



COINTER PDVAgro 2022

VII CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Edição 100% virtual | 29, 30 de nov a 1 de dez

ISSN: 2526-7701 | PREFIXO DOI: 10.31692/2526-7701

UTILIZAÇÃO DA CAMERA TÉRMICA PARA AVALIAÇÕES DE RAIZES EM PERFIL DO SOLO

USE OF THE THERMAL CAMERA FOR ROOT EVALUATION IN SOIL PROFILE

Apresentação: Comunicação Oral

Maria Clara Reina Nicolau Furtuoso¹; Gustavo Peixoto Lopes²; Grazieli Suszek³ Mauro de Lima⁴; Wesley Tessaro Andrade⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.VIICOINTERPDVAgro.0205>

RESUMO

As raízes possuem um papel fundamental para o solo, promovendo principalmente extração de água e liberação de substâncias orgânicas para a rizosfera, a compreensão dos fenômenos ocorridos na parte aérea das plantas torna-se mais completa, quando também se compreende o que acontece abaixo da superfície do solo, principalmente com relação ao crescimento e à distribuição de raízes no perfil. Objetivou-se com esse trabalho comparar a utilização de imagens térmicas para contagem de raízes em perfil de solo, com formas tradicionais de avaliação no método da parede como perfil. O trabalho foi conduzido no IFMS campus de Nova Andradina, antes da semeadura da cobertura do solo, foram avaliadas o quantitativo e tamanho das raízes que estão presentes na área e após o desenvolvimento das costuras será realizada nova avaliação. Para isso uma trincheira foi aberta nas dimensões de 1,0 m de profundidade 1,0 m de largura e 1,0 m de comprimento, as análises foram feitas nas profundidades de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 100 cm de profundidade. Além dos levantamentos realizados de forma manual utilizando o método da parede como perfil e através de imagens digitais foi proposta como alternativa a imagens digitais a utilização de imagens térmicas. Os resultados mostraram que todos os métodos avaliados apresentaram diferenças significativas nas camadas avaliadas. Além disso, o método de avaliação através de imagens térmicas é capaz de mensurar parâmetros para avaliação de raízes, contribuindo, portanto, para realização análise de raiz pelo método da parede como perfil.

Palavras-Chave: sistema radicular, método da parede como perfil, Flir

RESUMEN

Las raíces juegan un papel fundamental en el suelo, principalmente promoviendo la extracción de agua y la liberación de sustancias orgánicas a la rizosfera, la comprensión de los fenómenos que ocurren en la parte aérea de las plantas se vuelve más completa, cuando se comprende también lo que sucede debajo de la superficie de las mismas. el suelo, principalmente en relación con el crecimiento y distribución de raízes en el perfil. El objetivo de este trabajo fue comparar el uso de imágenes térmicas para el conteo

¹ Técnico em agropecuária, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, maria.furtuoso@estudante.ifms.edu.br

² Técnico em agropecuária, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, gustavo.lopez2@estudante.ifms.edu.br

³ Doutor, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, grazieli.suszek@ifms.edu.br

⁴ Especialista, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, mauro.lima@ifms.edu.br

⁵ Mestre, Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, wesley.andrade@ifms.edu.br

de raízes em perfil de solo, com formas tradicionais de avaliação em el método de la pared como perfil. El trabajo se realizó en el campus de IFMS de Nova Andradina, antes de la siembra de la cobertura del suelo, se evaluó la cantidad y el tamaño de las raíces que están presentes en el área y después del desarrollo de las costuras se realizará una nueva evaluación. . Para esto se abrió una zanja en las dimensiones de 1.0 m de profundidad, 1.0 m de ancho y 1.0 m de largo, los análisis se realizaron a profundidades de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 y 80 a 100 cm de profundidad. Además de los levantamientos realizados manualmente mediante el método del muro como perfil ya través de imágenes digitales, se planteó el uso de imágenes térmicas como alternativa a las imágenes digitales. Los resultados mostraron que todos los métodos evaluados mostraron diferencias significativas en las capas evaluadas. Además, el método de evaluación a través de imágenes térmicas es capaz de medir parámetros para la evaluación de raíces, contribuyendo así a realizar análisis de raíces utilizando el método de pared como perfil.

Palabras Clave: sistema raíz, método de pared como perfil, Flir

ABSTRACT

Roots play a fundamental role in the soil, mainly promoting water extraction and release of organic substances to the rhizosphere, the understanding of the phenomena that occur in the aerial part of plants becomes more complete, when one also understands what happens below the surface. of the soil, mainly in relation to the growth and distribution of roots in the profile. The objective of this work was to compare the use of thermal images to count roots in soil profile, with traditional forms of evaluation in the method of the wall as profile. The work was carried out at the IFMS campus of Nova Andradina, before the sowing of the soil cover, the quantity and size of the roots that are present in the area were evaluated and after the development of the seams a new evaluation will be carried out. For this, a trench was opened in the dimensions of 1.0 m in depth, 1.0 m in width and 1.0 m in length, the analyzes were carried out at depths from 0 to 20, 20 to 40, 40 to 60, 60 to 80 and 80 to 100 cm deep. In addition to the surveys carried out manually using the method of the wall as a profile and through digital images, the use of thermal images was proposed as an alternative to digital images. The results showed that all evaluated methods showed significant differences in the evaluated layers. In addition, the evaluation method through thermal images is capable of measuring parameters for root evaluation, thus contributing to performing root analysis using the wall-as-profile method.

Keywords: root system, wall-as-profile method, Flir

INTRODUÇÃO

As raízes possuem um papel fundamental para o solo, promovendo formação dos agregados durante o crescimento, aproximando partículas minerais pelas pressões exercidas no seu avanço através do espaço poroso do solo, extração de água e liberação de substâncias orgânicas para a rizosfera JORGE E SILVA (2010).

O estudo de raízes é muito importante para a compreensão dos diversos fenômenos de crescimento e desenvolvimento da parte aérea Jorge e Silva (2010) a compreensão dos fenômenos ocorridos na parte aérea das plantas torna-se mais completa, quando também se compreende o que acontece abaixo da superfície do solo, principalmente com relação ao crescimento e à distribuição de raízes no perfil RATKE, SANTOS JÚNIOR E SOUZA, (2019).



O método da parede como perfil conforme descrito por e Ratke, Santos Júnior e Souza (2019) é largamente utilizado por permitir estudos simultâneos na mesma trincheira. Neste método deve-se abrir a trincheira manual, ou mecanicamente, escolher o perfil e realizar as tomadas das imagens, seja por desenho, por câmera fotográfica ou filmadora. A posição da trincheira, quando o objeto de estudo são pastagens homogêneas de gramíneas temperadas, não é importante, entretanto quando a cultura está disposta em faixas, o corte deve ser transversal as ruas de plantio.

Estudos abordando crescimento radicular podem ser realizados a partir da avaliação das características que determinam o crescimento e a distribuição de raízes no perfil do solo, podendo ser: número de raízes, volume, área superficial, diâmetro e, principalmente, o comprimento. O comprimento das raízes é considerado um dos melhores atributos nos estudos relacionados à absorção de água e nutrientes (Böhm, 1979).

Assim a termografia é uma técnica que permite o registro do campo de temperaturas de uma cena focalizada, através da medição da energia radiante infravermelha emitida pelos objetos do campo de visão da câmera termográfica. Logo, com a utilização de câmera térmica é possível visualizar e analisar como a temperatura pode melhorar a análise de raízes em perfil de solo.

Esse trabalho busca comparar a utilização de imagens térmicas para contagem de raízes em perfil de solo, com formas tradicionais de avaliação no método da parede como perfil.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O papel do sistema radicular na dinâmica da matéria orgânica no solo, na qualidade física, na armazenagem de água, na ciclagem de nutrientes e na interação com organismos do solo ainda é pouco conhecido, para superar o grande desafio agrônomo, que é otimizar o desempenho produtivo, com o uso sustentável dos solos em áreas já utilizadas, conservando os recursos naturais remanescentes, novas abordagens metodológicas relacionadas ao estudo de raízes em sistemas agrossilvipastoris, de caráter dinâmico, devem ser consideradas para a compreensão das relações de causa e efeito entre sistemas de manejo do solo e seus atributos



físicos, químicos e biológicos. Também, é importante promover o conhecimento sobre a dinâmica de raízes em sistemas agrícolas e naturais para suportar melhores predições dos ciclos biogeoquímicos e da produtividade. (SANTOS-JÚNIOR et al., 2007)

O estudo de raízes é muito importante para a compreensão dos diversos fenômenos de crescimento e desenvolvimento da parte aérea, mas exige procedimentos extremamente criteriosos, pois, além de ser trabalhoso, seus resultados são influenciados pela variabilidade físico-química do solo. (VASCONCELOS et. al., 2003).

Nesse sentido, segundo Balbinot Junior et al. (2015) as variações morfofisiológicas que ocorrem na parte aérea das plantas em função da densidade já estão relativamente bem elucidadas, mas as alterações no crescimento e na distribuição de raízes no perfil do solo em relação à densidade ainda permanecem pouco compreendidas.

A avaliação do sistema radicular das culturas para Name et al. (2015) é importante para melhor compreensão dos efeitos da nutrição das plantas e do manejo de nutrientes no solo. No entanto, os estudos e a cultura do sistema radicular são lentos, exigem muito tempo e mostram resultados de baixa precisão. Nesse contexto, o processamento digital de imagens pode ser uma alternativa.

Ainda segundo VASCONCELOS et. al. (2003) a forma perfeita de avaliar as raízes não existe, pois a adequação de um método para o estudo do sistema radicular depende da condição "in situ". Os resultados podem variar de acordo com a cultura, variedade estudada e seu manejo, com o tipo de solo e suas condições físico-químicas e, principalmente, com os cuidados e uniformidade de procedimentos da equipe operacional.

Autores como Name et al. (2015), Balbinot Junior et al. (2015) e Vasconcelos et. al (2003) comentam que as avaliações de raízes ainda se mostra como uma atividade complexa, exaustiva e propícia a erros de amostragem e mensuração, desta forma, métodos de avaliações ainda precisam ser estudados para melhorias dos processos de avaliação de raízes em perfil do solo.

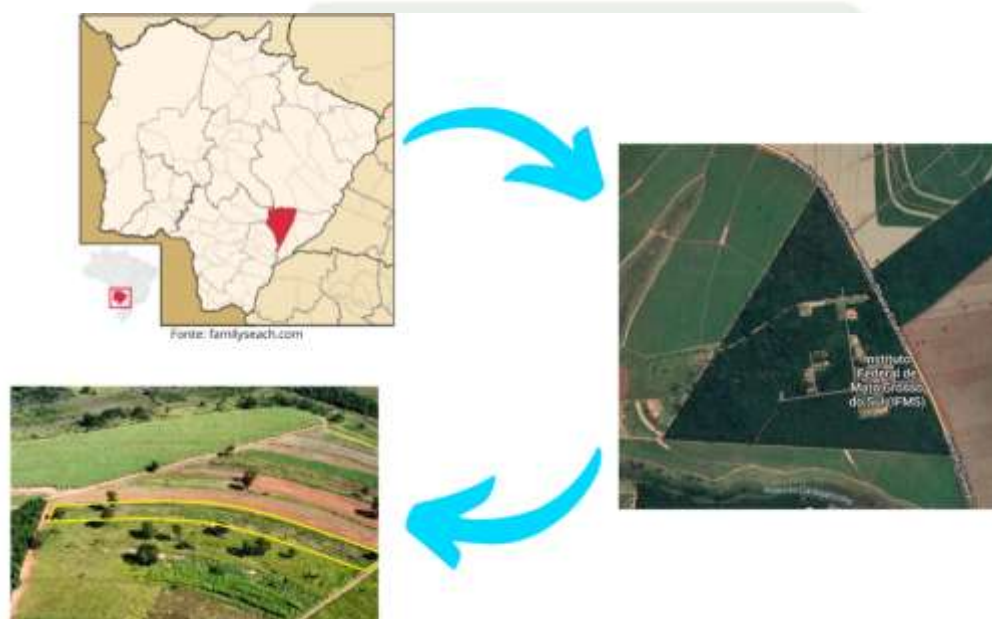
METODOLOGIA

A área experimental está localizada na Fazenda Santa Bárbara, no município de Nova Andradina-MS (Figura 1), coordenadas geográficas 22°04'49,19"S e 53°28'05,71"O. O clima



da região é do tipo tropical, clima mesotérmico com estação invernal pouco definida ou ausente, concentração de chuvas nos meses de verão e secas no inverno, segundo classificação de Köppen. A altitude média é de 380 m e os índices pluviométricos para a região são superiores a 1100 mm anuais. O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico, sem horizonte A definido, textura muito arenosa, com 899 g dm⁻³ de areia, 85 g dm⁻³ de argila e 15 g dm⁻³ de silte.

Figura 1: Localização da área experimental



Fonte: Familysearch, Google maps, Própria (2022)

A área foi utilizada para pastagem rotacional (*Urochloa brizantha* cv. Marandu) por muitos anos. Durante o ano de 2019, a área passou a ser preparada para conversão em sistema de plantio direto, onde metade da área foi trabalhada com cultura do girassol e a outra metade permaneceu pastagem, apresentando boa produtividade e boa qualidade de grãos. Já em 2020 devido à pandemia a área permaneceu em pousio, com retorno da pastagem, devido ao seu rico banco de sementes. Em 2021 toda área foi implantada com Girassol, mas devido a problemas climáticos ocorridos, a área apresentou baixa produtividade (Figura 2).



Figura 2 Coleta de amostras de solo ano de 2021, na área amostral do IFMS-Campus de Nova Andradina/MS-Brasil.



Fonte: Próprio autor

Para esse estudo, foram implantadas na área as espécies de milho (*Pennisetum glaucum* L.), crotalária (*Crotalaria spectabilis*), e *Brachiaria ruziziensis*, visando seu desenvolvimento conjunto, mantendo uma cobertura total do solo. Será adotada uma semeadura de 20 kg ha⁻¹ a lanço, sendo 10 kg de semente de milho, visando um arranque inicial, promovendo a cobertura inicial do solo, 6 de crotalária, se desenvolvendo juntamente com o milho, visando a fixação biológica de nitrogênio, e 4 de brachiaria, mantendo uma cobertura mais tardia após o término do ciclo vegetativo do milho, Onde será preparado o tombamento da cobertura para a implantação da cultura do soja, mantendo assim uma maior umidade na área e a redução significativa na incidência de plantas daninhas durante o ciclo da cultura.

Assim, antes da semeadura do mix de plantas de cobertura foram avaliadas o quantitativo e tamanho das raízes que estão presentes na área e após o desenvolvimento das costuras será realizada nova avaliação para comparar o quantitativo de raízes presentes no solo, após implantação do mix de cobertura.

Para essa avaliação uma trincheira foi aberta nas seguintes dimensões 1,0 m de profundidade 1,0 m de largura e 1,0 m de comprimento., conforme Figura 3.



Figura 3. Trincheira para avaliação de raízes no perfil do solo.



Fonte: Próprio autor

Após a abertura das trincheiras a parede foi escarificada e colocado um quadro de madeira na proporção de 1m² subdividido em quadrados com 0,2 x 0,2 m (Figura 4).

Figura 4. Gabarito para posicionamento do perfil do solo e contabilização das raízes.

	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm	20 cm
20 cm	1	6	11	16	21
20 cm	2	7	12	17	22
20 cm	3	8	13	18	23
20 cm	4	9	14	19	24
20 cm	5	10	15	20	25

Fonte: Próprio autor



As análises foram feitas nas profundidades de 0 a 20, 20 a 40, 40 a 60, 60 a 80 e 80 a 100 cm de profundidade. As raízes compostas dentro de cada quadrado foram coradas e contabilizadas quanto a quantidade e dimensão (Figura 5).

Figura 5. Avaliação de raízes no perfil do solo, quanto a sua dimensão.



Fonte: Próprio autor

Além dos levantamentos realizados de forma manual utilizando o método da parede como perfil, proposto por (Bohm, 1979) e através de imagens digitais conforme proposto por (Crestana et al., 1994), foi proposta como alternativa a imagens digitais a utilização de imagens térmicas, essas imagens foram obtidas com uma câmera térmica Flir one®pro lightning, com precisão de +2 oC, resolução térmica de 120 x 160 pixels e com faixa de temperatura de -20 oC a +400 oC. Para isso a câmera foi posicionada a 40 cm do alvo, sendo conforme observado na Figura 3 o local iluminado naturalmente.

Figura 6: Obtenção das imagens térmicas do perfil do solo.

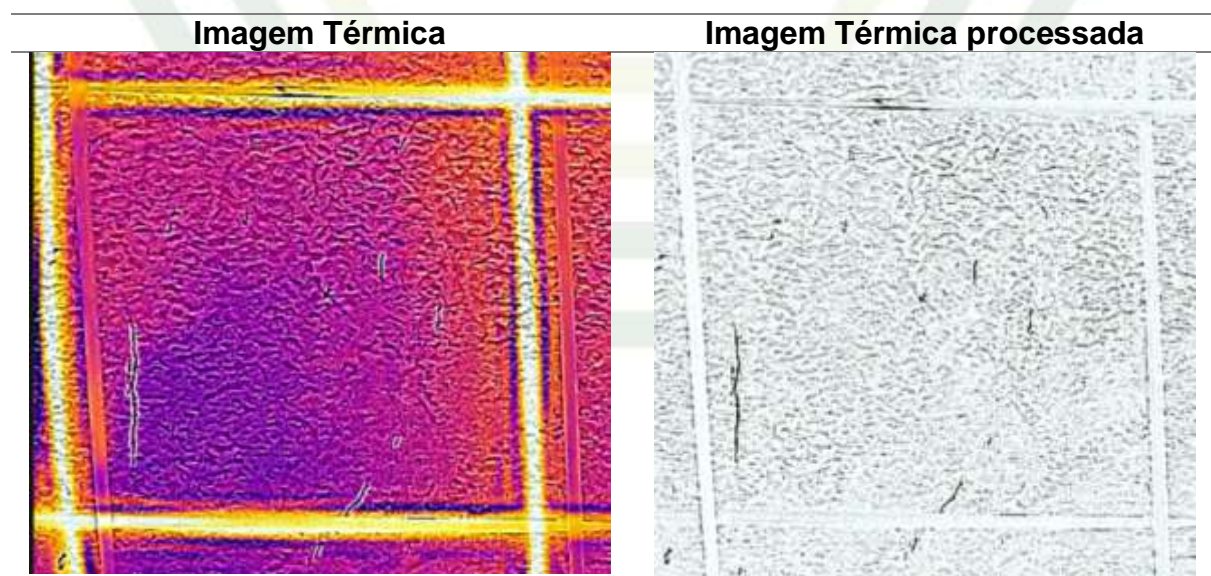




Fonte: Próprio autor

As imagens passaram por um primeiro processamento utilizando software de processamento de imagens Flir Tools®, sendo realizada a suavização e adaptação de paleta de cores a imagem, para melhor visualização dos elementos conforme Figura 7.

Figura 7: Processamento das imagens térmicas para realização das análises.



Fonte: Próprio autor



Os resultados de comprimento e volume de raízes coletadas manualmente foram analisados através de gráficos e análise estatística através do teste de Tukey e T-student a 5% de significância, para análise de comparação dos resultados obtidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é possível observar a análise físico-química do solo da região de análise, foi possível observar segundo interpretação proposta por Sousa e Lobato (2004) para os níveis de fertilidade do solo no bioma do cerrado, os valores médios dos atributos químicos, apresentaram-se Baixo P, S, Ca, Zn, Mn, pH, Mg e M.O., Fe e Cu, adequado K, Fe e Mg, médio para CTC, B e V% e alto somente o Al.

Tabela 1

	Média	Mediana	DP	Mínimo	Máximo
pH CaCl₂	4,78	4,80	0,27	4,20	5,60
M.O.(g/dm-3)	9,92	9,96	0,84	8,33	12,02
P (Mehlich 1)	9,67	8,45	7,67	1,82	42,79
K (mg/dm-3)	37,38	37,50	12,06	19,00	72,00
Ca (mmolc/dm-3)	5,72	5,75	1,82	2,50	9,80
Mg (mmolc/dm-3)	3,52	3,55	1,11	1,40	6,00
Al (mmolc/dm-3)	1,21	0,70	1,30	-	6,10
SB (mmolc/dm-3)	10,20	10,15	3,00	4,80	16,80
CTC_Total (mmolc/dm-3)	27,81	27,20	2,25	24,00	33,60
Sat.Bases(V%)	36,57	37,28	9,65	14,46	53,93
S (mg/dm-3)	2,54	2,30	1,19	0,90	7,00
B(mgdm-3)	0,24	0,23	0,03	0,18	0,35
Cu(mg/dm-3)	0,42	0,40	0,05	0,30	0,50
Fe(mg/dm-3)	84,74	85,80	11,19	65,20	112,00
Mn (mg/dm-3)	15,58	14,80	3,17	8,70	25,20
Zn(mg/dm-3)	0,38	0,30	0,29	0,10	1,70



Argila(g/Kg)	85,15	85,00	7,04	64,00	103,00
Silte(g/Kg)	15,23	14,00	5,27	3,00	33,00
Areia(g/Kg)	899,63	900,00	6,21	884,00	912,00

Na tabela 2 encontram-se os resultados da contagem de raízes utilizando os métodos manual, imagem fotográfica digital e utilizando a imagem térmica, percebeu-se durante a contabilização uma baixa quantidade de raízes no perfil do solo, percebendo-se que não existe muito resíduo da cultura anterior no solo.

Conforme Tabela 2, a profundidade foi o fator de maior influência na quantidade de raízes, sendo detectadas diferenças significativas pelo teste de Tukey, a 5 %, para todos os métodos testados, resultado também observado por Vasconcelos et. al. (2003).

Tabela 2. Resultados da contagem de raízes obtidos para o método manual, com imagem fotográfica RGB e com Imagem térmica e teste de Tukey para contagem de raízes.

CAMADA	QUANTIDADE DE RAÍZES			TAMANHO
	manual	Imagem RGB	Imagem Térmica	MÉDIO (mm)
0-20	68 bE	61 aE	69 cE	17,13
20-40	54 bD	49 aD	49 aD	19,67
40-60	35 bC	37 cC	33 aC	10,70
60-80	9 bB	8 aA	8 aB	9,45
80-100	8 bA	10 cB	7 aA	9,44

Pelas análises foi possível observar que as camadas de 0-20 e 20-40 apresentaram maiores quantidades de raízes e maiores tamanhos, conforme já era esperado, esse fato também pode ser observado nos gráficos apresentados na Figura 8.

Figura 8. Gráfico da quantidade de raiz e tamanho médio de raiz coletados através do método da parede como perfil coletados de forma manual.



Figura 9. Imagens coletadas pelo método da parede como perfil com câmera fotográfica (a) e com câmera térmica (b)

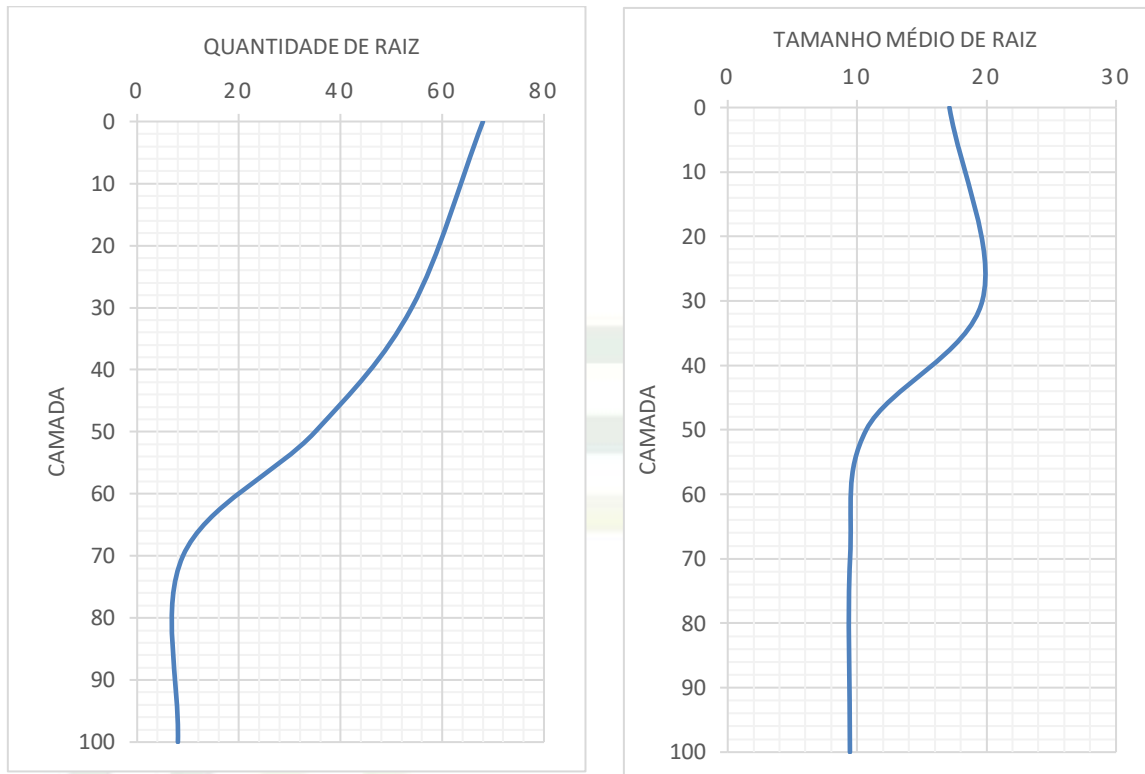


Figura 10. Imagens processadas utilizando a fotografia obtida através da câmera térmica.

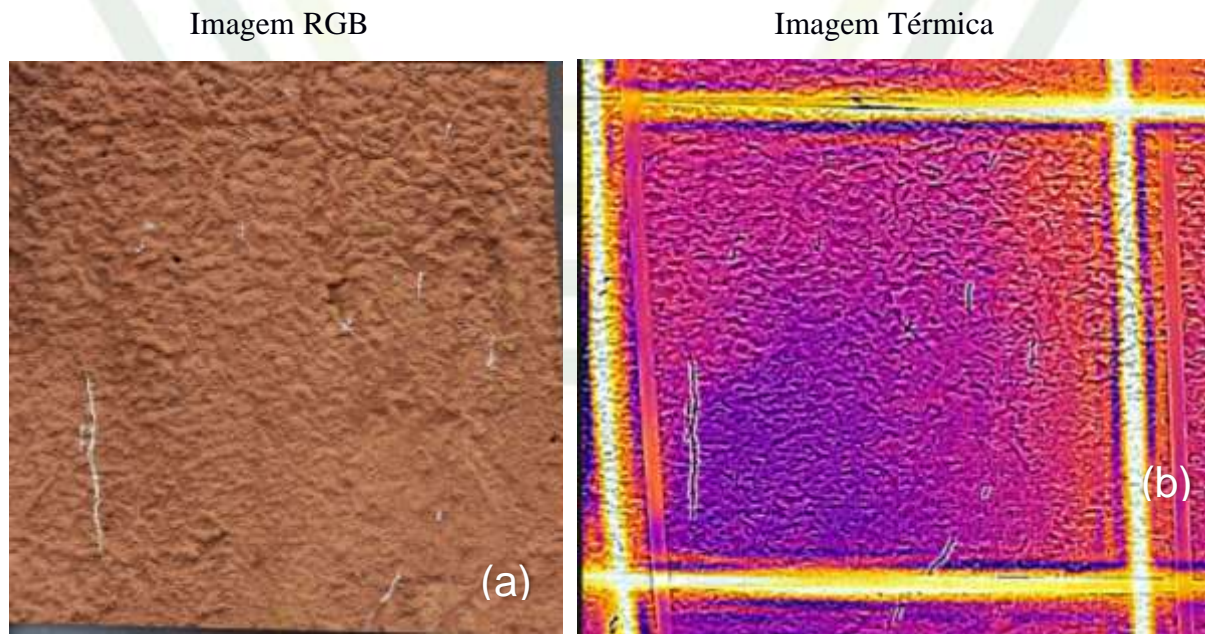
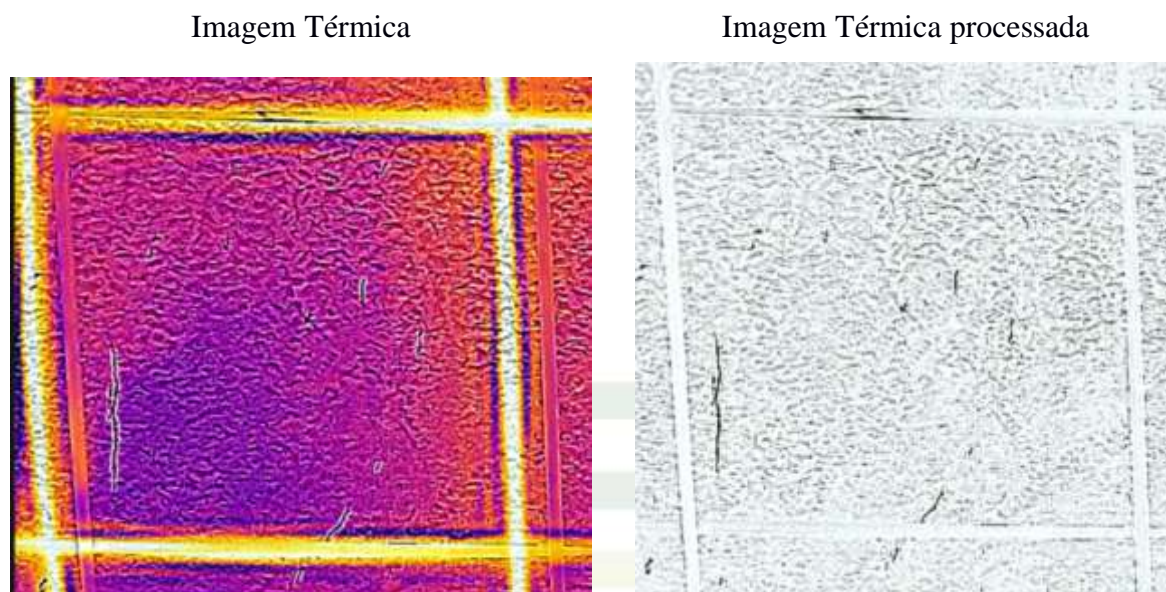


Figura 10. Imagens processadas utilizando a fotografia obtida através da câmera térmica.

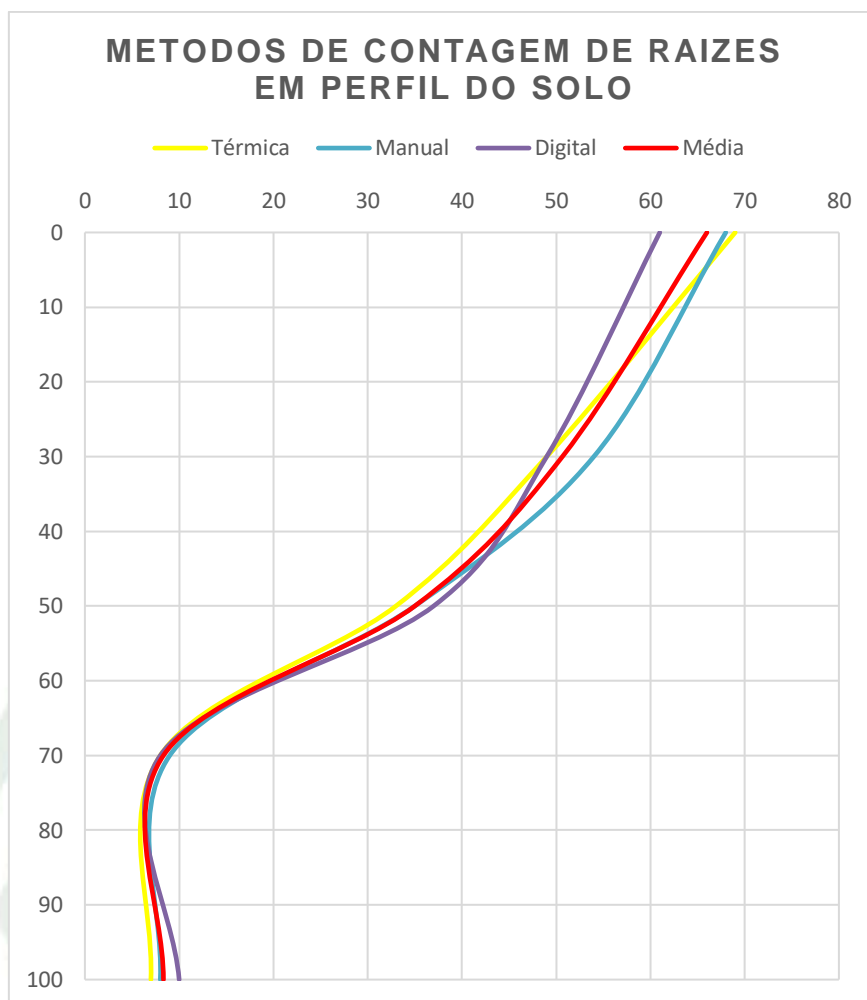


Os métodos de avaliação de forma manual, digital e através da câmera térmica, apresentaram diferenças significativas na avaliação em todas as camadas. Quando comparados os métodos analisados as camadas 20-40 cm e 60-80 cm mostraram que as avaliações realizadas de forma digital e através das imagens térmicas apresentaram medias iguais.

Comparando os métodos digital e imagem térmica com o método manual de levantamento da quantidade de raízes, verificou-se que os métodos apresentaram valores muito próximos em todas as camadas, houve boa equivalência das quantidades de raízes entre os todos os métodos. Entretanto, nas camadas superiores, principalmente entre 0-20 cm.

Figura 15: Gráficos de levantamento de dados utilizando método da parede como perfil, avaliado através dos métodos manual, digital (câmera fotográfica RGB) e câmera térmica.





Comparando os dois métodos alternativos com método manual (Tabela 3), pode ser observado que os dados levantados através da câmera térmica apresentaram menor Erro padrão, apresentando assim melhor resultado quando comparado ao método manual.

Tabela 3. Resultados da do teste de comparação T-student para contagem de raízes obtidos para o método manual, com imagem fotográfica RGB e com Imagem térmica

	Teste T-Student	Erro Padrão
Manual x Térmica	-1,632	0,9797
Manual x RGB	0,095	2,107



CONCLUSÕES

Verificou-se que todos os métodos avaliados apresentaram diferenças significativas nas camadas avaliadas.

Contata-se que é possível pelas imagens térmicas observar de forma mais clara as raízes presentes no perfil do solo avaliado pelo método da parede como perfil.

Desta forma, o método apresentado é capaz de mensurar parâmetros para avaliação de raízes, contribuindo, para realização análise de raiz pelo método da parede como perfil.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, C. A. B. de; OLIVEIRA, R. A.; COSER, A. C.; MARTINS, C. E.; CUNHA, F. F. Comportamento do sistema radicular de capins manejados por pastejo submetidos a diferentes lâminas de irrigação. *Engenharia na Agricultura*, v. 18, p. 429-437, 2010.

BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; ,FRANCHINI, J.C.; PRIETO, J.P.C.; , MORAES, M.T.; WERNER F.; FERREIRA, A.S. Crescimento e distribuição de raízes de soja em diferentes densidades de plantas. *Revista de Ciências Agroveterinárias* v.17 n.1, p. 12-22, 2018
BÖHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 188p.

CRESTANA, S.; GUIMARÃES, M.F.; JORGE, L.A.C.; RALISCH, R.; TOZZI, C.L.; TORRE, A. & VAZ, C.M.P. Avaliação da distribuição de raízes no solo auxiliada por processamento de imagens digitais. *R. Bras. Ci. Solo*, 18:365-371, 1994.

GONÇALVES, W.G.; JIMENEZ, R.L.; ARAÚJO FILHO, J.V.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v.26, n.1, p.67-75, 2006.

LUCIO, J.; CASTRO, A. SAFIRA: manual de utilização. / Lucio André de Castro Jorge, Daniel José da Cunha Bueno Silva. -- São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010.
NAME, M.H.; MARTINS Junior, H.L.; MARUYAMA, T.M.; FALATE, R. Desenvolvimento e comparação entre softwares destinados à avaliação do comprimento radicular. *Espacios*. v. 37, n.4, p. 2, 2016.

RATKE, R.F.; SANTOS JÚNIOR, J.D.G.: Souza, G.P. Métodos para estudo da dinâmica de raízes. In: *Ciência em foco [recurso eletrônico] / Organizadores Alan Mario Zuffo, Jorge González Aguilera, Bruno Rodrigues de Oliveira*. – Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2019. 202 p.

SANTOS-JÚNIOR JDG, SÁ MAC, FERREIRA EAB, RESK DVS, LAVRES-JÚNIOR J. O sistema minirhizotrons no estudo da dinâmica de raízes. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2007. 24p.



VASCONCELOS, A. C. M.; CASAGRANDE, A. A.; PERECIN, D.; JORGE, L. A. C.; LANDELL, M. G. A. Avaliação do sistema radicular da cana-de-açúcar por diferentes métodos. Revista Brasileira de Ciência do Solo v.2, n.5, p. 849-858, 2003

