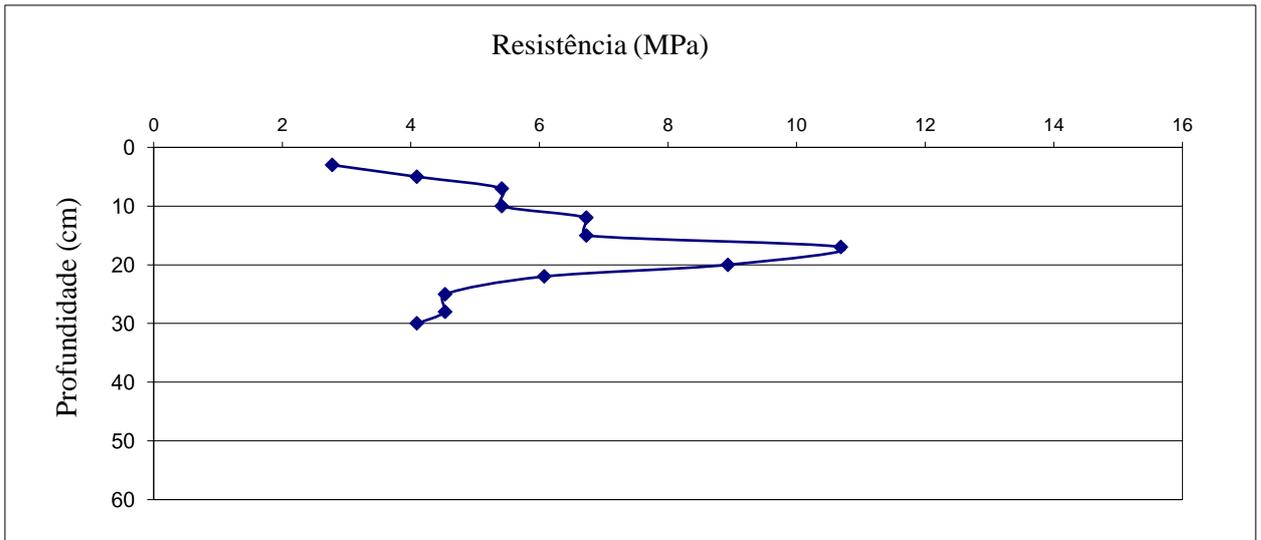


Figura 30 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C2)

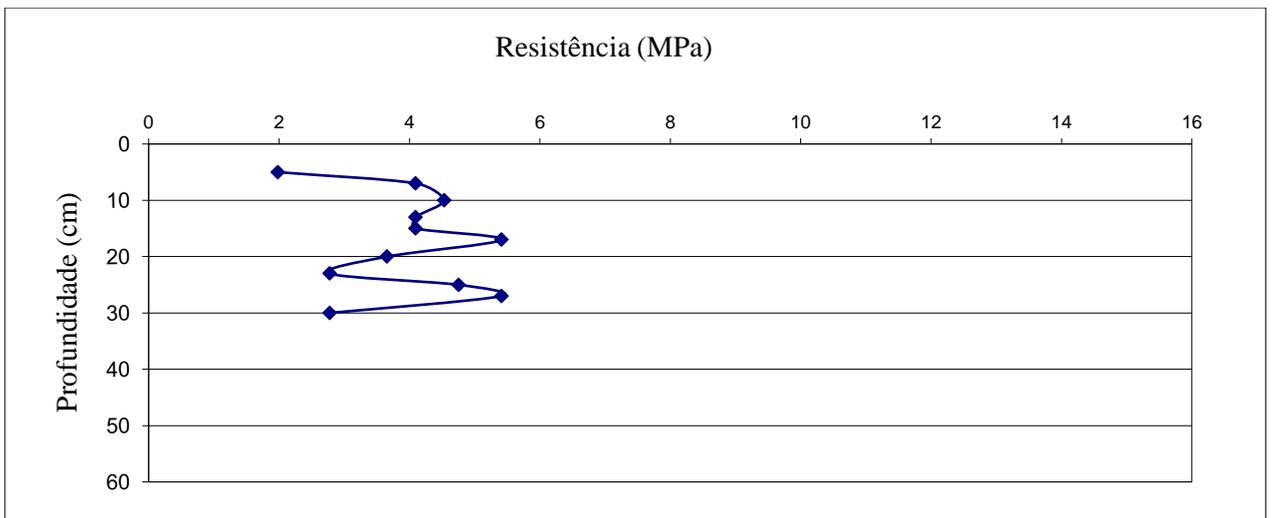


Figura 31 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C4)

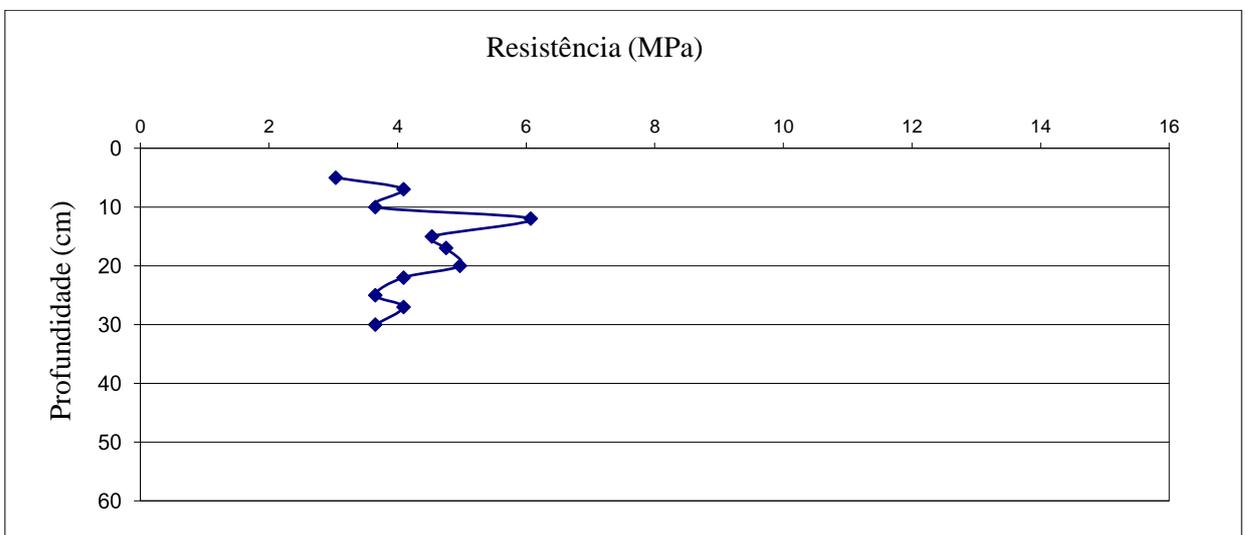


Figura 32 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C1)

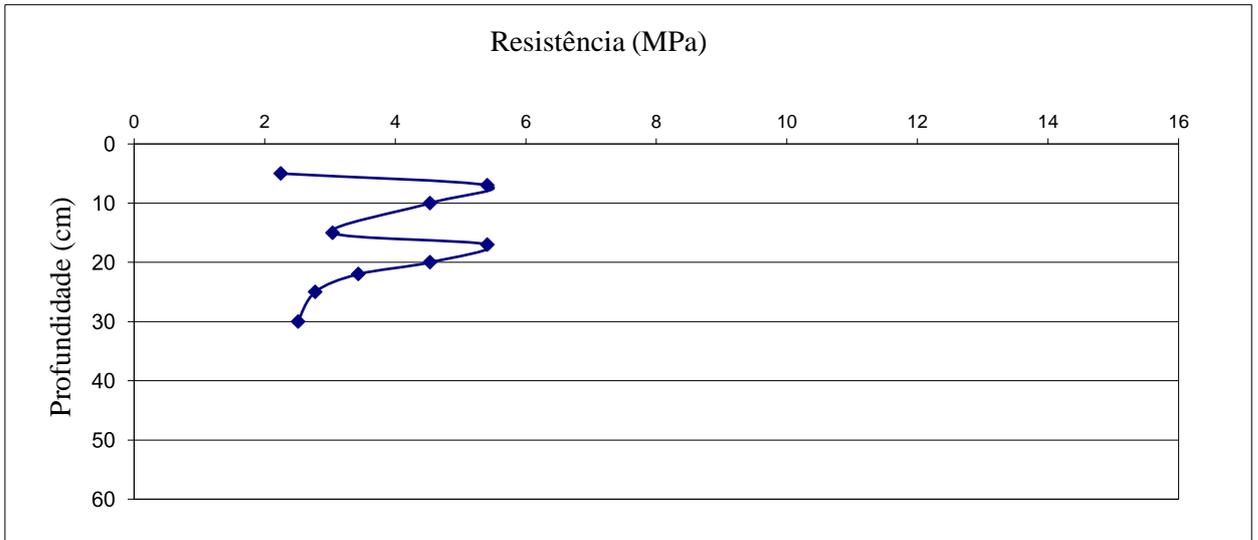


Figura 33 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C4)

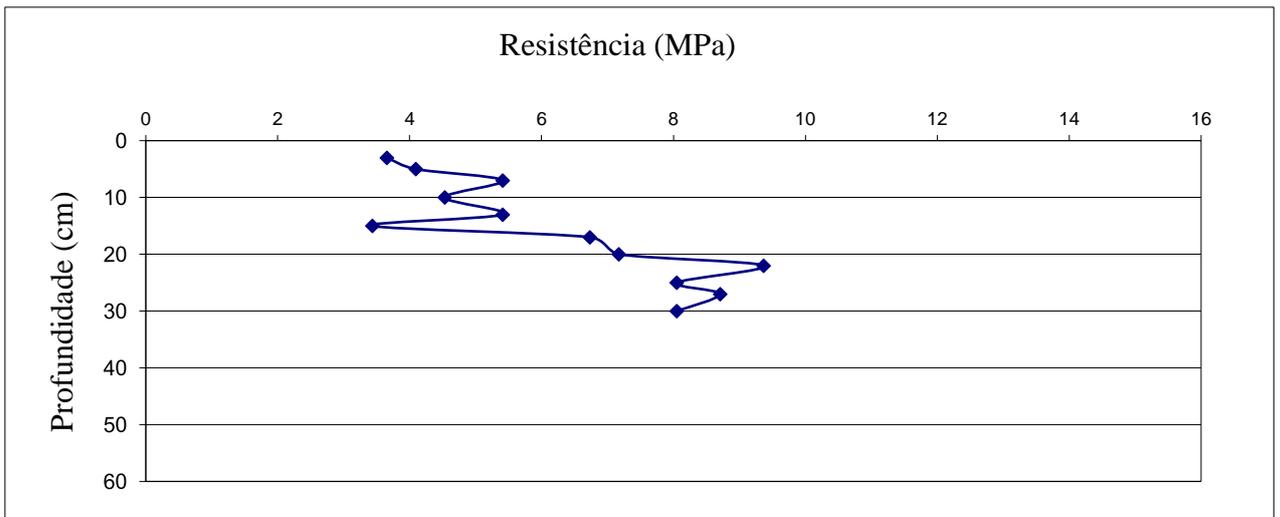


Figura 34 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C1)

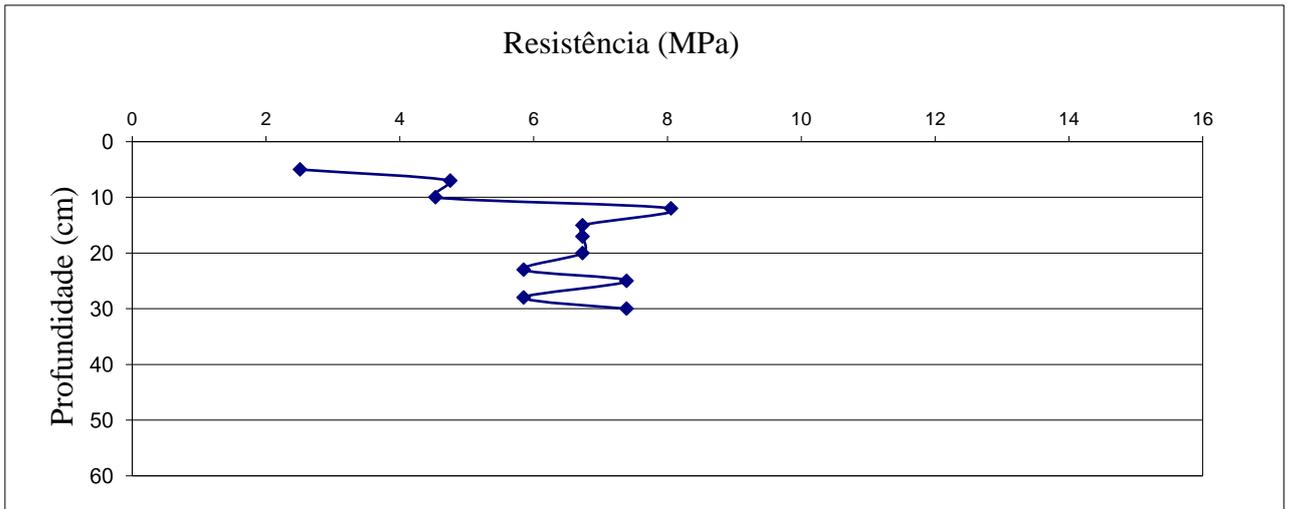


Figura 35 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C3)

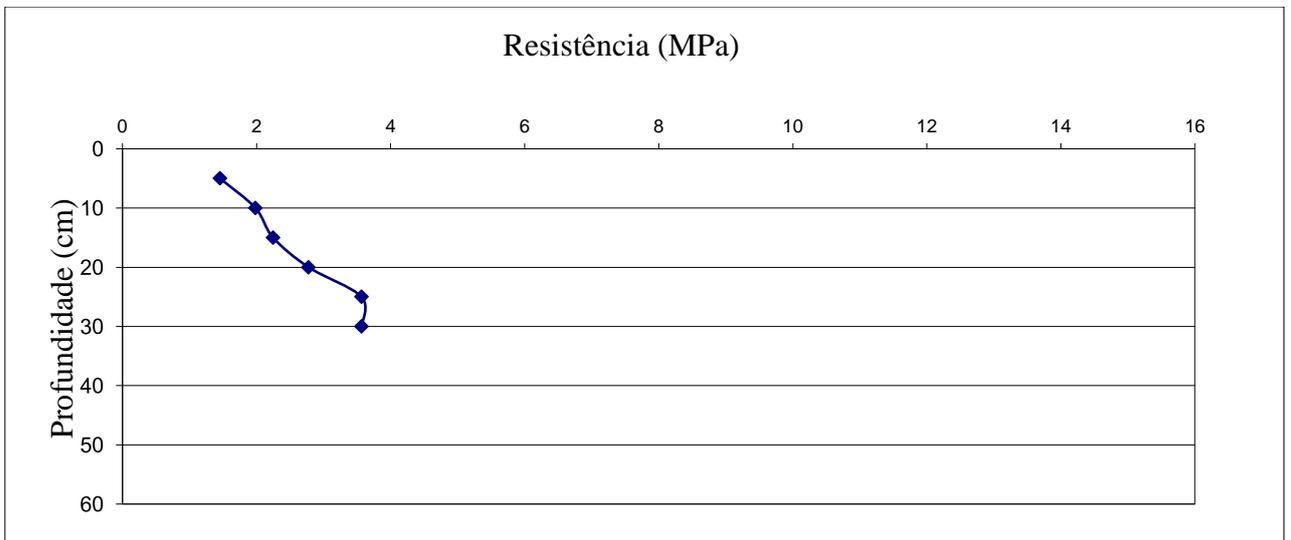


Figura 36 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C2)

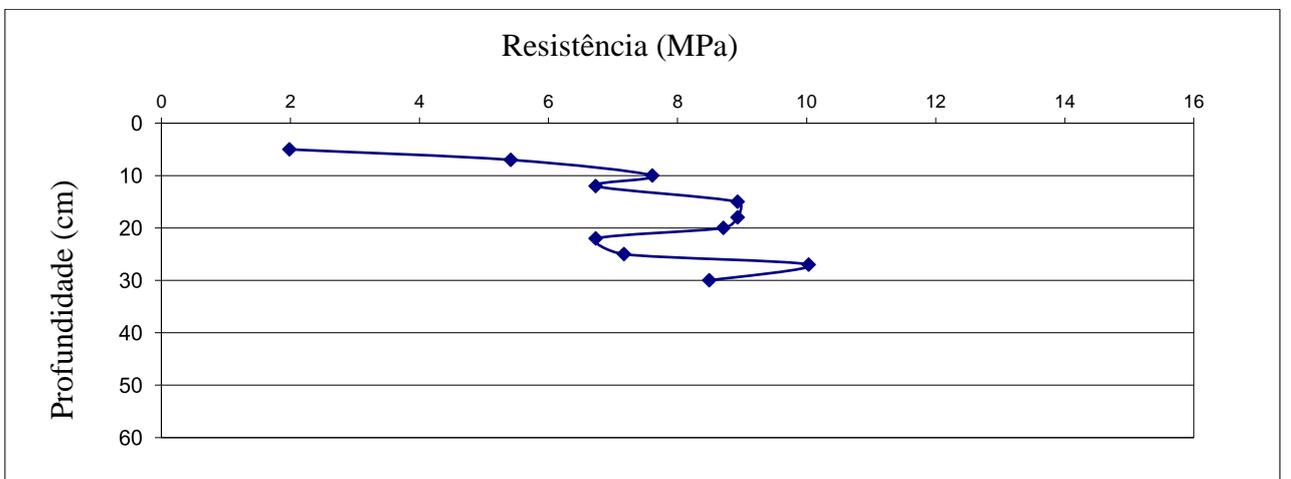


Figura 37 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C3)



Figura 38 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C2)

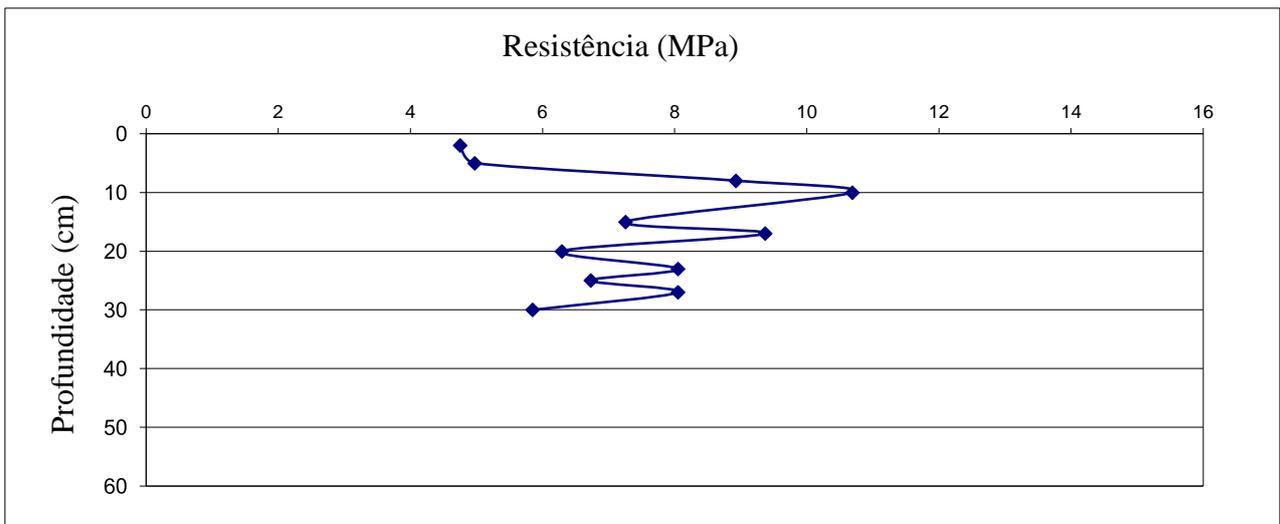


Figura 39 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C4)

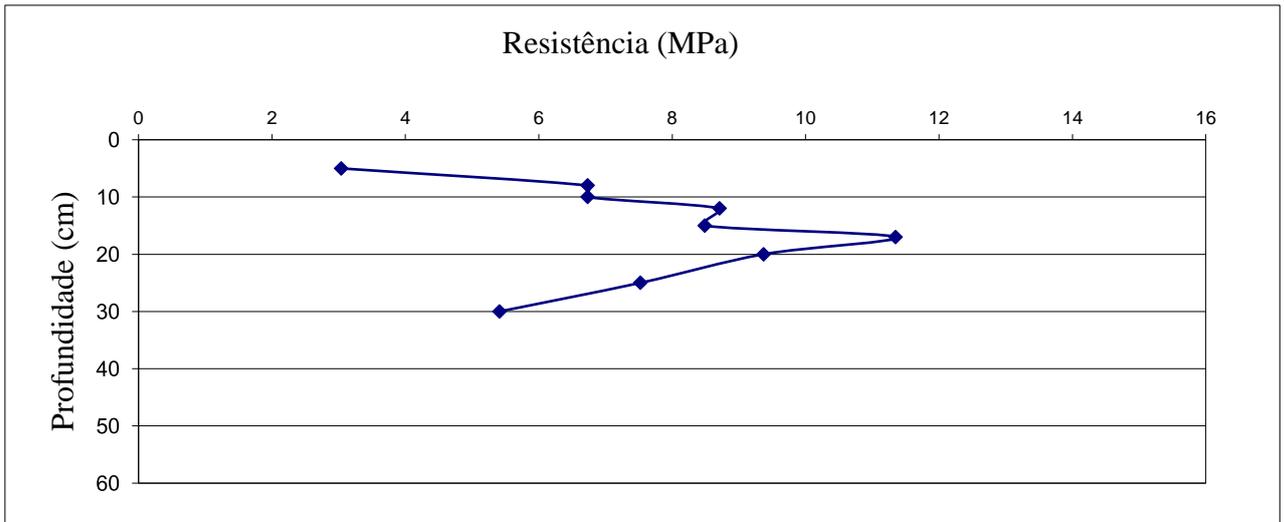


Figura 40 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C1)

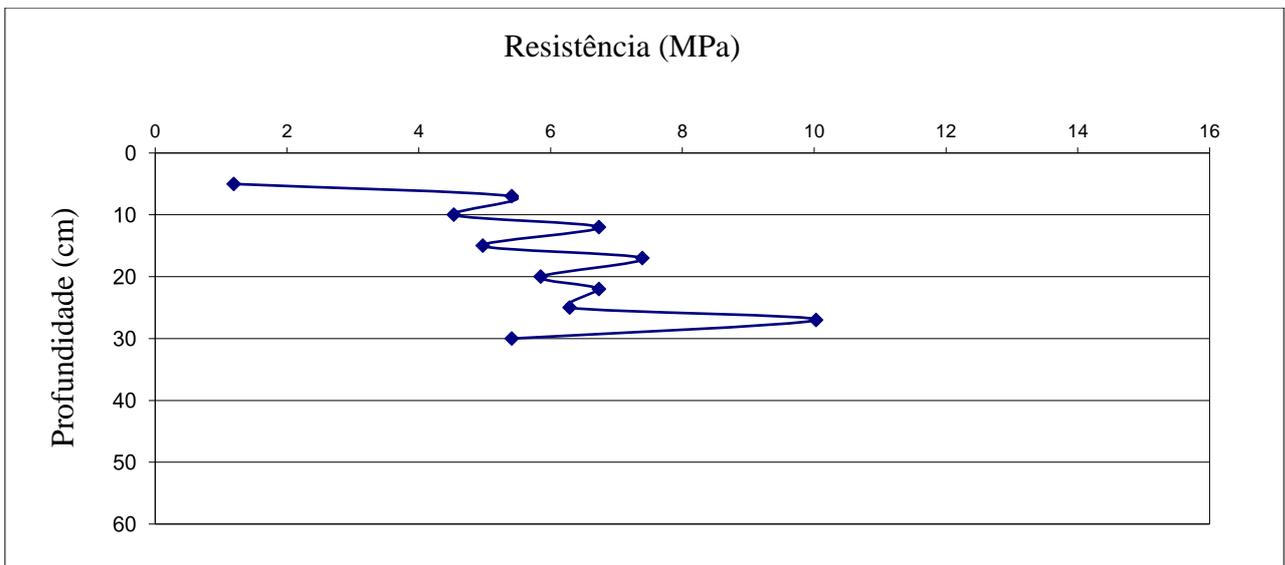


Figura 41 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C1)

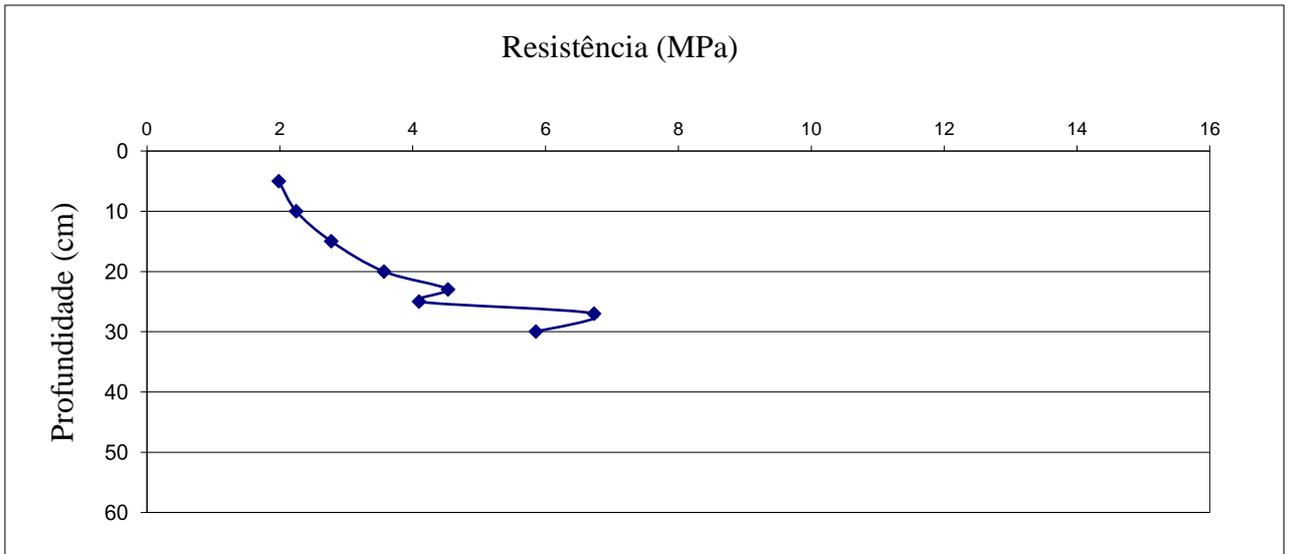


Figura 42 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C2)

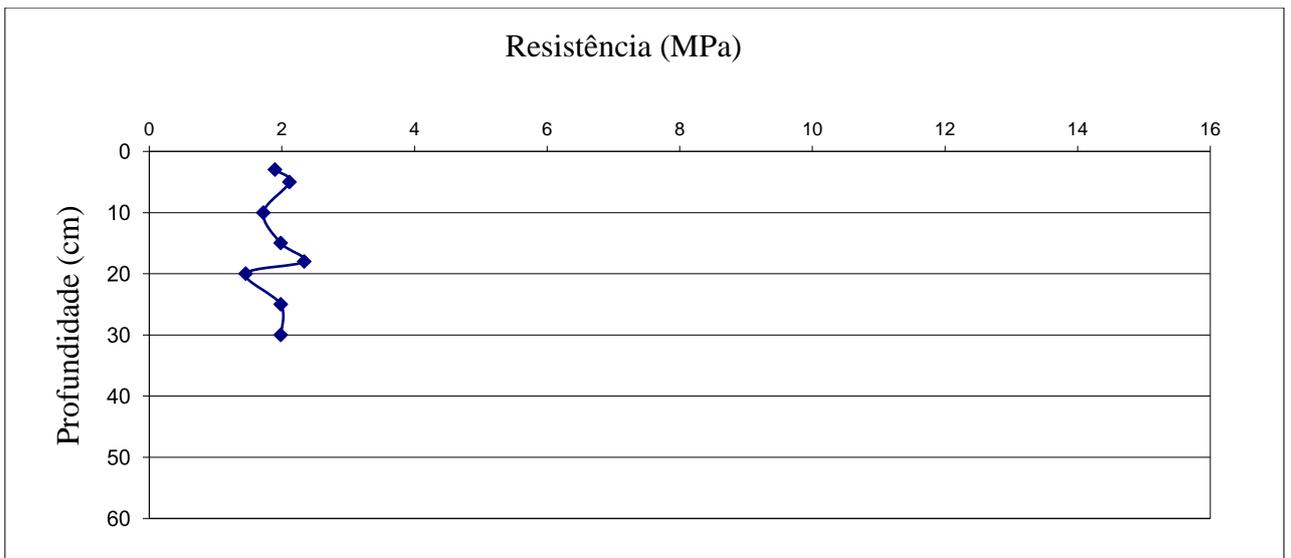


Figura 43 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C4)

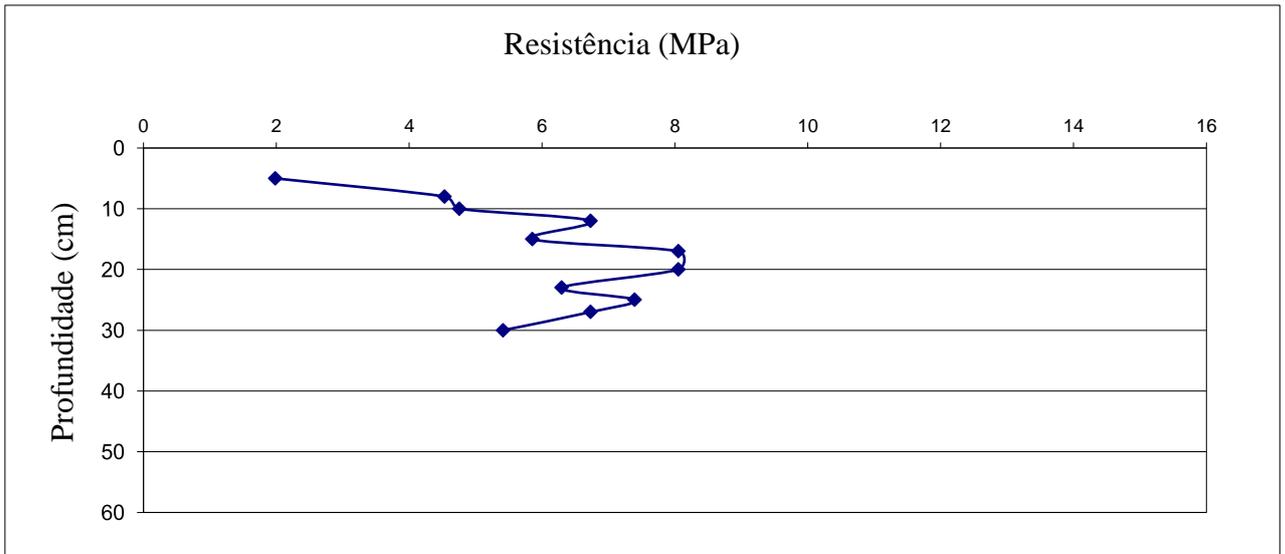


Figura 44 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C3)

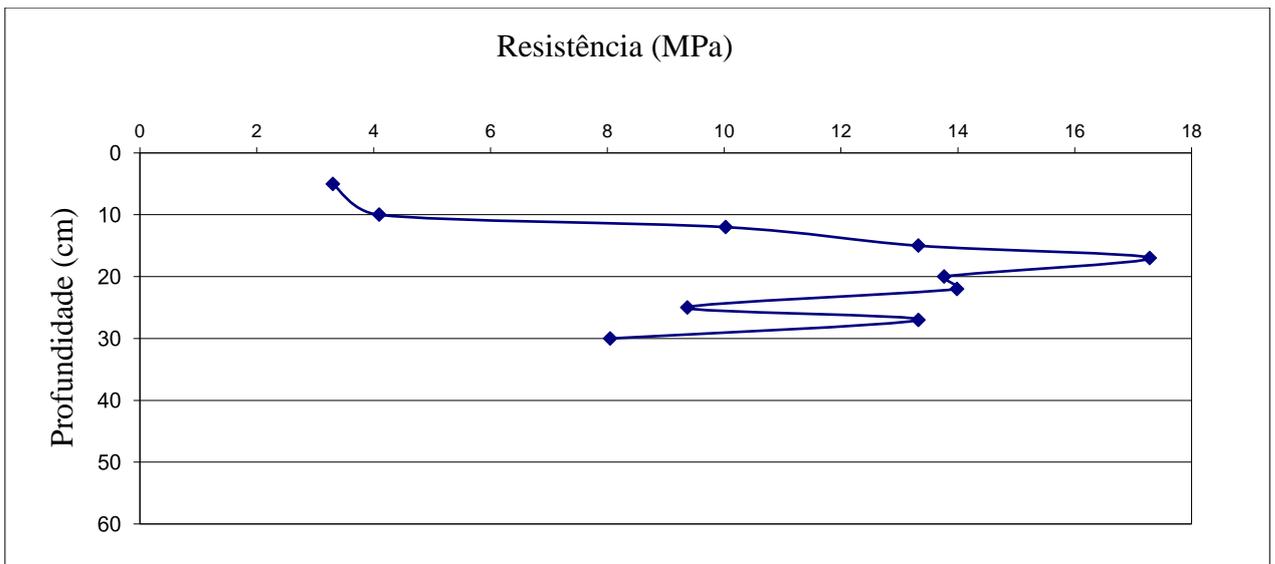


Figura 45 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C2)

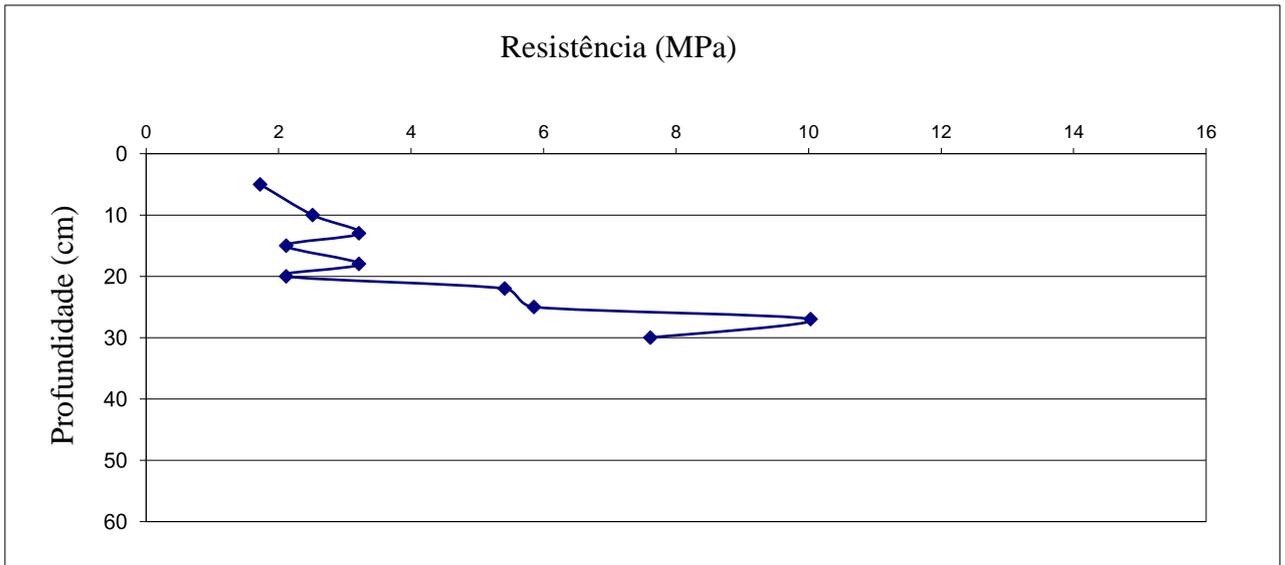


Figura 46 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C3)

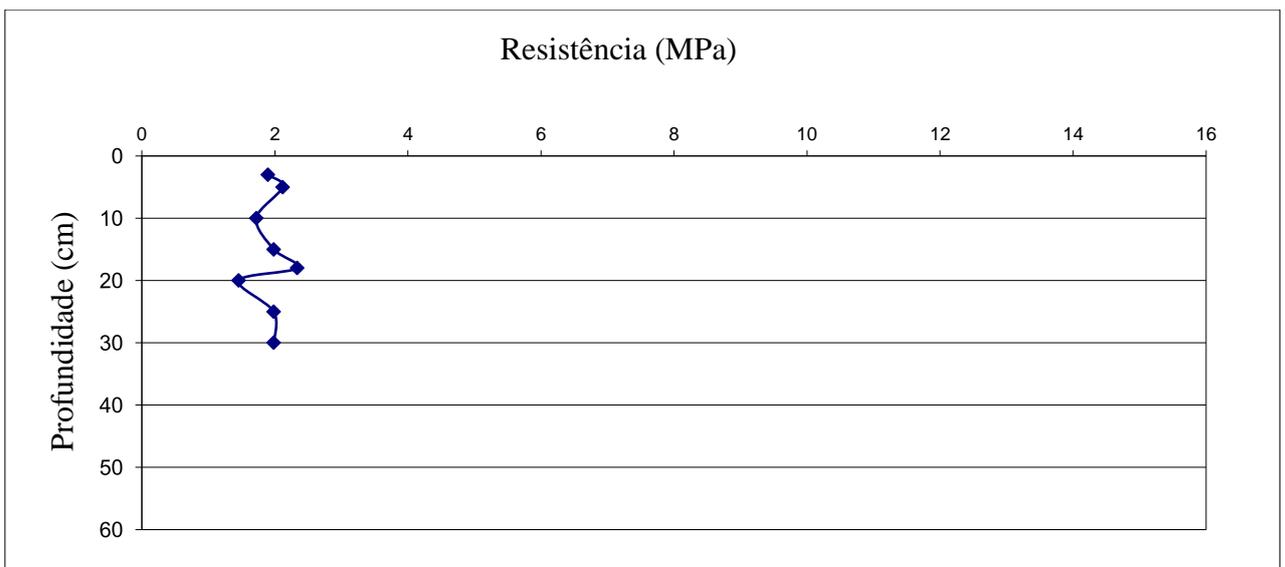


Figura 47 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C1)

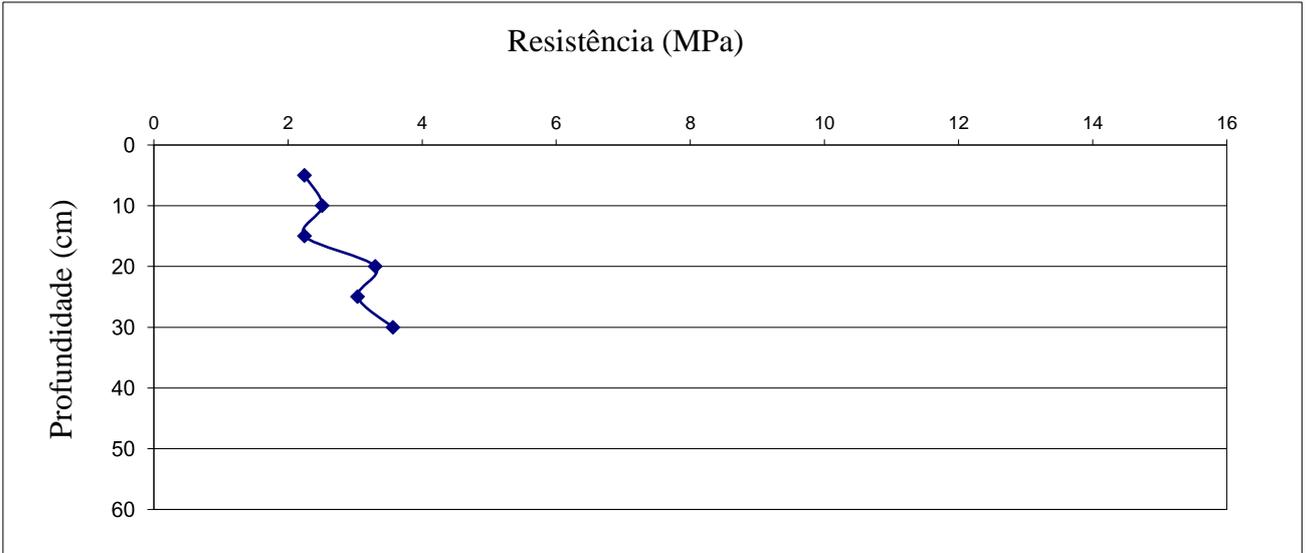


Figura 48 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C4)

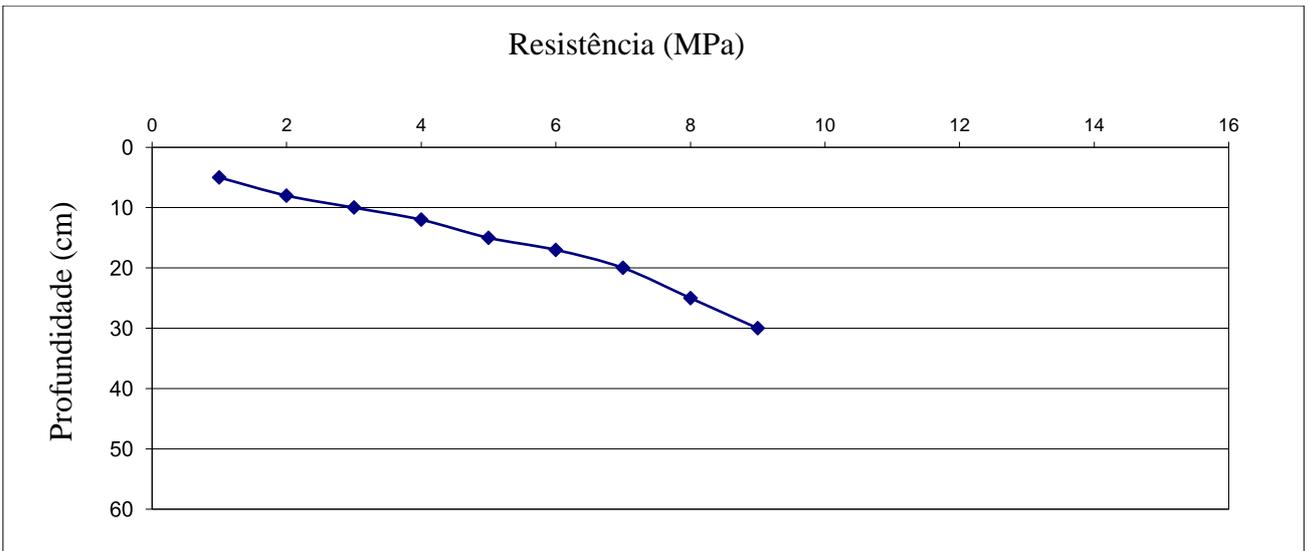


Figura 49 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C3)

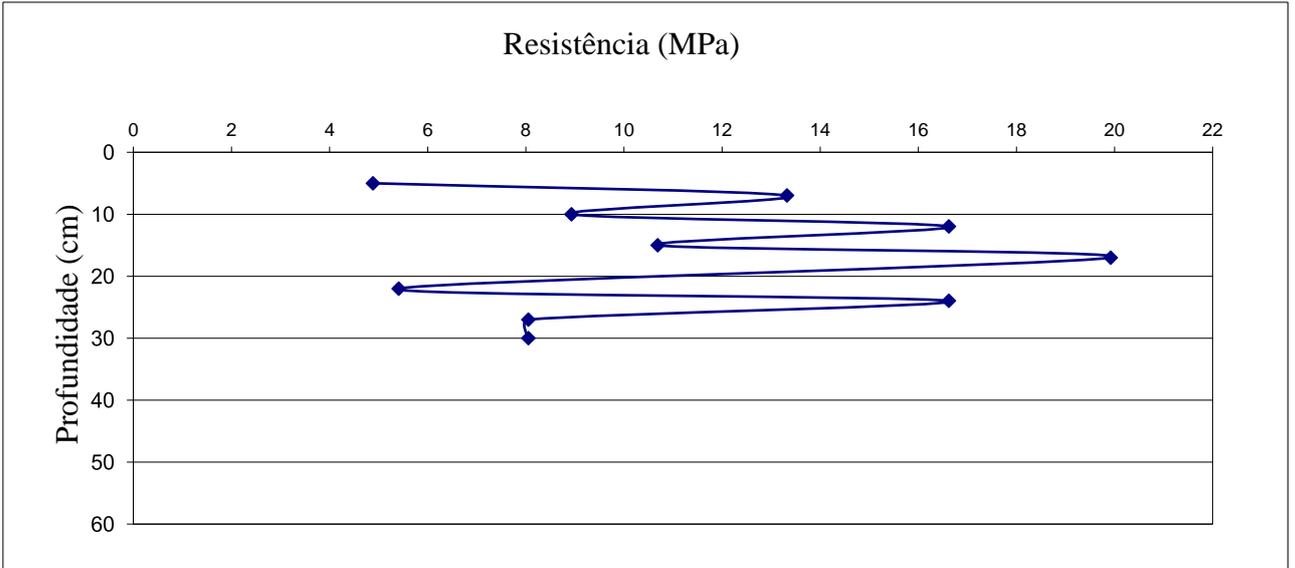


Figura 50 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C4)

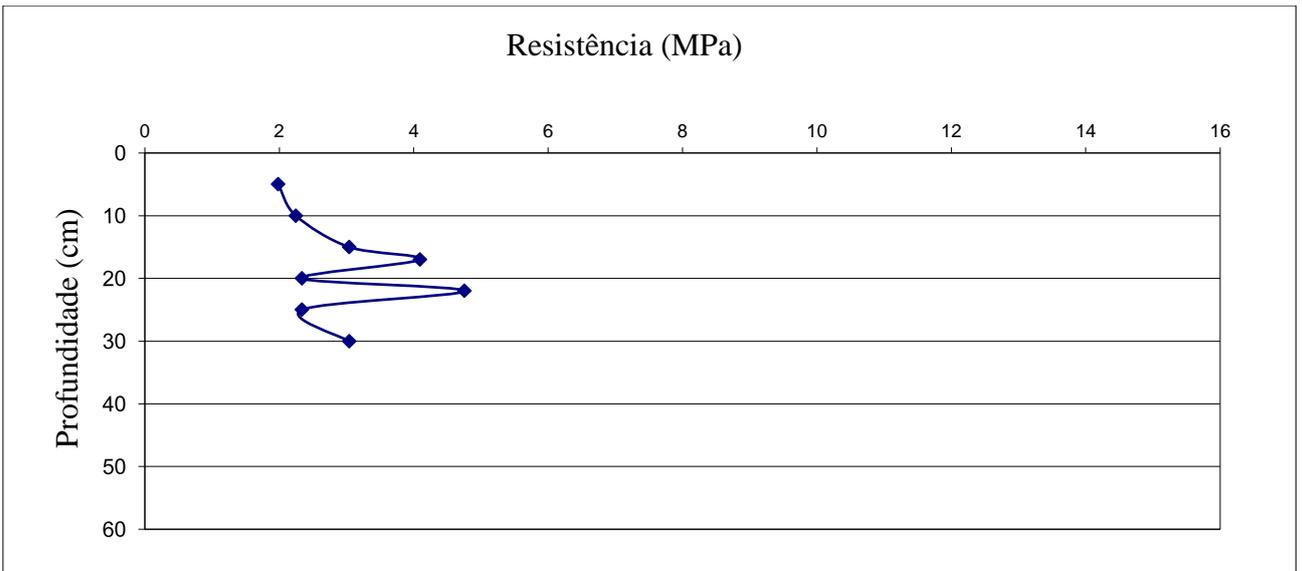


Figura 51 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C2)



Figura 52 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L4C1)

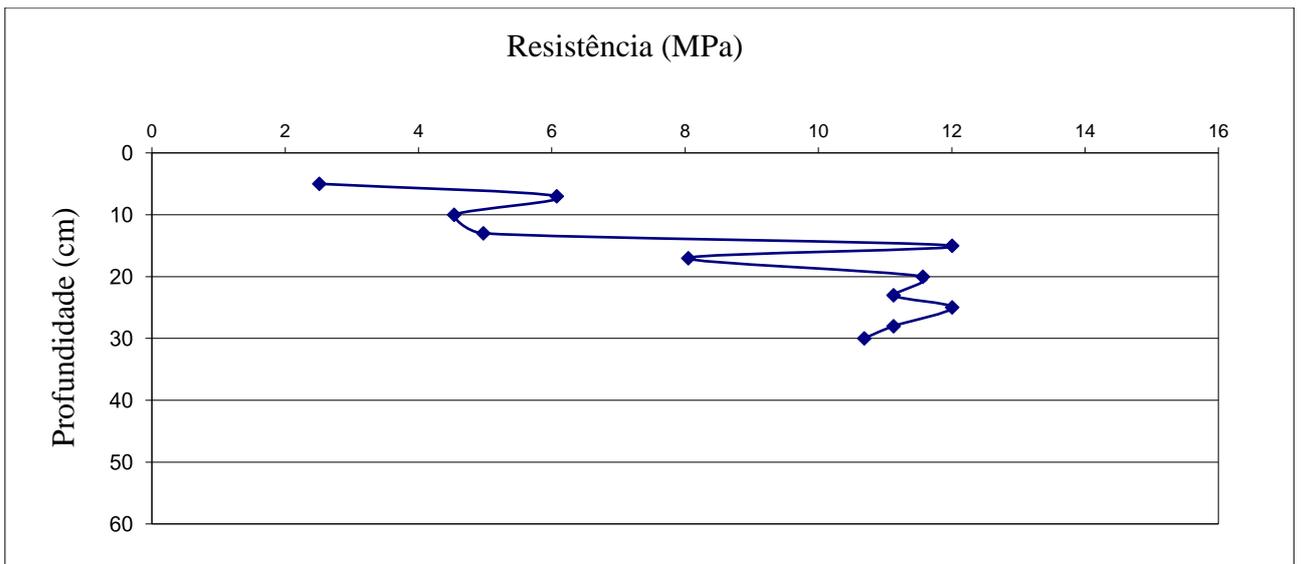


Figura 53 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C1)

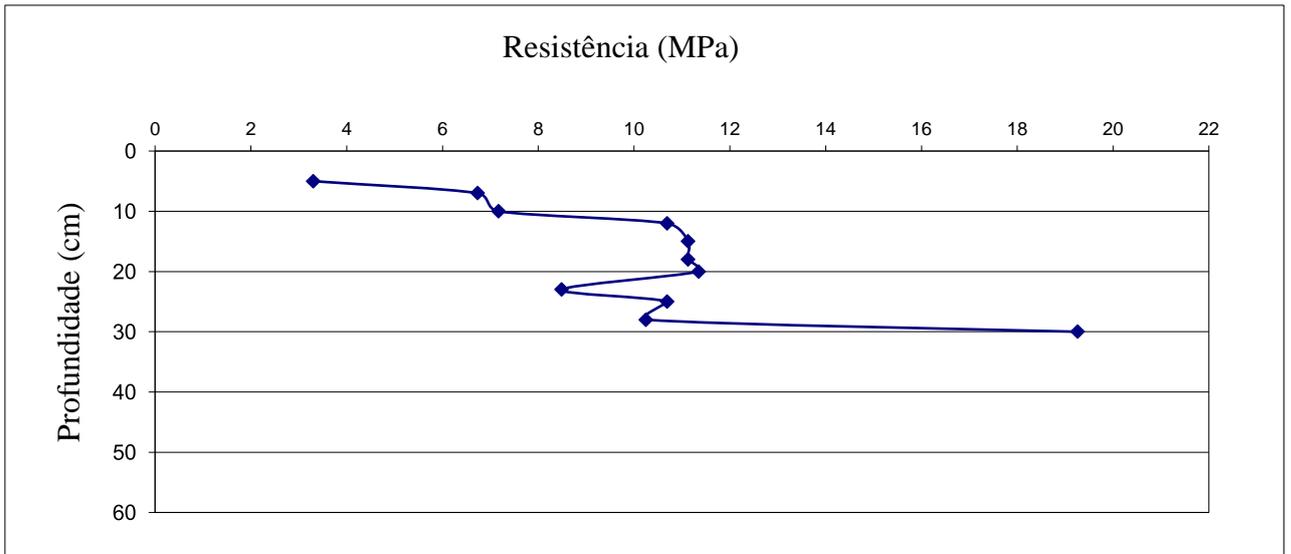


Figura 54 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C3)

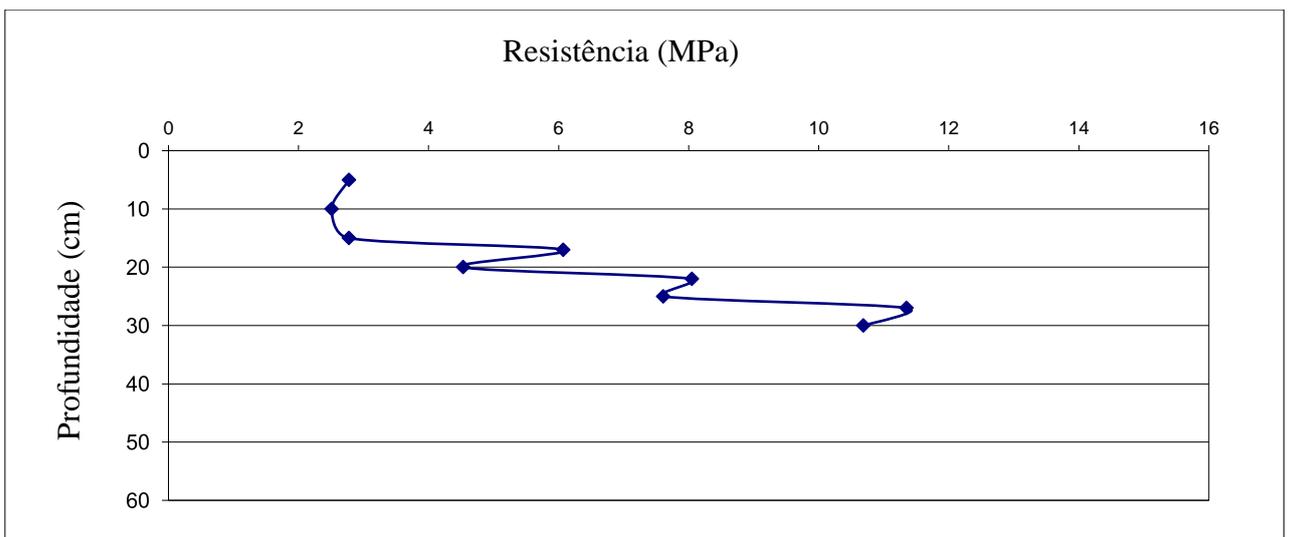


Figura 55 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C4)

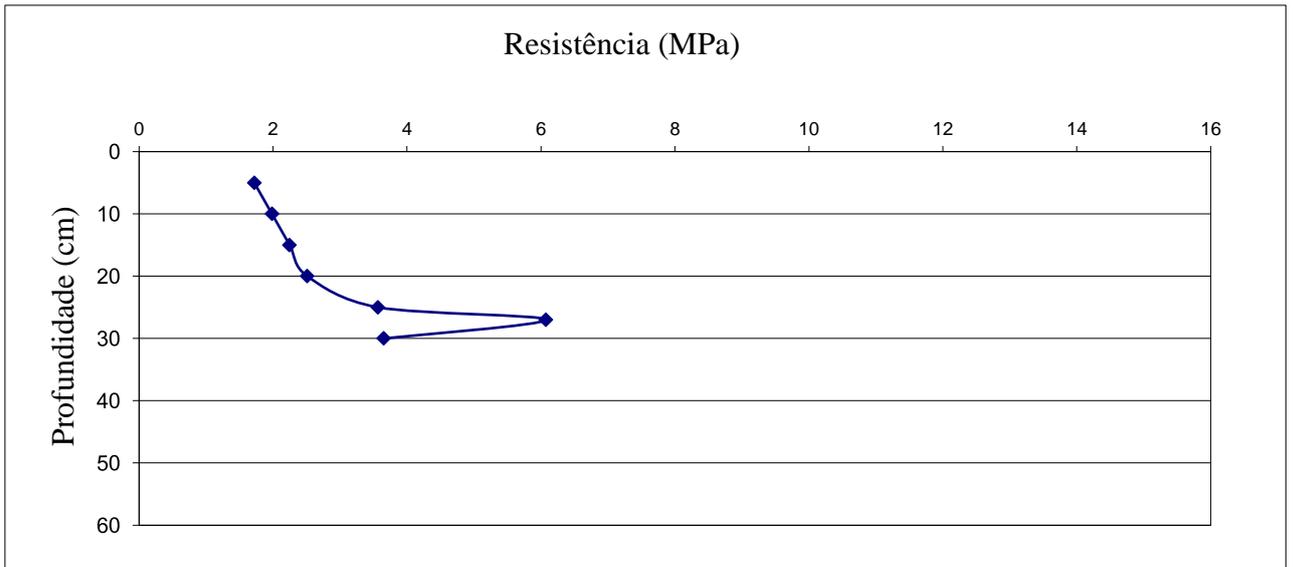


Figura 56 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L3C2)

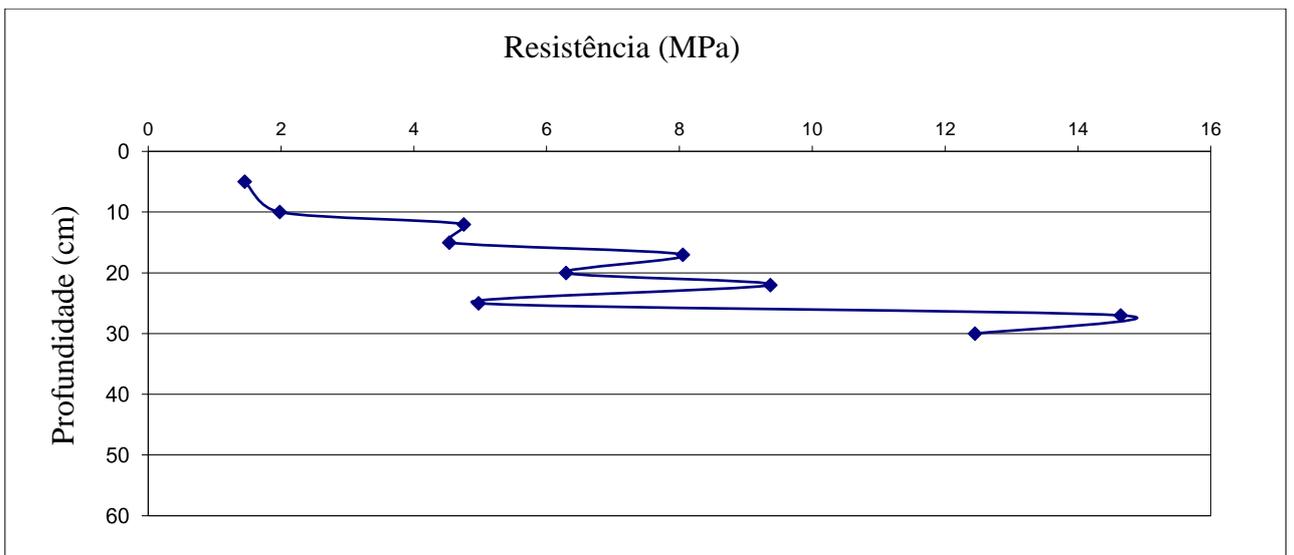


Figura 57 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C2)

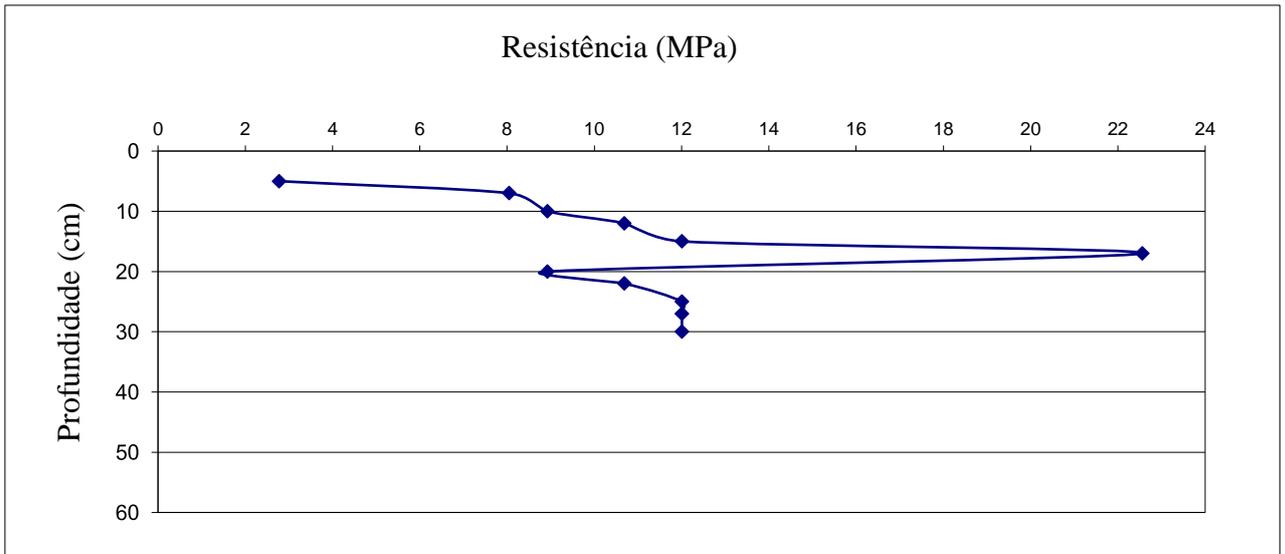


Figura 58 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C4)

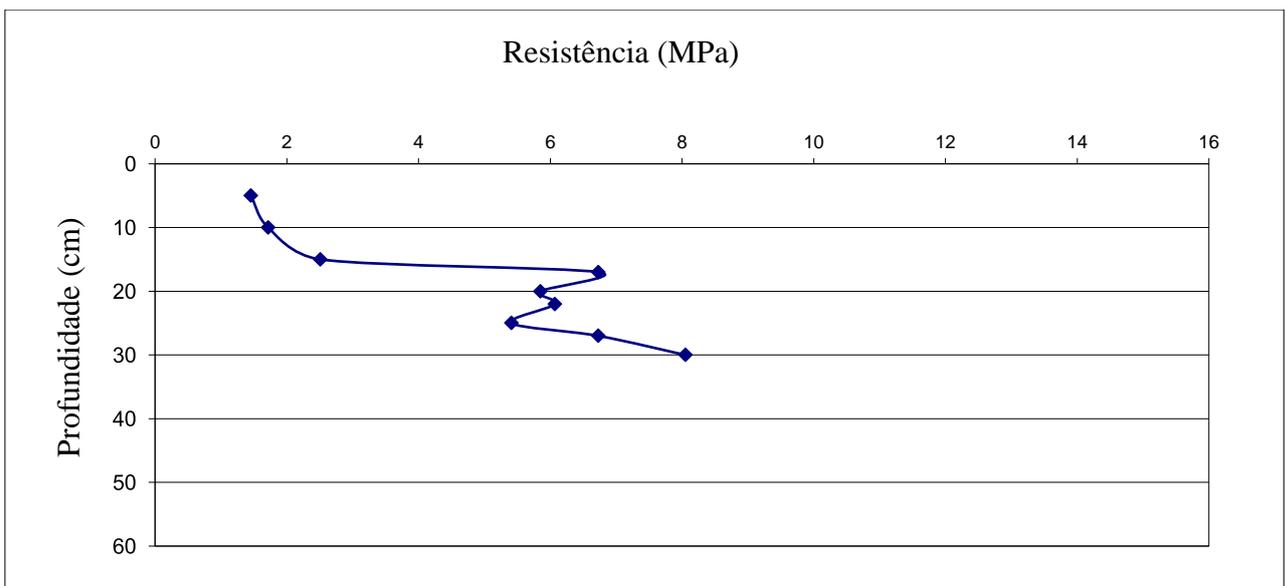


Figura 59 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C3)

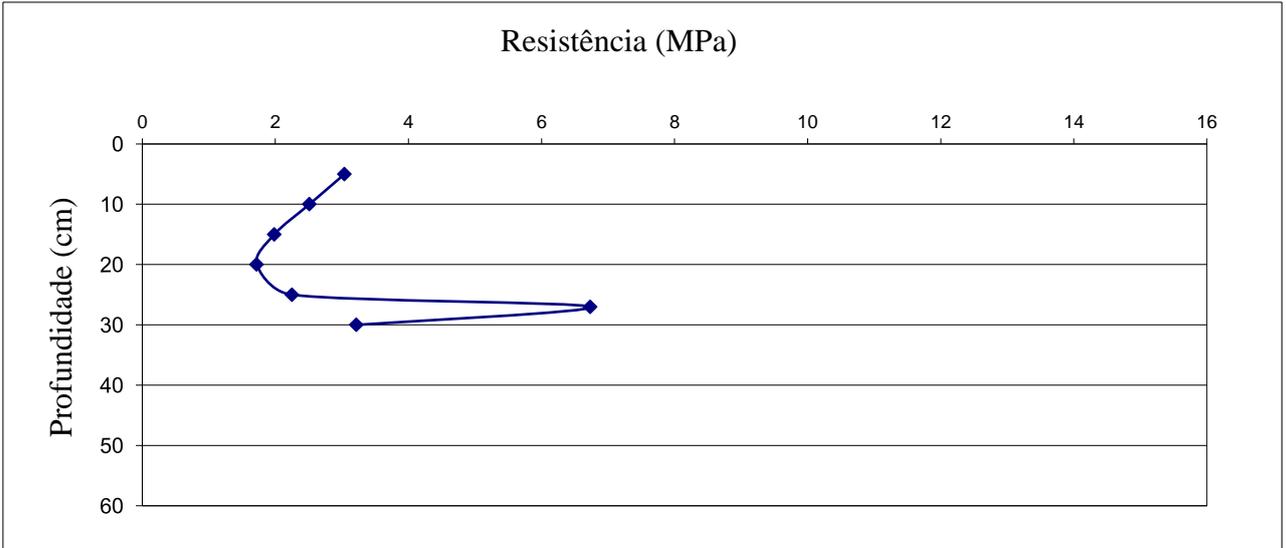


Figura 60 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L1C1)

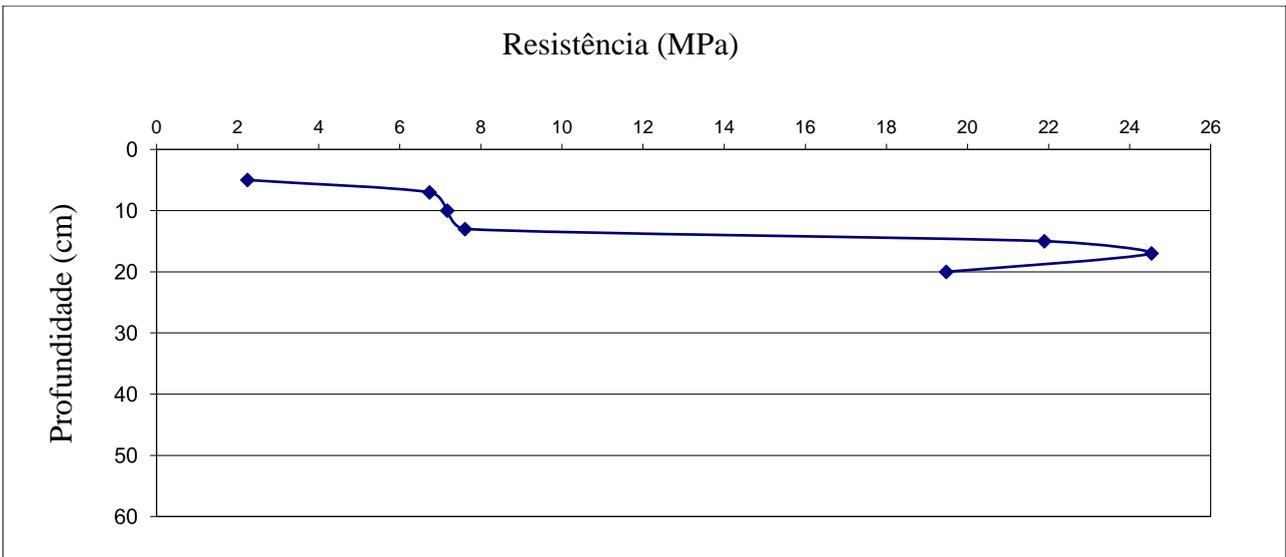


Figura 61 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C3)

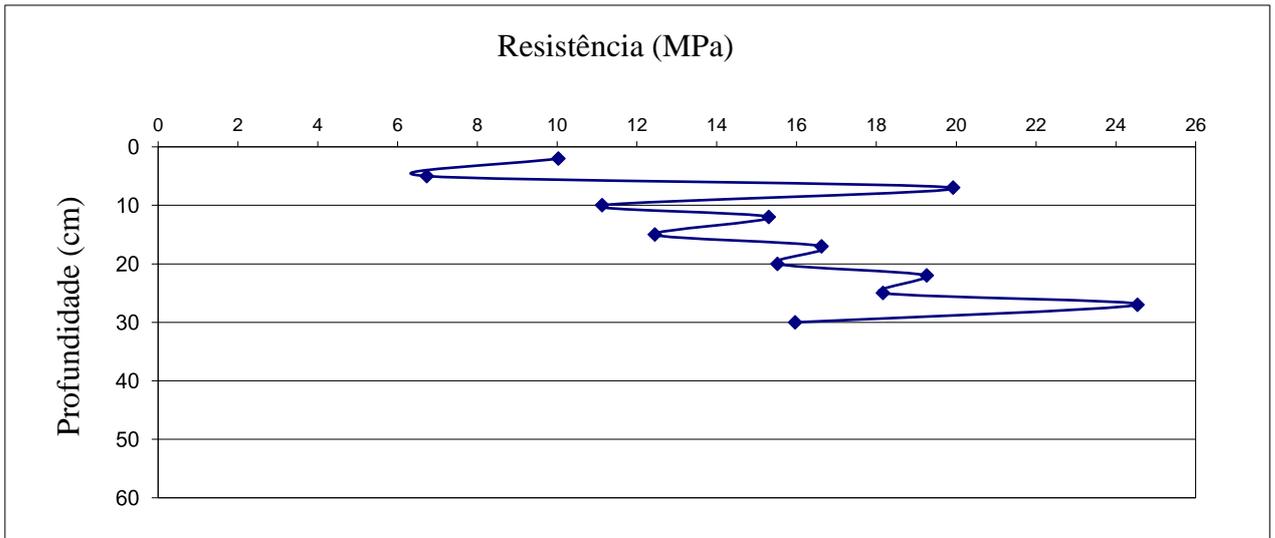


Figura 62 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C1)

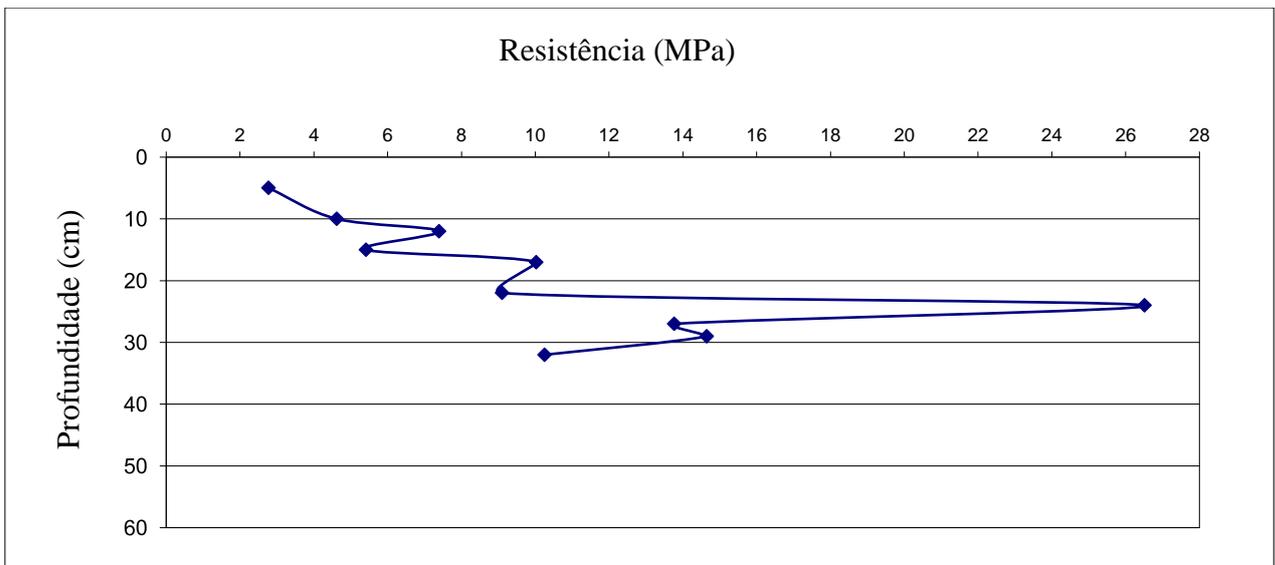


Figura 63 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C2)

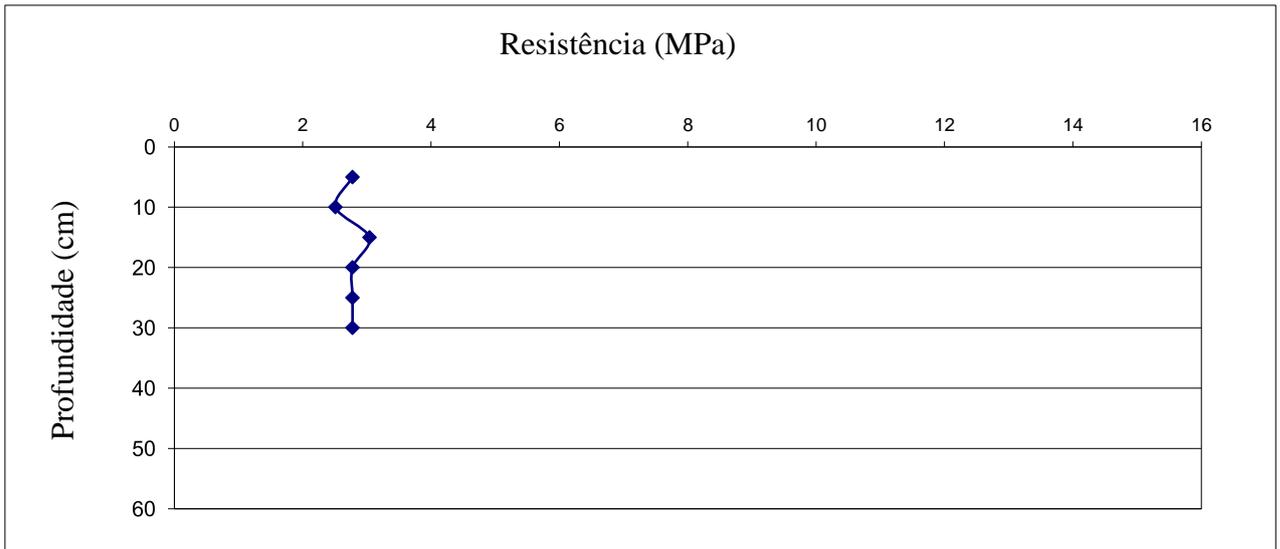


Figura 64 - Resistência a penetração do solo em subparcela do experimento (tratamento L2C4)

