INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA – CAMPUS PLANALTINA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

WILSON FONSECA DE LIMA

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CAMPUS PLANALTINA DO IFB: ESTUDO DE CASO DA ÁREA DO PIVOT CENTRAL

Planaltina - DF

2015

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE BRASÍLIA – CAMPUS PLANALTINA

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA

MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CAMPUS PLANALTINA DO IFB: ESTUDO DE CASO DA ÁREA DO PIVOT CENTRAL

WILSON FONSECA DE LIMA

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado como parte das exigências para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agroecologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília – IFB, Campus Planaltina.

Orientador: Profº Msc. Hamilton Marcos Guedes

Planaltina – DF

2015

Dedico esse trabalho a todos que contribuíram direta ou indiretamente com a minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram na minha formação acadêmica e no decorrer desta jornada, em especial:

A minha mãe, a quem devo a minha vida.

Agradeço a minha família, em especial meus irmãos, Sandrimar Fonseca e Herculano Fonseca que sempre me apoiaram nos estudos e nas escolhas tomadas.

Agradeço a minha querida mãe Maria Eulália Fonseca por sempre me incentivar, me compreender e me apoiar nos momentos difíceis da minha vida.

Agradeço aos colegas que caminharam junto comigo nessa jornada tão árdua, mas gratificante.

Agradeço ao meu professor e orientador Hamilton Marcos Guedes que, sem ele, não seria possível a realização desse trabalho. Agradeço pelo empenho, apoio, confiança, compromisso e amizade, e pelos ensinamentos tão preciosos que irão me acompanhar pelo resto da vida.

Agradeço ao Instituto Federal de Brasília, *campus* Planaltina, por ter me dado a oportunidade de fazer o Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, curso esse que mudou a minha forma de ver o mundo, com um olhar mais humano e social.

RESUMO

Os métodos conservacionistas de uso e manejo do solo tem sido objeto de estudo de vários trabalhos científicos que buscam alternativas e tecnologias para que produtores possam rever métodos, práticas e manejos que promovem a degradação do solo em nosso país. Objetivou-se com o presente trabalho de estudo de caso, pesquisar e apontar os diversos problemas de degradação do solo que acometem a área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB, e abrir uma discussão sobre como deveria ser feito o manejo na área, seguindo as práticas e os princípios agroecológicos de produção, com manejo conservacionista que possibilite o uso correto do solo, e com isso promover uma agricultura mais sustentável. O presente estudo abordou temas que são de grande importância em relação ao manejo da área do pivot central, como práticas e manejos conservacionistas de uso racional do solo. Para alcançar os objetivos desse trabalho e gerar dados que justifiquem as informações deste estudo de caso, foram feitas diversas práticas como "método de avaliação participativa", que é uma adaptação da metodologia usada por Machado e Vidal (2006),"Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas"; coleta de solo para cálculo da densidade; determinação da declividade do terreno; cálculo da distância entre terraços; identificação de afluxos de água que deságuam na área do pivot central; caminhamento por toda a área para identificar problemas como erosão e formação de pé de grade. Os resultados obtidos demostram que a área do pivot central encontra-se com diversos problemas que caracterizam degradação do solo, tais como compactação do solo, adensamento, erosões laminares e por sulcos, formação do pé de grade, afluxo de água vinda de outras áreas do *campus* que desaguam dentro da área do pivot central. Por outro lado as práticas de manejo e uso do solo são inadequadas como o preparo intensivo por meio arações e gradagens sucessivas, monocultivo e posicionamento inadequado dos terraços. Desta forma há a necessidade de se adotar manejos que diminuam significativamente a degradação ambiental que acomete aquela área.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo, conservacionista, sustentabilidade, solo.

ABSTRACT

Conservationists methods of use and soil management has been studied by several scientific papers seeking alternatives and technologies so that producers can review methods, practices and management systems that promote soil degradation in our country. The objective of this case study work, research and point out the various land degradation problems affecting the area of the central pivot of the Planaltina, *campus*-IFB. Opening a discussion about how it should be done management in the area, following practices and agro ecological principles of production, conservation management that enables the correct use of the soil, and thus promote a more sustainable agriculture. This study addressed issues that are of great importance in relation to the management of the central pivot area as conservation practices and managements of rational land use. To achieve the objectives of this work and generate data supporting the information in this case study, several practices were realized as "participatory evaluation method", which is an adaptation of the methodology used by Machado and Vidal (2006). "Sustainability Indicators for Agro ecosystems "; solo collection for calculating the density; determining the direction of slope; calculating the distance between terraces; identification inflows of water falling on the central pivot area; traversal throughout the area to identify problems such as erosion and foot formation grade. The results demonstrate that the area of the central pivot lies with several problems which characterize degradation, such as compaction, density, and laminar erosions furrow, grid walk from training, influx of water from other areas of the *campus* that flow within the central pivot area. Furthermore, soil management and use practices are inadequate as intensive preparation by plowing and subsequent harrowing, monoculture and improper positioning of the terraces. Thus, there is a need to adopt management systems that significantly reduce the environmental degradation that affects that area.

KEY WORDS: management, conservationist, sustainability, soil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem por satélite do campus Planaltina.....30
Figura 2. Plantio convencional e plantio direto.....31
Figura 3. Descrição da metodologia do método de avaliação participativa.....32
Figura 4. Prática da avaliação participativa.....33
Figura 5. Observação da existência de agregados.....34
Figura 6. Penetrômetro simplificado.....34
Figura 7. Escorrimento superficial e erosão.....35
Figura 8. Prática da água oxigenada.....37
Figura 9. Gráfico tipo radar.....38
Figura 10. Delimitação da área do pivot central do campus Planaltina.....39
Figura 11. Amostrador de solo.....40
Figura 12. Coleta de solo para o cálculo da densidade.....40
Figura 13. Pesagem das amostras indeformadas de solo e secagem na estufa à 105ºC.....41
Figura 14. Nível óptico.....42
Figura 15. Determinação da declividade ao lado do bananal.....43
Figura 16. Determinação da declividade da área do pivot central.....43
Figura 17. Terraço sem a presença de canais.....44
Figura 18. Determinação da declividade da estrada que corta a área do pivot central.....45
Figura 19. Determinação da declividade da estrada próximo ao mata burro.....45
Figura 20. Determinação da declividade da estrada próximo a erosão.....46
Figura 21. Determinação da declividade da área do pivot central.....46
Figura 22.Formação de crosta superficial.....49
Figura 23. Formação do pé de grade.....53
Figura 24. Construção do barranco.....57
Figura 25. Barranco antes da erosão.....57
Figura 26. Área ao lada da estrada antes da erosão.....58
Figura 27. Área ao lado da estrada depois da erosão.....59
Figura 28. Erosão próximo ao ponto mais baixo da estrada.....59

LISTA DE FIGURAS

Figura 29. Aumento da erosão devido ao grande volume de água que vem do pivot central.....60

Figura 30. Dimensão da erosão.....60

Figura 31. Formação de várias erosões.....61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.Tabela indicadores de sustentabilidade para a qualidade do solo.....36

Tabela 2. Fórmulas para o cálculo de espaçamento vertical (EV) e horizontal (EH) entre terraços.....42

Tabela 3. Média dos três grupos de trabalho.....51

Tabela 4. Resultados da densidade do solo.....54

Tabela 5. Comparação entre o espaçamento horizontal entre terraços (EH) de campo e o EH recomendado.....56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Gráfico tipo radar.....50

Gráfico 2. Densidade Global.....53

Gráfico 3. Perfil da Estrada.....58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 10
2. OBJETIVOS 13
3. REVISÃO DA LITERATURA 14
4. MATERIAL E MÉTODOS 30
4.1 Descrição da área 31
4.2 Método de avaliação participativa 32
4.3 Observação de afluxo da água 39
4.4 Densidade Global 40
4.5 Distância entre terraços 42
4.6 Altura e largura dos terraços 44
4.7 Canais dos terraços 45
4.8 Declividade da estrada 45
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
6. CONCLUSÃO 63
7. RECOMENDAÇÕES 64
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 66
9. ANEXOS 69

1. INTRODUÇÃO

O solo é um dos recursos naturais mais importantes para a qualidade de vida do homem. Possui múltiplas funções nos ciclos dos nutrientes, no ciclo da água e também é importante para a sustentabilidade dos sistemas naturais, como as florestas primárias e campos, sendo um dos fatores mais relevantes na determinação da tipologia florestal. Então a importância de se manejar corretamente uma área destinada a produção agrícola vai além da conservação especificamente do solo, ao se aplicar manejos e técnicas de uso e conservação do solo, o produtor estará contribuindo para a manutenção de todo um agroecossistema, com seus sistemas interagindo entre si e promovendo todo um equilíbrio ambiental na área de cultivo (WADT et al., 2003).

Nos últimos anos, o manejo adotado pela agricultura convencional de produção, tem se mostrado cada vez mais insustentável, causando o esgotamento da fertilidade do solo, contaminando as nossas reservas hídricas, diminuindo a atividade microbiológica do solo, causando compactação, escorrimento superficial, erosões, etc., e com isso surge a necessidade da adoção de práticas de manejo e conservação do solo que minimizem os efeitos das explorações desordenadas da agricultura.

Para Wadt et al. (2003), a degradação dos solos constitui um prejuízo socioeconômico para as gerações atuais e representa um enorme risco para as gerações futuras.

A degradação do solo é de difícil definição. Na maioria dos casos, os solos utilizados para fins agrícolas podem estar em processo de degradação sem consequências visuais claras e bem caracterizadas. A ciência do solo considera que, à medida que as características que determinam a qualidade de um solo forem alteradas, estabelece-se o processo de degradação (FERREIRA, 2000). Power e Myers citado por Ferreira (2000), definem a qualidade de um solo como sua capacidade em manter o crescimento de plantas o que inclui fatores como agregação, teor de matéria orgânica, profundidade, capacidade de retenção de água, taxa de infiltração, capacidade tampão e disponibilidade de nutrientes. Outros

autores citam a atividade microbiana do solo como um elemento da qualidade do solo.

Segundo Oliveira et al. (2010), quando se decide trabalhar a terra é necessário que se antecipe um estudo detalhado sobre o solo, conhecendo suas características e vocações com o intuito de adequar as explorações agrícolas de acordo com a capacidade de uso do solo, também definir com exatidão as práticas de manejo mais apropriadas, ou seja, elaborar um plano conservacionista para controle da erosão, eliminando a possibilidade de degradação dos recursos naturais, adotados pelo agricultor.

As práticas conservacionistas sejam mecânicas, edáficas ou vegetativas, são as principais medidas utilizadas para o controle dos processos erosivos nas áreas ocupadas com as atividades agrícolas, pois resultam na melhoria das condições da terra e sua adaptação aos modelos de exploração adotados pelo agricultor (OLIVEIRA et al., 2010).

O *campus* Planaltina do IFB caracteriza-se historicamente por ser uma instituição de ensino voltada principalmente ao ensino agrícola. Por estar na capital do país apresenta grande visibilidade e muitas vezes é cobrada em apresentar excelência no que faz principalmente no que diz respeito às práticas que envolvem o uso dos recursos naturais, dentre eles o solo e a água.

A escolha deste tema para o desenvolvimento do trabalho de conclusão de curso (TCC) foi em virtude de que, aparentemente a área do pivot central do *campus* Planaltina apresenta sinais de degradação do solo. No período chuvoso do ano agrícola 2014-2015 ocorreu uma grande erosão na área abaixo do pivot central, o que chamou a atenção de toda a comunidade, já que esta área localiza-se às margens de uma rodovia (DF 128) onde praticamente todos circulam no dia a dia do *campus*. Esta grande erosão indicou que a área recebe grande volume de água e sedimentos oriundas da área de cultivo do pivot central e de outros pontos do *campus*. Aparentemente foram tomadas medidas para a contenção desta erosão, no entanto houve a sua recorrência.

Instigado pela curiosidade e pelo desafio de colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante a formação no Curso Superior de Tecnologia em

Agroecologia, bem como contribuir com a instituição foi proposto neste presente estudo de caso: Verificar as possíveis causas de degradação do solo que atinge a área em estudo; observar de onde vêm as águas que chegam até a área; examinar o que está sendo feito como medidas de conservação do solo; investigar se os terraços estão de acordo com as recomendações técnicas e se conseguem cumprir sua função; analisar se dentro dos manejos adotados pelos responsáveis existe a conscientização da adoção de práticas conservacionistas de manejo do solo, como rotação de cultura, adubação verde, cobertura do solo, incorporação de matéria orgânica para melhorar a estrutura e a atividade microbiológica, áreas de pousio, sistema de plantio direto.

O presente estudo de caso, também abordou a importância do manejo e conservação do solo, da água e do uso racional dos recursos naturais, que são temas de grande relevância didática e pedagógica em uma instituição de ensino que oferece os cursos superiores de Agroecologia, Biologia e o curso Técnico em Agropecuária. Cursos esses que vão além da sala de aula e necessitam de aulas práticas (aulas de campo) para que os alunos vivenciem no período da sua formação acadêmica, exemplos de produções agropecuárias sustentáveis, com manejos e práticas conservacionistas, que sejam vitrines de como se produzir com sustentabilidade e que servirão de exemplos a serem seguidos enquanto profissionais formados.

Para que se tenha um manejo adequado de conservação do solo e da água, que diminua os impactos ambientais e de degradação que atinge a área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB, será proposto também, juntamente com as metodologias conservacionistas, o uso dos princípios e práticas agroecológicas de produção, que irão melhorar todo o agroecossistema em questão.

Espera-se que o presente estudo sirva como base para outros trabalhos futuros, não só na área do pivot central, mas em todas as áreas de produção do *campus* Planaltina-IFB, e que possa despertar o interesse de outros estudantes para projetos que promovam formas de produção agropecuária mais sustentáveis, protegendo os nossos solos, que é essencial para a vida no planeta.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

O objetivo geral deste trabalho é identificar as possíveis causas de degradação do solo na área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB.

2.2 Objetivos específicos:

- Propor práticas de manejo e conservação de solo para mitigar os problemas de degradação que acometem a área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB;

- Ressaltar a importância do manejo adequado do solo com vistas à conservação do solo e da água em uma instituição de ensino com ênfase em Agroecologia, Agropecuária e Biologia;

- Conhecer o histórico de uso da área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Bertoni e Neto (2012), os recursos naturais de caráter renovável com que a natureza nos aquinhoou, ou seja, o solo propriamente dito, as florestas, a fauna silvestre, a água usada pelas plantas, as fontes, cujo uso e preservação adequados se convencionou denominar amplamente de conservação do solo, tem sido impiedosamente malbaratados por uma verdadeira agricultura de exploração.

O uso indiscriminado de práticas de manejo tem sido responsável pelo surgimento de uma série de problemas em nossos solos, com repercussão econômica de largo alcance. Assim, por exemplo, a incidência de compactação em solos cultivados com cana de açúcar, milho, café e soja está começando a preocupar os agricultores. Igualmente, a erosão do solo no Brasil está relacionada com o sistema de preparo, sem levar em consideração as características do solo em questão, sendo as perdas maiores onde se pratica o preparo intensivo do solo (JORGE, 1996).

Recentemente especialistas vem reavaliando aqueles métodos de manejo de solo, responsáveis pelo processo de degradação das terras agrícolas. Essas práticas se caracterizaram por buscar maior lucratividade ou até mesmo por uma tendência extrativa, sem nenhuma preocupação com a conservação dos solos. Somente uma integração racional das várias fases do processo produtivo, do preparo do solo à colheita, permitirá a manutenção da qualidade desse recurso natural, favorecendo em decorrência, um melhor desenvolvimento das culturas (NOVAES, 1987).

Segundo Primavesi, (2002), "não há dúvida que a bioestrutura e toda a produtividade do solo se baseia na presença de matéria orgânica em decomposição ou humificada", melhorando significativamente a estrutura do solo, formando bons agregados, evitando erosões laminares e por sulcos e atuando na manutenção da atividade microbiológica do solo. As práticas conservacionistas irão otimizar todo o processo de produção, promovendo inúmeros benefícios como melhor produtividade, menos utilização e gastos com mecanização, fertilizantes, insumos agrotóxicos e na conservação da água.

Para Primavesi (2002), ao lado da água e do oxigênio no solo, o equilíbrio entre os nutrientes é importante. O pivô de toda produção vegetal é o equilíbrio fotossíntese-respiração, devendo ser controladas por técnicas agrícolas adequadas.

Segundo Bertoni e Neto (2012), antes de efetuar qualquer recomendação para uma determinada área, o conservacionista deve ser capaz de classificar as glebas de acordo com a sua capacidade de uso e indicar as práticas necessárias para um bom manejo do solo; deve saber também como avaliar os vários fatores ecológicos envolvidos na solução do problema. Os mesmos autores ressaltam que, o conservacionista em realidade, deve ter um pouco de geólogo, de pedólogo, de geógrafo, de paisagista, de zootecnista, de engenheiro e biólogo. O grau que ele chega a se integrar na parte envolvida do problema é que determina o sucesso como conservacionista. Ele deve ainda ser capaz de planejar a integração de diferentes práticas necessárias a determinada gleba dentro de um programa coordenado.

O mau uso do solo, aliado à praticas não conservacionistas, permite que o carbono estocado no solo na forma orgânica e microbiana, como também na forma de biomassa vegetal, seja remobilizado para a atmosfera. O solo é, em última análise, um dreno de carbono, pois o CO_2 fixado via fotossíntese pode ser estocado no solo ou em outros organismos ou em seus resíduos, podendo resistir mais fortemente à biodegradação. O uso efetivo da matéria orgânica, através dos estercos orgânicos e outros produtos similares é importante por aumentar o conteúdo de carbono orgânico no solo, melhorando a qualidade deste, aumentando a produção de biomassa e reduzindo a emissão de CO_2 (AQUINO e ASSIS, 2005).

Para Bertoni e Neto (2012), o solo é um recurso básico que suporta toda a cobertura vegetal da terra, sem a qual os seres vivos não poderiam existir. Nessa cobertura incluem-se não só as culturas como, também, todos os tipos de árvores, gramíneas, raízes e herbáceas que podem ser utilizadas pelo homem.

Bertoni e Neto (2012) defendem que o solo, além da grande superfície que ocupa o globo, é uma das maiores fontes de energia para o grande drama da vida que, geração após geração de homens, plantas e animais, atuam na terra.

Há algumas décadas os princípios de manejo e conservação dos solos eram pouco mais que simples teoria. Hoje, os resultados de pesquisa, os esforços dos técnicos, e de muitos lavradores que conhecem a necessidade de melhores métodos culturais, fizeram com que os conservacionistas desenvolvessem, em poucos anos, uma ciência relativamente estável (BERTONI e NETO, 2012).

Aquino e Assis (2005) dizem que a agricultura sustentável, com baixos níveis de aplicação de insumos, está calcada no uso de métodos como rotação de cultura, conservação da lavoura e reciclagem dos excrementos de animais, visando ao controle da erosão, à redução da perda de nutrientes do solo e à manutenção da produtividade. Dentro desse contexto, o uso da matéria orgânica se constitui um dos ponto-chaves da ótica ecológica. Sua origem é diversa podendo ser de restos vegetais; fauna do solo; biomassa microbiana do solo; exsudados de raízes e adições na forma de estercos, compostos e outros. Os resíduos vegetais são a essência da matéria orgânica, sendo sua composição bastante conhecida e constituída por C, H, O, N, P, S que formam as macromoléculas como: proteínas, celulose, hemicelulose, amido, pectina, lignina e lipídios.

Segundo Bertoni e Neto (2012), Um planejamento conservacionista requer um levantamento das características condicionadoras da capacidade de uso do solo, uma vez que a utilização racional terá que levar em conta a potencialidade de exploração de cada gleba. O controle de erosão por práticas conservacionistas, a adoção de modernas técnicas de mecanização e das melhores variedades de culturas, e o uso científico de fertilizantes e corretivos, podem transformar a agricultura, porém para que tudo isso seja eficiente, o uso da terra precisa ser correto.

O papel da matéria orgânica na agricultura vai além do oferecimento de alimentos saudáveis a população. Ela melhora química, física e biologicamente o solo, proporcionando maior equilíbrio nas relações entre a atividade biológica, fertilidade e conservação dos solos. Nos trópicos, a sustentabilidade de um sistema agrícola está baseado no aporte do material orgânico que nele permanece e é continuamente reciclado, e somente a partir da contínua reposição é que se pode alcançar os benefícios resultantes de seu uso. A matéria orgânica se constitui, portanto, em um elemento importante como fonte de nutrientes e energia para

muitos organismos, além de possibilitar benefícios como melhor estruturação, favorecendo a circulação da água, do ar e o armazenamento da água nos poros do solo, processos fundamentais para o desenvolvimento da cultura agrícola e da biota do solo (AQUINO e ASSIS, 2005).

Filho (1987), também destaca outros atributos de extrema importância da matéria orgânica como: diminuir a densidade aparente do solo diminuindo por consequência os efeitos nocivos causados pela compactação das máquinas; aumentar a capacidade de troca catiônica do solo (CTC), assim, um solo rico em matéria orgânica apresenta maior capacidade de "armazenamento" de nutrientes essenciais às plantas, outro atributo é reduzir a toxidez de pesticidas e outras substâncias.

A biota do solo, componente fundamental na ciclagem dos nutrientes, influência vários níveis na cadeia trófica por meio da sua atuação nos processos bioquímicos do solo, como a decomposição da matéria orgânica, estabelecendo um processo de dependência com a cobertura vegetal (AQUINO e ASSIS, 2005 apud NÜSSLEIN; TIEDJE, 1990). Esses processos envolvem a participação de componentes da fauna e microrganismos do solo, notadamente fungos e bactérias. Além dos decompositores, estão presentes no solo microrganismos de conhecida importância para o crescimento vegetal, tais como fungos micorrízicos e bactérias fixadoras de nitrogênio, que afetam a absorção e a disponibilidade de nutrientes a estabilidade da matéria orgânica no solo. Uma maior estabilidade do sistema tem sido associada a uma alta diversidade da microbiota do solo, o que resulta em redundância de grupos funcionais e é uma característica capaz de garantir resiliência do agroecossistema a estresses ambientais e/ou antrópicos (AQUINO e ASSIS, 2005).

Segundo Vargas e Hungria (2005), em solos com vegetação natural, os recursos biológicos resultam em processos de adaptação às condições ambientais, refletindo os mecanismos de evolução do ecossistema como um todo. Com as modificações impostas pelo uso, e em particular pela agricultura, a fauna e os microrganismos, em diferentes graus de intensidade, são afetados pelos impactos provocados pelas práticas agrícolas (VARGAS e HUNGRIA apud FILSER et al., 1995; REDDY et al., 1995; CURRY et al., 1995), tanto devido às modificações nas

propriedades do solo, como pela ação direta dessas práticas (por exemplo efeitos de defensivos agrícolas e do tráfego de máquinas nas populações de macro e de microrganismos). De um modo geral os organismos do solo são afetados: pela compactação e seus efeitos na porosidade, na circulação de água e de ar e na mobilidade dos organismos no espaço poral; pela diminuição da qualidade e da quantidade de material orgânico que constitui fontes energéticas desses microrganismos; e pelas mudanças bruscas nas condições pedoclimáticas, como stress hídrico prolongado, inundação, fogo (mesmo que atingindo apenas a liteira) congelamento, dentre outros.

Segundo Primavesi (2002), para que haja água disponível no solo, deve haver antes de tudo possibilidade de infiltrar-se. Quando a maior parte da água pluvial escorrer, devido a formação de uma crosta "vedante" na superfície, não adianta precipitações abundantes. Causam somente erosões e enchentes, mas nunca servem a produção vegetal. A mesma autora ressalta que haverá falta de água para planta quando as raízes tiverem seu caminho barrado por camadas adensadas, impedindo a penetração no solo à procura de umidade.

Jorge (1996) ressalta que quando se trata de solos argilosos, constituído de partículas menores, com uma porosidade total maior, o efeito da pressão é mais severo, dando origem a maiores problemas de compactação do que nos solos arenosos. Quando uma carga ou pressão sobre solos argilosos, as partículas finas de argila rolam para os espaços deixados pelas partículas grosseiras, como as areias, causando uma diminuição no seu volume, com consequente, aumento da densidade global, característica da compactação.

Não é difícil reconhecer no campo os sintomas de compactação nos solos. Esses sinais aparecem tanto no próprio solo como nas plantas que se desenvolve sobre ele (JORGE, 1996). O primeiro sinal que se torna visível ao agricultor é a má germinação das sementes, o baixo índice de emergência e a lentidão da emergência das plântulas. Por falta de oxigênio e por dificuldade de penetrar verticalmente até a superfície, as plantas vão surgindo apresentando muitas falhas e um crescimento desuniforme e aparece no campo as "reboleiras" ou manchas com plantas de tamanho variado.

O adensamento do solo é um impedimento decisivo no abastecimento com água, por confinar as raízes a camadas muito superficiais. A nutrição da planta não depende somente de uma adubação completa, mas igualmente do espaço de solo que a raiz pode explorar. Assim um solo "pobre" é capaz de produzir uma hiléia amazônica com suas árvores frondosas de até 3 metros de diâmetro e parece que a "pobreza" do solo depende não somente do volume do solo explorado, que pode ser restrito por camadas adensadas, mas igualmente do potencial da raiz de mobilizar nutrientes de formas não consideradas como disponíveis nas análises de rotina (PRIMAVESI, 2002).

Segundo Jorge (1996), o problema da compactação dos solos em muito se assemelha ao problema crescente da poluição ambiental. Com o crescimento da população e utilização cada vez maior da maquinaria, tanto a poluição quanto a compactação dos solos estão aumentando de forma significante. Para evitá-las, o homem não deixará de construir industrias ou de cultivar as terras. É preciso, antes, encontrar uma forma de minimizar os efeitos maléficos dessas duas formas que podem diminuir a produtividade de nossos solos, rios e mares. O fator que mais tem preocupado os técnicos na agricultura é o referente à constante movimentação de veículo e implementos agrícolas sobre o solo, durante as fases de preparo, plantio, adubação, pulverização, colheita. É útil lembrar que, até 1940, um trator pesava, em média, menos que três toneladas, enquanto as máquinas que trafegam pelos solos cultivados, atualmente, podem pesar mais que quinze toneladas, como acontece comumente com os caminhões e colheitadeiras carregadas.

Segundo Aquino e Assis (2005), a qualidade do solo é vista numa ótica dinâmica e considerada uma medida muito sensível das alterações de manejo, e a sua resiliência (capacidade natural de um ecossistema recuperar-se quando imposto a algum estresse) a estresse por forças naturais ou por práticas agrícolas. Os mesmos autores ressaltam que no passado, as propriedades físicas e químicas do solo ganharam mais importância do que as propriedades biológicas, as quais são mais difíceis de medir e muitas vezes difíceis de interpretar. Entretanto, os indicadores biológicos, por serem mais dinâmicos do que outros podem sinalizar antecipadamente a degradação ou a reabilitação do solo.

Jorge (1996) também ressalta que o adensamento, ao contrário da compactação, é um processo pedogenético, isto é, no conceito de alguns pedólogos, não depende do manejo do solo, não ocorrendo a influência direta do homem. Entretanto, os efeitos da compactação e do adensamento do solo podem produzir os mesmos efeitos "desfavoráveis, causando um impedimento físico" ao desenvolvimento do sistema radicular e restringindo o movimento de água e do ar ao longo do perfil. No aspecto prático, o lavrador deve procurar, seguindo as medidas adiantes citadas, adotar um manejo que minimize a compactação dos solos sobre cultivo.

Em solo com adensamento, a raiz não pode expandir-se, sofrendo a planta facilmente a falta de água e nutrientes, e, se for adubada, consegue aproveitar muito pouco. Todos conhecem as plantas raquíticas nas beiradas dos campos onde as máquinas manobram, ou nos terraços onde a terra grumosa foi raspada expondo o subsolo adensado. Portanto, em solo compactado ou adensado diminui o desenvolvimento do vegetal graças a um metabolismo pouco eficiente e uma respiração fermentativa (PRIMAVESI, 2002).

A água disponível às plantas, antes de tudo, deve infiltrar-se no solo, o que não ocorre em solos cuja superfície encrosta com facilidade. Solos grumosos com bioestrutura estável à água, possuem uma infiltração maior, retêm mais água disponível e permitem um enraizamento melhor e as plantas nestes solos tem maior possibilidade de serem melhor nutridas, reduzindo o gasto com água (PRIMAVESI, 2002).

O processo de compactação do solo envolve aspectos que se relacionam com a física, química e propriedades biológicas, como também, com os fatores ambiente tais como o clima, tratamentos agronômicos do solo, principalmente o manejo e o tipo de cultura (JORGE, 1996). O mesmo autor explica que o processo de compactação é a mudança de volume de uma massa de solo. É uma alteração na densidade global do solo, que se reflete na relação de vazios, ou na porosidade. A densidade global (dg), ou densidade aparente, como era denominada antigamente, é a relação entre a massa de uma amostra de solo seca a 110ºC (ms) e o volume total da amostra (v).

Para exemplificar, os nossos solos minerais apresentam uma densidade global (dg) variando entre 1,1 e 1,6 g/cm³, enquanto, nos solos orgânicos, esses valores caem para 0,6 a 0,8 g/cm³. A densidade global varia para um mesmo solo, de acordo com a estruturação, sendo portanto, afetada pela compactação. Quanto mais compactado for o solo, maior será o valor da densidade global e menor será a relação de vazios ou porosidade (JORGE, 1996).

Primavesi (2002), ressalta que uma adubação em solo compactado ou adensado raramente vai melhorar a situação da cultura por que não supera a dificuldade criada pela deficiência de oxigênio. A mesma autora diz que em solo mal arejado, com baixo teor de oxigênio, as raízes excretam álcool etílico quando a parte aérea é cortada e quando se tratar de solos mal drenados, pode ocorrer a formação de aldeídos de salicila, tóxicos para muitas plantas em concentrações de 40 ppm, aumentando ainda o efeito desfavorável do anaerobismo.

O peso do veículo, agindo sobre a superfície do solo, dá origem a uma força externa que causa uma reorganização das suas partículas, que passam a ocupar menor volume, característica do fenômeno de compactação (JORGE, 1996).

Segundo Primavesi (2002), quando a raiz encontra o suficiente de oxigênio no solo, ocorre a respiração aeróbia. De cada mol de glicose decomposta a planta ganha 673 calorias. Como a decomposição na maioria dos casos é um processo oxidativo, a presença de oxigênio é indispensável, pois se faltar a planta recorre a respiração anaeróbica ou fermentativa, como recurso de sobrevivência. Porém o ganho de calorias nesse processo é somente de 21 a 22 calorias por mol de glicose, ou seja, 1/30 das que ela podia obter em condições ótimas.

Poucas são as exceções que conseguem captar esse oxigênio pelas folhas e transferi-lo à raiz como por exemplo o arroz, capim arroz, juncos e semelhantes. Estas plantas possuem um "aerênquima", isto é, um sistema de ventilação que através do qual transportam oxigênio do ar, captado pelas folhas até a raízes, possibilitando assim que as plantas possam viver em solos encharcados. Essa é a razão por que a maioria das plantas necessitam de um solo suficientemente arejado e os adensamentos como barreiras físicas podem perder sua importância, quando o solo for irrigado. A irrigação não consegue fornecer o oxigênio deficiente e portanto a

produção de algodão, milho, etc. nunca será satisfatória em solos adensados irrigados, por que falta energia para seu metabolismo (PRIMAVESI, 2002).

Para entender o processo de compactação, segundo Jorge (1996), é preciso ter em mente que o solo é formado por três fases: a fase sólida, composta de material mineral e orgânico, a fase líquida, representada pela água, e a fase gasosa, constituída pelo ar. Embora essas três fases mantenham um certo equilíbrio, em determinado solo, ocorrem algumas variações temporárias, devido a fatores como a chuva, a seca, a movimentação de máquinas sobre o terreno. Jorge (1996), esclarece que um solo considerado ideal mantem um equilíbrio entre as fases sólida, líquida e gasosa, contendo cerca de 50% de sólidos, 20% de poros grandes (macroporos) que abrigam o ar do solo e 30% de poros pequenos (microporos) que retém a solução ou água do solo.

Além dos sinais de compactação aparecerem nas plantas, eles são notórios nos solos. A formação de crostas, uma lâmina endurecida na superfície do solo, que além de dificultar o rompimento das plântulas após a germinação das sementes, dificulta sobremaneira a infiltração da água da chuva ou de irrigação, favorecendo o escorrimento superficial e a erosão (JORGE, 1996).

Primavesi, (2002) ressalta que a sanidade radicular é um dos pontos mais importantes em solos tropicais e para obtê-la praticamente existe três caminhos: a rotação de culturas, a restituição periódica da matéria orgânica e a adubação foliar dirigida. A nutrição completa da planta parece ser tão óbvia que não é mencionado separado.

O solo é considerado um sistema único em constante alteração, sendo nele encontrados macro e microrganismos intimamente associados com a fração orgânica. A matéria orgânica, através dos processos de mineralização, fornece energia necessária ao crescimento da microflora do solo, bem como libera nutrientes essenciais as plantas e aos microrganismos (FILHO et al., 1987 Apud KIEHL 1985). Os autores ressaltam que um solo rico em matéria orgânica mostra muito maior atividade biológica, se comparado aqueles pobres em material orgânico.

Com a redução dos teores de matéria orgânica do solo, a maior parte da vida microbiana não sobrevive, pois fica sem alimento. Sem a ação da matéria orgânica e

dos microrganismos, o solo desagrega, compacta e endurece. Assim, sua capacidade de produção fica cada vez mais dependente do pacote químico da agricultura convencional (REVISTA AGRICULTURAS Apud PRIMAVESI 2008).

A matéria orgânica exerce apreciável influência nas propriedades físicas do solo. O manejo inadequado do solo tem contribuído para o aumento da sua densidade, pela compactação das camadas superiores das terras de culturas e para amenizar esta elevação da densidade, tem-se recomendado a aplicação de matéria orgânica nas suas diferentes formas, como adubos verdes, estercos animais, compostos e fertilizantes orgânicos (FILHO et al., 1987).

Segundo Filho et al., (1987) Apud Melo et al., (1984), por ser pouco densa em relação aos minerais do solo e por favorecer a formação de grânulos, a matéria orgânica reduz a densidade aparente do solo. O mesmo autor diz que vários trabalhos tem mostrado que o aumento da densidade do solo tem uma relação direta com a diminuição dos teores de matéria orgânica.

Com as características gerais do solo em mente, o planejador pode programar lhe o manejo. As variações topográficas podem trazer marcadas variações na drenagem natural; assim as gramíneas crescem mais rapidamente nas áreas úmidas, e como o excesso de umidade causa baixa aeração, a decomposição dos resíduos das plantas é lenta; a acumulação de matéria orgânica é diretamente proporcional ao teor de umidade no solo. Terras de baixadas com alto teor de matéria orgânica deve ter um manejo diferente das terras altas do mesmo grupo textual (BERTONI e NETO, 2012).

A erosão dos solos é um processo geológico, porém o seu agravamento em solos agrícolas se deve à quebra do equilíbrio natural entre o solo e o ambiente, geralmente promovida e acelerada pelo homem. A erosão, principalmente a antrópica, vem preocupando os agrônomos, técnicos e órgãos governamentais e não governamentais, sendo uma das maiores ameaças à agricultura e ao meio ambiente, devido à utilização inadequada e intensiva desse recurso natural não renovável (MACEDO et al., 2009).

A velocidade do processo erosivo está diretamente associada aos fatores extrínsecos e intrínsecos do solo. Os seus efeitos negativos são sentidos,

progressivamente, devido à perda das camadas mais férteis do solo, tendo como consequência a perda de produtividade das culturas e o aumento dos custos de produção, com a demanda de mais insumos para poder manter a mesma produtividade anterior. Finalmente, tem-se o esgotamento total do solo e seu posterior abandono. O problema da erosão assume proporções alarmantes em muitas regiões do país e tende a se agravar, sendo observadas variadas formas, desde a erosão laminar, imperceptível nos seus estágios iniciais, até os grandes voçorocamentos (MACEDO et al., 2009). Segundo os mesmos autores, diante desse fenômeno desolador, ou se protege devidamente o solo, manejando-o adequadamente dentro das suas potencialidades, ou, em breve, restarão apenas terras improdutivas.

Bertoni e Neto (2012), relatam que a textura do solo, ou seja o tamanho das partículas, é um dos elementos que influenciam na maior ou menor quantidade de solo arrastado pela erosão e a estrutura, que é o modo como se arranjam as partículas do solo, também é de grande importância na quantidade de solo que é levado pela erosão. Segundo os mesmos autores, há dois aspectos de estrutura do solo a ser considerado no estudo da erosão: (a) propriedade físico-química da argila que faz com que os agregados permaneçam estáveis na presença de água, e (b) a propriedade biológica causada pela abundância de matéria orgânica em estado de ativa decomposição.

Segundo Macedo et al. (2009), o preparo do solo resulta, geralmente, na diminuição do tamanho dos agregados, aumento temporário do espaço poroso e da atividade microbiana, além da incorporação dos resíduos, deixando o solo descoberto. Com o passar do tempo, ocorre a diminuição do conteúdo de matéria orgânica e, consequentemente, do número de micro-organismos, resultando na redução da agregação promovida por eles. Isso faz com que haja maior suscetibilidade à desagregação e ao transporte, ou seja, maior suscetibilidade à erosão. Além disso, o peso das máquinas e implementos pode imprimir a aproximação das partículas, decorrendo na formação de camadas compactadas. Em função dessas alterações físicas, o preparo é a prática que mais induz à erosão do solo na agricultura.

Para Bertoni e Neto (2012), o conhecimento das principais características físicas do solo como textura, estrutura, e porosidade, é de grande importância na orientação dos trabalhos de seu manejo e controle contra a erosão.

Em linhas gerais, por exemplo, em um terreno de topografia suave, o plantio em contorno ou a rotação de culturas, talvez sejam as únicas práticas recomendadas. Em topografia mais inclinada, pode-se necessitar de cordões de vegetação permanente ou terraceamento. Em topografia bastante acidentada, porém, deve-se pensar unicamente em reflorestamento e práticas de manejo de florestas. É importante salientar que raramente uma única prática é adequada para proteger um solo de perigo da erosão; usualmente, três ou mais delas podem ser combinadas para obter um programa balanceado (BERTONI e NETO,2012).

As práticas de caráter edáficas como controle do fogo; adubação verde; adubação química por meio de um "plano racional de adubações"; adubação orgânica e calagem, são as práticas conservacionistas que, com modificações no sistema de cultivo, mantém ou melhoram a fertilidade do solo (BERTONI E NETO, 2012). Os mesmos autores defendem que não basta controlar a erosão para manter a fertilidade do solo, pois também contribuem para seu depauperamento, o consumo de elementos nutritivos pelas plantas cultivadas, a combustão da matéria orgânica e a lixiviação pelas águas de percolação.

Segundo Bertoni e Neto (2012), as práticas de caráter mecânico são aquelas que se recorre a estruturas artificiais mediante a disposição adequada de porções de terra, com a finalidade de quebrar a velocidade de escoamento da enxurrada e facilitar-lhe a infiltração no solo. Os autores ressaltam que o terraceamento é uma das práticas mais eficientes para controlar erosão nas terras cultivadas. A palavra terraço é usada, em geral, para significar camalhão ou a combinação de camalhão e canal, construída em corte da linha de maior declive do terreno.

A primeira etapa no dimensionamento de terraços é a definição de seu espaçamento. Por espaçamento entende-se a distância entre um terraço e outro. Pode ser referido de duas maneiras: espaçamento vertical ou espaçamento horizontal. O Espaçamento Vertical (EV) entre dois terraços corresponde à diferença de nível entre eles – significa quantos metros se desce no terreno de um terraço até o outro. Considerando-se que o terraço pode ser construído ao longo de

uma linha de nível (curva de nível) e que esta corresponde à linha de interseção de um plano inclinado cortado por um plano horizontal, pode-se também definir o espaçamento vertical entre dois terraços como sendo a distância entre os dois planos horizontais que passam por eles. O Espaçamento Horizontal (EH) representa, em linha reta (medido na horizontal), quantos metros separam os terraços. Pode ser também definido como a distância entre dois planos verticais que passam por dois terraços (LIMA, 2010).

O manejo dos restos culturais influencia muito a infiltração, tendo em vista que solos cobertos com uma cobertura morta, a velocidade de escorrimento da água da chuva diminui, permitindo maior tempo para sua infiltração (CORRÊA E CRUZ, 1987).

Segundo o Corrêa e Cruz (1987), o plantio direto, pelo fato de deixar a superfície do solo coberta, com resíduos vegetais, é muito mais efetivo na conservação da umidade por que além de permitir uma maior infiltração da água, reduz a quantidade que sai com a evaporação. Segundo o mesmo autor, isso é importante em solos que tem pouca capacidade de retenção de água, como é o caso dos solos do cerrado.

Para Bertoni e Neto (2012), todo programa de conservação do solo deve basear-se no uso de cada terreno de acordo com sua capacidade e em um tratamento conforme sua necessidade. O tratamento é a aplicação dos métodos de proteção do solo.

Portanto, os implementos de preparo do solo devem se adaptar às condições e tipos de solo, visando, principalmente, à preservação das características físicas e biológicas na camada de preparo, evitando a desagregação excessiva, aumentando a infiltração e, consequentemente, diminuindo as perdas de solo (MACEDO et al., 2009).

Um ponto relevante que precisa ser enfatizado é que não basta apenas fazer uso de calcário, da adubação fosfatada corretiva e, em certos casos do gesso agrícola no processo da "construção" da fertilidade do solos ácidos e de baixa fertilidade, mas as adubações de plantio e coberturas, que abrange as adubações de manutenção, são também componentes no manejo da fertilidade do solo,

notadamente em termos de N, P, K, S e micronutrientes (VASCONCELLOS e PACHECO, 1987).

Os benefícios que a adubação verde acarreta para aumentar a produtividade e promover melhorias nas condições físico-químicas do solo são, por vezes, contraditórios, todavia na maioria dos casos há benefícios de inegável qualidade, como no controle de nematoides, através das leguminosas específicas e no aumento da produtividade de diversas culturas (VASCONCELLOS e PACHECO, 1987). O mesmo autor ressalta que foi enfatizado que a rotação de culturas promove benefícios análogos da adubação verde, sem contudo implicar na descapitalização do produtor.

Segundo Vasconcellos e Pacheco (1987), alguns autores sugerem que o melhor uso para os resíduos culturais parece ser deixá-los sobre o solo ou incorporá-los, pois, quando são removidos do solo, quantidades apreciáveis de nutrientes têm que ser reposta através de fertilizantes e outros.

O manejo dos restos culturais deve ser uma das preocupações nas operações de preparo do solo, uma vez que esta variável pode afetar significativamente as perdas de solo e água, pois a cobertura morta é efetiva, porque protege o solo contra desagregação, minimiza o encrostamento superficial e, deste modo, permite melhor infiltração da água e reduz a velocidade da enxurrada e transporte de sedimentos (VASCONCELLOS e PACHECO, 1987).

Segundo Corrêa e Cruz (1987), o acúmulo de matéria orgânica próxima a superfície do solo no plantio direto pode aumentar significativamente a estabilidade dos agregados, que associado a uma absorção de energia do impacto da gota d'água caindo e ao impedimento de fluxo de enxurrada pelos restos culturais, pode aumentar a taxa de infiltração, reduz a enxurrada e assim reduz a erosão hídrica. Corrêa e Cruz (1987) Apud Harrold (1972), relatou que o milho em plantio direto reduziu a perda de solo a 2 t/ha entre 1964 a 1970, comparado com 20,5 t/ha no plantio convencional.

O manejo do solo, segundo Castro (1987), consiste num conjunto de operações realizadas com o objetivo de propiciar condições favoráveis a semeadura, germinação, desenvolvimento das plantas cultivadas. Estas operações envolvem

desde os tipos de sistemas de cultivo, passando pelo aproveitamento dos resíduos culturais e controle de invasoras, até os trabalhos de preparo do solo, semeadura e fertilização (CASTRO, 1987).

Segundo Parrota citado por Kobiyama (2001) áreas degradadas são aquelas caracterizadas por solos empobrecidos e erodidos, instabilidade hidrológica, produtividade primária e diversidade biológica reduzidas. Degradação física: refere-se às alterações de características ligadas ao arranjamento das partículas do solo, tendo como principais parâmetros a permeabilidade, a densidade, a estrutura, a aeração e a coesão. Alto grau de compactação, baixa aeração, alta friabilidade, alta susceptibilidade à erosão, baixa retenção de água e alteração topográfica do terreno, são exemplos de degradação física do solo; b) degradação biológica: este tipo de degradação demonstra a baixa ou nula atividade da micro, meso e macrofauna e flora do solo. Isto é consequência dos baixos valores de matéria orgânica presente. Degradação química: esta forma de degradação é reflexo da presença de elementos indesejáveis no solo, ou então a perda de elementos essenciais para o equilíbrios deste.

Resumidamente pode se dizer que o solo, quando colocado sob cultivo, sofre alterações nas suas propriedades químicas, físicas e biológicas. A destruição da cobertura vegetal natural, a desagregação da camada superficial nos processos de aração e gradagem, a queima dos restos culturais, a retirada pelas colheitas, o ataque da superfície pela água das chuvas, quando se chocam contra o solo ou quando sob forma de enxurradas correm sobre a superfície, a movimentação constante de máquinas e implementos provocam, dentre outras alterações: a) destruição da matéria orgânica; b) alteração na estrutura; c) adensamentos e compactação do solo e subsolo; d) rebaixamento do perfil; e) empobrecimento do solo e acidez; f) alteração da vida microbiana.

O processo de degradação é variável, desenvolvendo-se em maior ou menor grau de acordo com o tipo de solo (mais resistente ao fenômeno), clima, e principalmente pela forma com que o solo é manejado.

Existem procedimentos que contribuem para acelerar o processo de degradação e práticas que permitem manter ou melhorar ou até restaurar a produtividade dos solos.

É imprescindível que sejam adotadas medidas de proteção da bioestrutura de tal forma que assegure a conservação e a manutenção da produtividade. (FERREIRA, 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho de conclusão de curso abordou temas que são de grande relevância para o *campus* Planaltina-IFB, pois se refere ao manejo e conservação de recursos naturais de grande importância ambiental que são o solo e a água. Essa relevância aumenta pois a instituição abriga dois cursos de grande viés ambiental Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia e Curso de Licenciatura em Biologia.

Antes da obtenção dos dados foi feita uma análise preliminar utilizando o método de avaliação participativa que é uma adaptação da metodologia usada por Machado e Vidal (2006),"Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas", com a participação dos alunos do 1º semestre de 2015 (STA-1) do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

Os métodos utilizados para obtenção das informações contidas nesse trabalho foram adquiridos no período de dezembro de 2014 à maio de 2015, através de entrevistas; avaliação participativa de agrocecossistemas; determinação da densidade do solo; determinação da declividade do terreno e da estrada; cálculo da distância entre terraços.

Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a quantidade de chuvas no Distrito Federal no período do desenvolvimento deste trabalho foi acima da média, como mostra os dados abaixo:

BDMEP - INMET

Estação: BRASILIA - DF (OMM: 83377).

Período solicitado dos dados: 01/12/2014 a 01/06/2015.

Estação	Data	Hora	Precipitação Total
83377	31/12/2014	0000;	366.7
83377	31/01/2015	0000;	93.9
83377	28/02/2015	0000;	127
83377	31/03/2015	0000;	345.5
83377	30/04/2015	0000;	207.6
83377	31/05/2015	0000;	49.9

4.1 Descrição da área

A área do pivot central está localizada no Instituto Federal de Brasília-*campus* Planaltina, na rodovia DF 128, km 21-zona rural-Planaltina-DF. Segundo o coordenador da produção vegetal, o tamanho total da área é de 25 hectares, sendo que 22 hectares de área cultivada e a área de atuação do pivot é de 18 hectares. O pivot não interfere na área pois não funciona há anos.



Figura 1. Imagem por satélite do campus Planaltina (fonte Google mapas).

Nos últimos seis anos a área do pivot foi destinada somente à produção de milho, uma parte plantada no modelo convencional de produção e outra parte, a cerca de 3 anos está sendo cultivada no sistema de plantio direto.



Figura 2. Plantio convencional e plantio direto (fonte própria).

Os métodos utilizados para obtenção das informações contidas nesse trabalho foram adquiridos através da coleta de dados como entrevistas às pessoas que trabalham e que são responsáveis pelo manejo da área do pivot central do *campus* Planaltina do IFB e conhecem o histórico da área, os implementos agrícolas utilizados para o preparo e manejo do solo, os insumos utilizados, como adubos, calcário, gesso, agrotóxicos para controle de ervas espontâneas e para o controle de pragas, bem como os problemas que dificultam um manejo adequado e as práticas de conservação de solo naquela área específica.

As avaliações foram realizadas na área como um todo e foram feitas as seguintes análises e observações de campo para identificar os possíveis problemas de degradação do solo e suas causas:

4.2 Método de avaliação participativa

- Para avaliar a qualidade do solo na área do pivot central do campus Planaltina do IFB, utilizou-se a metodologia da "estimativa da qualidade do solo por meio de um método de avaliação participativa", que é uma adaptação da metodologia usada por Machado e Vidal (2006),"Indicadores de Sustentabilidade para Agroecossistemas", com a participação dos alunos do 1º semestre de 2015 (STA-1) do curso superior de Tecnologia em Agroecologia. Essa metodologia foi utilizada para avaliação dos atributos do solo, que consiste em uma lista de indicadores-padrão (figura 9), onde cada um dos indicadores listados são avaliados no campo com notas que vão de 1 a 10. Esses indicadores de sustentabilidade avaliam os atributos do solo, como a profundidade do solo; a estrutura; compactação; estado de resíduos; cor, odor e matéria orgânica; retenção de umidade (grau de umidade após irrigação ou chuva); cobertura do solo; erosão; presença de invertebrados e atividade microbiana.

- Antes de iniciar a atividade de campo propriamente dita, foi feita uma descrição da metodologia aos presentes, e também uma explanação de cada indicador, de suas características, e de seus significados. Estes aspectos também foram reforçados antes da avaliação de cada indicador.

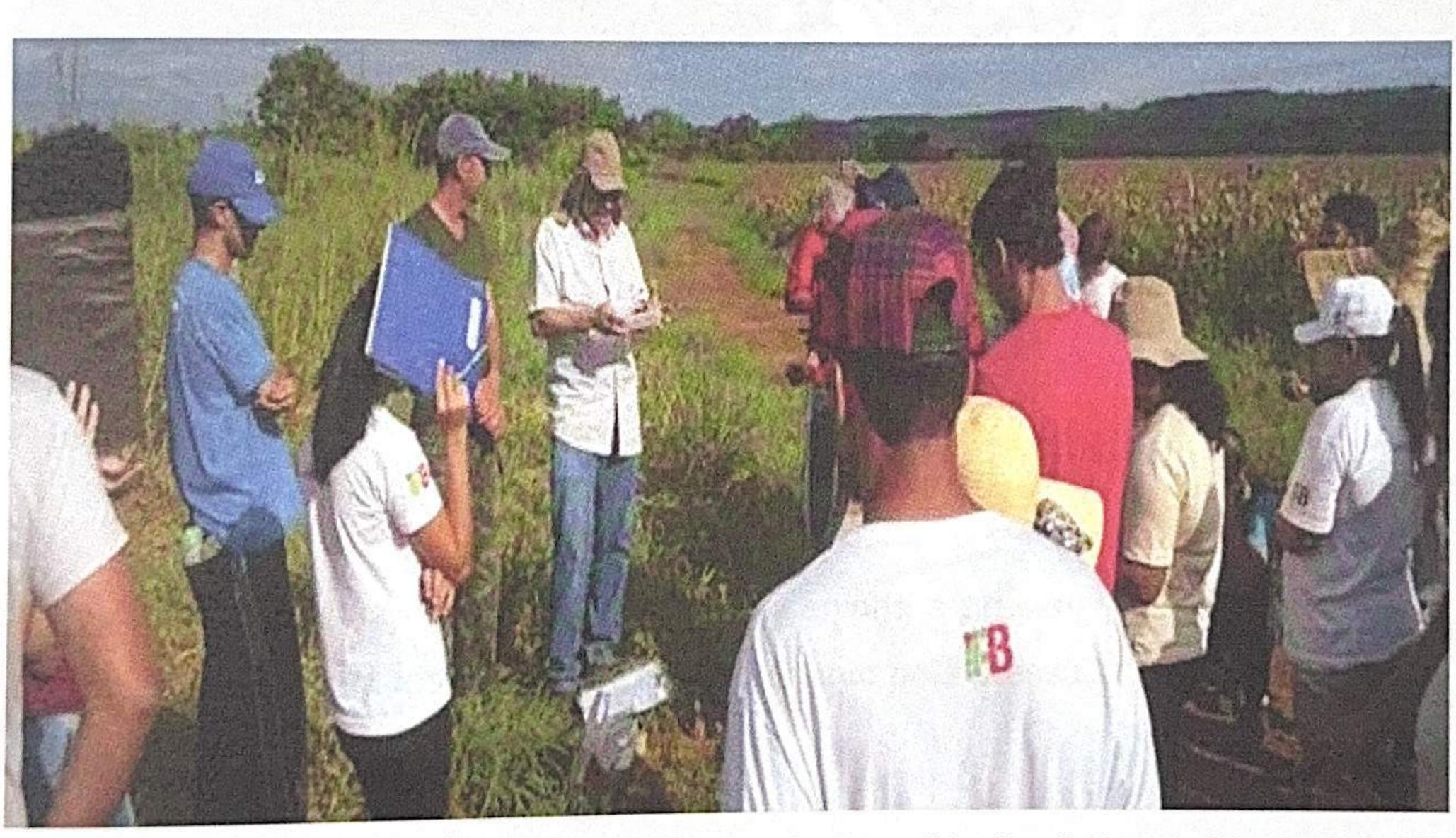


Figura 3. Descrição da metodologia do método de avaliação participativa (fonte própria).

- Os alunos foram divididos em três grupos e em seguida foi feita a avaliação participativa de cada atributo, no qual foi atribuída nota que variou de 1 a 10, um a um, que foi registrada na lista, de acordo com a sequência dos indicadores.

- Sob a coordenação de três monitores foram escavadas pequenas trincheiras medindo 0,30m x 0,30m x 0,30m entre os terraços para avaliar a profundidade do solo, estrutura, compactação e formação do pé de grade. As observações visuais foram registradas por meio de fotografias e a metodologia para avaliação foram:

- A profundidade do solo foi obtida nas trincheiras de 0,30 m x 0,30 m x 0,30 m. Nesta avaliação foi observada a exposição de subsolo, afloramento de rochas, presença de pedras e espessura da camada do solo.



Figura 4. Prática da avaliação participativa (fonte própria).

- Durante a escavação das trincheiras foi observada a presença de agregados e se os mesmos oferecem resistência ao esboroamento pela pressão dos dedos.



Figura 5. Observação da existência de agregados (fonte própria).

- Para observar a ocorrência de camadas compactadas no solo, utilizou-se o penetrômetro simplificado, um vergalhão fino de ferro liso (8mm) usado para observar a resistência que o solo apresenta à sua penetração. As medidas foram feitas em vários locais da área do pivot central entre os terraços. Nessa avaliação foi medida em cada local a profundidade na qual o vergalhão apresentava maior resistência à penetração.



Figura 6. Penetrômetro simplificado (fonte própria).

- Para avaliar o indicador que determina o estado de resíduos foi feita observação visual sobre a decomposição de restos culturais bem como a ciclagem de nutrientes e se o solo tem um bom percentual de matéria orgânica.

- Para observar as características do solo como cor, odor e matéria orgânica os resultados foram obtidos através da observação tátil, visual e olfativa.

- Para o indicador cobertura do solo foi feito caminhamento em toda a área. Através de observação visual e registros por fotos foi verificado a existência de cobertura viva (plantas espontâneas) e morta (restos culturais).

- Para verificação de ocorrência de erosão foi feito um caminhamento em toda área do pivot central do campus Planaltina, para observação visual de ocorrência de erosão laminar ou sulcos. As observações visuais foram registradas por meio de fotografias.



Figura 7. Escorrimento superficial e erosão (fonte própria)

Tabela 1. Indicadores de sustentabilidade para qualidade de solo com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 a 10 podem ser assumidos para cada indicador.

Valor Estabelecido	Características	Valor Estimado
A – Profundidade do Solo		
1	Subsolo quase exposto ou exposto	
5	Fina superfície de solo menor que 10 cm	
10	Solo superficial de solo maior que 10 cm	
B – Estrutura		
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	
10	Agregados bem formados difíceis de serem quebrados	
C – Compactação		
1	Solo compactado, o "ferro" (penetrômetro) apresenta grande resistência à penetração	
5	Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do "ferro" (penetrômetro).	
10	Sem compactação, o "ferro" (penetrômetro) é todo penetrado no solo	
D – Estado de Resíduos		
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	
5	Presença de resíduos em decomposição há pelo menos um ano	
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos	
E – Cor, odor e matéria orgânica		
1	Pálido, odor químico e ausência de húmus	
5	Marrom-claro, sem odor, há alguma presença de húmus	
10	Marrom-escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus	
G – Cobertura do Solo		
1	Solo exposto	
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
10	Mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
H – Erosão		
1	Erosão severa, presença de pequenos valos (pequenos veios, sulcos, cavidades, rasgos)	
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão	
10	Ausência de sinais de erosão	
I – Presença de Invertebrados		
1	Ausência de atividade de invertebrados	
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes	
10	Presença abundante de organismos invertebrados	
J – Atividade Microbiológica		
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	
5	Efervescência leve a média	
10	Efervescência abundante	

Tabela 1. Tabela indicadores de sustentabilidade para qualidade do solo (**Fonte:** Machado e Vidal, 2006).

- Para avaliar a presença de invertebrados foram escavadas pequenas trincheiras na área em estudo onde foi observado a existência de organismos visíveis a olho nu, ou seja, pequenos insetos, larvas, minhocas, que determina a presença de invertebrados.

- A atividade microbiológica foi medida pela prática da água oxigenada (peróxido de hidrogênio) que irá estimar a atividade de microrganismos como bactérias, fungos, actinomicetos e outros. Nessa prática uma pequena quantidade de água oxigenada é aplicada em uma amostra de solo para observar a efervescência. Pouca ou nenhuma efervescência significa baixa atividade microbiana, muita efervescência significa alta atividade microbiana (MACHADO, 2006 apud USDA-NRCS, 1998).



Figura 9. Prática da água oxigenada (fonte própria).

- Após a atribuição de notas a todos os atributos os grupos se juntaram, fizeram uma discussão das notas, e em seguida foi feita uma média de cada atributo e confeccionado o gráfico tipo radar (figura 10).

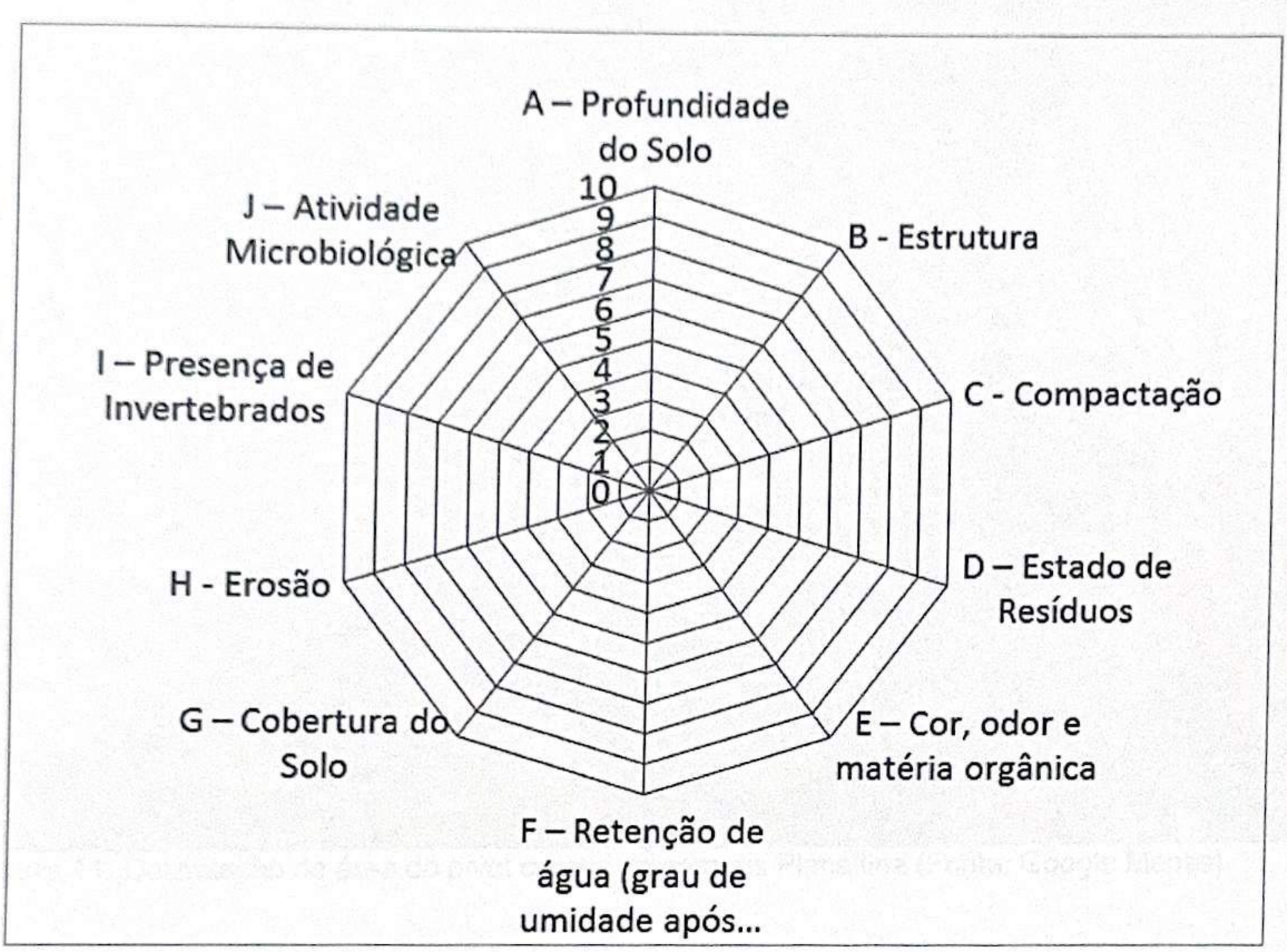


Figura 10. Gráfico tipo radar (fonte machado e Vidal, 2006).

4.3 Observação de afluxo da água

- Foi feita a observação de ocorrência de afluxo de água para área, além da precipitação do próprio local por meio de caminhamento na área e adjacências;

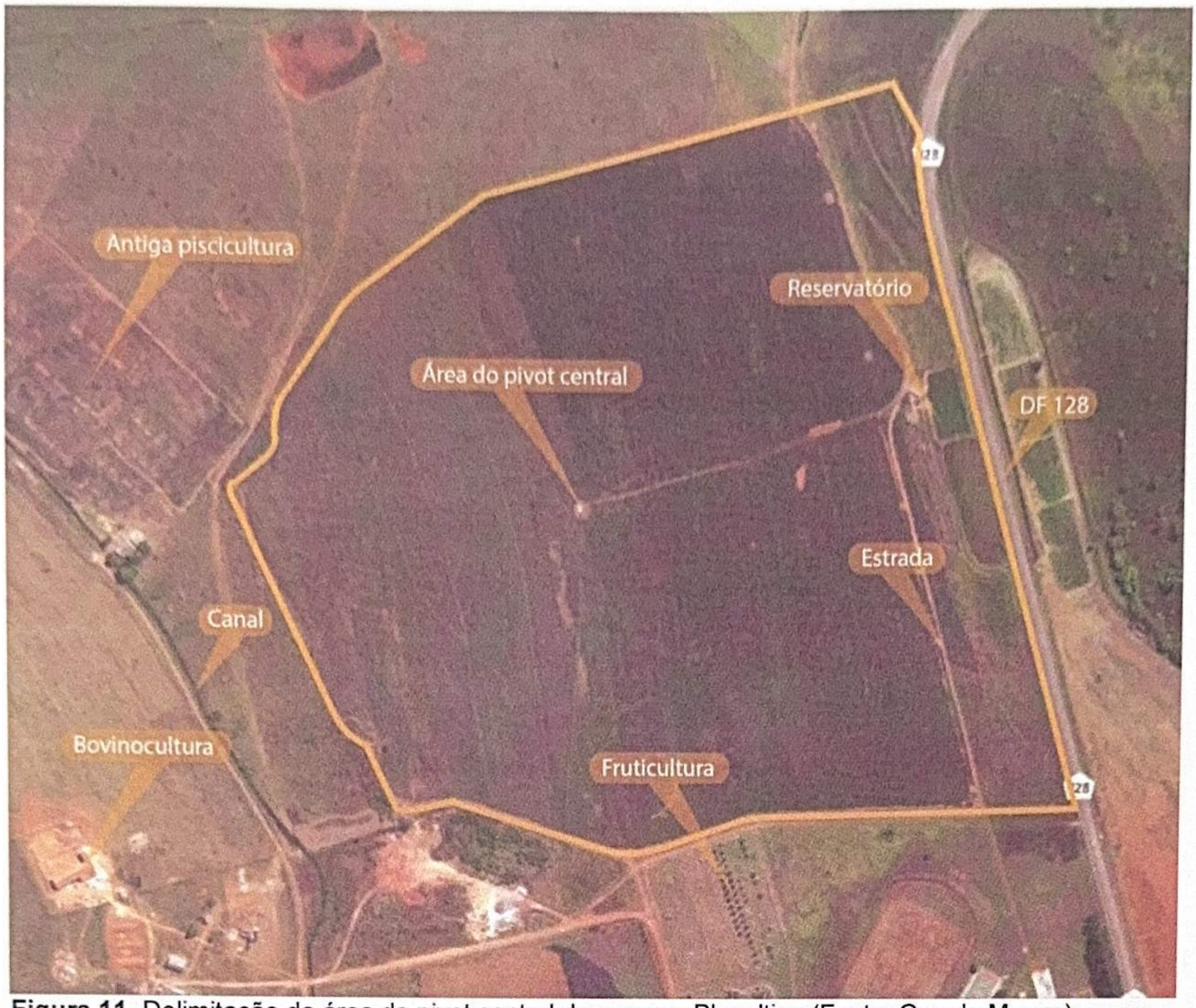


Figura 11. Delimitação da área do pivot central do campus Planaltina (Fonte: Google Mapas).

4.4 Densidade Global

- Realizou-se a determinação da densidade do solo com um amostrador de solo pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA,1997), que consiste na coleta de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço (kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 90,53 cm^3. A área do pivot central foi dividida em 7 talhões e foi feito a coleta de 12 amostras de solo entre cada terraço, sendo que seis amostras na profundidade de 15 a 20cm e seis de 20 a 25cm. As amostras foram numeradas por talhão e pesadas com seu cilindro de peso conhecido e levadas a estufa. A determinação da densidade foi feita em laboratório utilizando a estufa para secagem das amostras a 105°C que após 36hs foram retiradas da estufa para esfriar e em seguida pesadas. A densidade foi calculada através da equação:

Densidade global = D= $\frac{M}{V}$ = (onde: D= densidade global em g/cm^3; m= massa do solo seco em gramas e v=volume de solo em centímetros cúbicos).

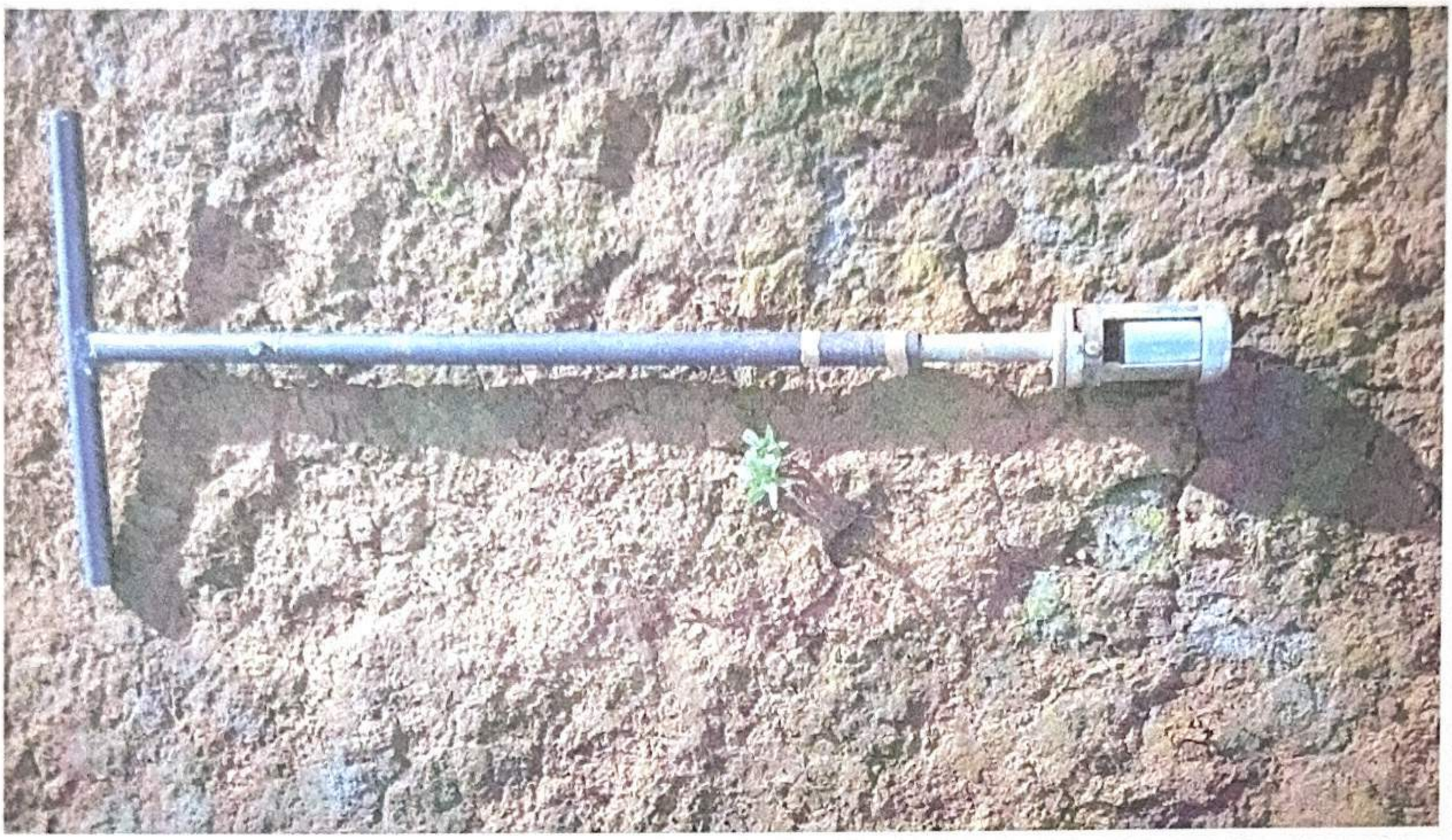


Figura 12. Amostrador de solo (amostra indeformada) (fonte própria).

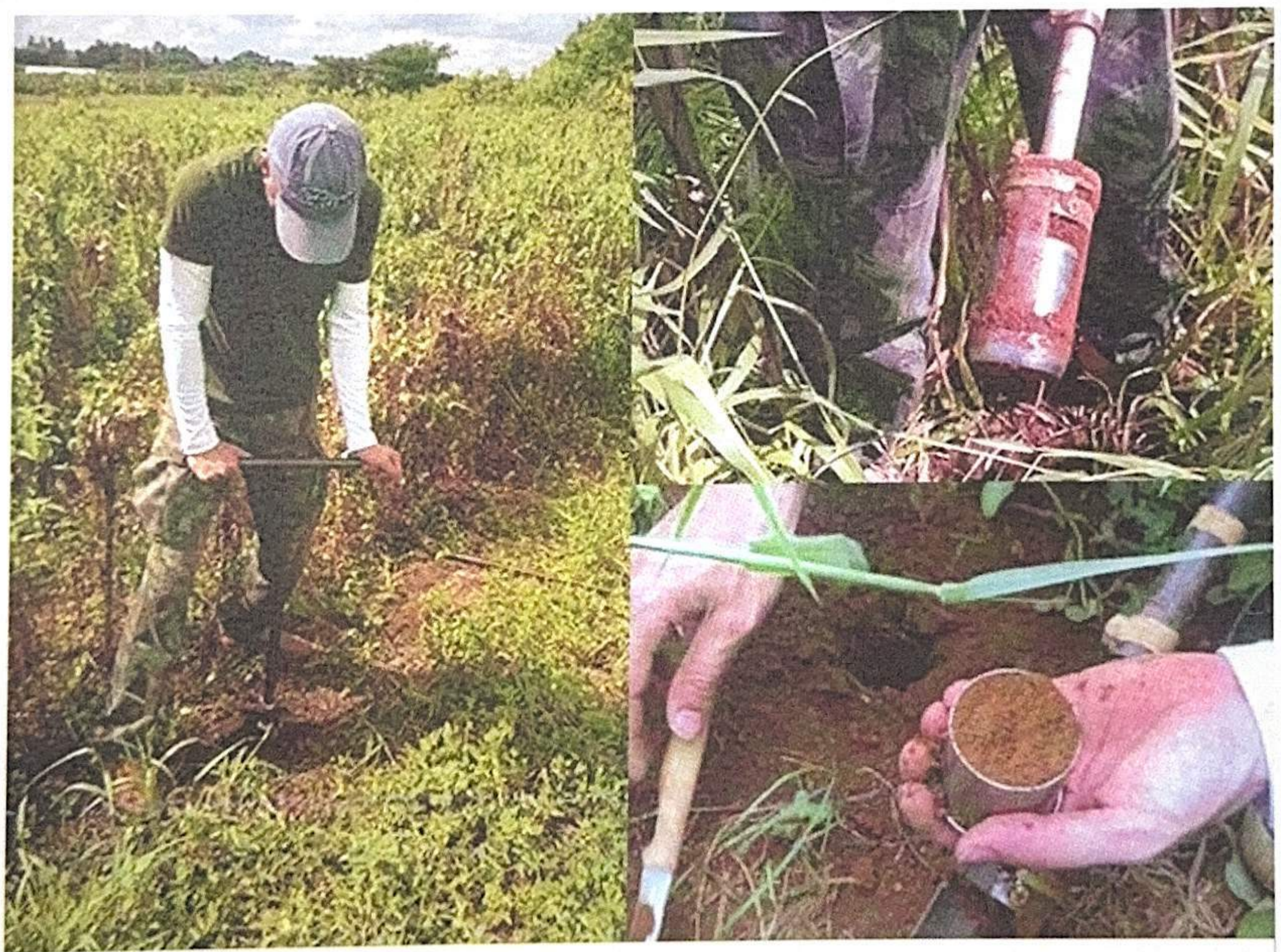


Figura 13. Coleta das amostras indeformadas de solo para cálculo da densidade (fonte própria).



Figura 14. Pesagem das amostras indeformadas de solo e secagem em estufa à 105ºC (fonte própria).

4.5 Distância entre terraços

- Observou-se se as distâncias entre os terraços obedecem as recomendações técnicas. Para verificar a distância entre os terraços utilizou-se o seguinte procedimento:

- Utilizando o nível óptico foram realizadas as leituras para a determinação da diferença de nível e para obtenção da declividade do terreno ou seu o grau de inclinação.

- Para o cálculo do espaçamento vertical (EV) e horizontal (EH) entre terraços foram utilizada as fórmulas recomendadas por Baruqui (1981), LIMA (2010) e MACEDO (2009).

Fórmulas utilizadas para o cálculo de EV e EH		
Baruqui (1981)	Lima (2010)	Macedo (2009)
$EV = \frac{D}{10} + f$	$EV = \left(2 + \frac{D}{X}\right) . 0{,}305$	$EV = 0{,}4518 \, . \, k \, . \, D^{0{,}58} \, . \left(\frac{u+m}{2}\right)$
$EH = \frac{EV}{D} . 100$	$EH = \frac{EV}{D} . 100$	$EH = \frac{EV}{D} . 100$
Onde: EV= espaçamento vertical EH = espaçamento horizontal D = declividade em % f = fator que depende da textura do solo (neste trabalho foi utilizado um valor f=0,8 $f = \begin{cases} 0{,}4 \; solos \; arenosos \\ 0{,}6 \; solos \; text. média \\ 0{,}8 \; solos \; argilosos \end{cases}$	Onde: EV= espaçamento vertical EH = espaçamento horizontal D = declividade em % X = fator tabelado que depende de: tipo do solo; tipo de cultura; tipo de prática conservacionista e resistência do solo à erosão, conforme neste trabalho foi utilizado um valor X=1,5.	Onde: EV= espaçamento vertical EH = espaçamento horizontal D = declividade em % k = índice que depende da resistência do solo à erosão. Neste trabalho foi utilizado valor k=1,25. u = fator de uso do solo. Neste trabalho foi utilizado valor u=1,25. m = fator de manejo do solo (preparo do solo e manejo de restos culturais). Neste trabalho foi utilizado valor m = 1

Tabela 2. Fórmulas para cálculo de espaçamento vertical (EV) e espaçamento horizontal (EH) entre terraços.

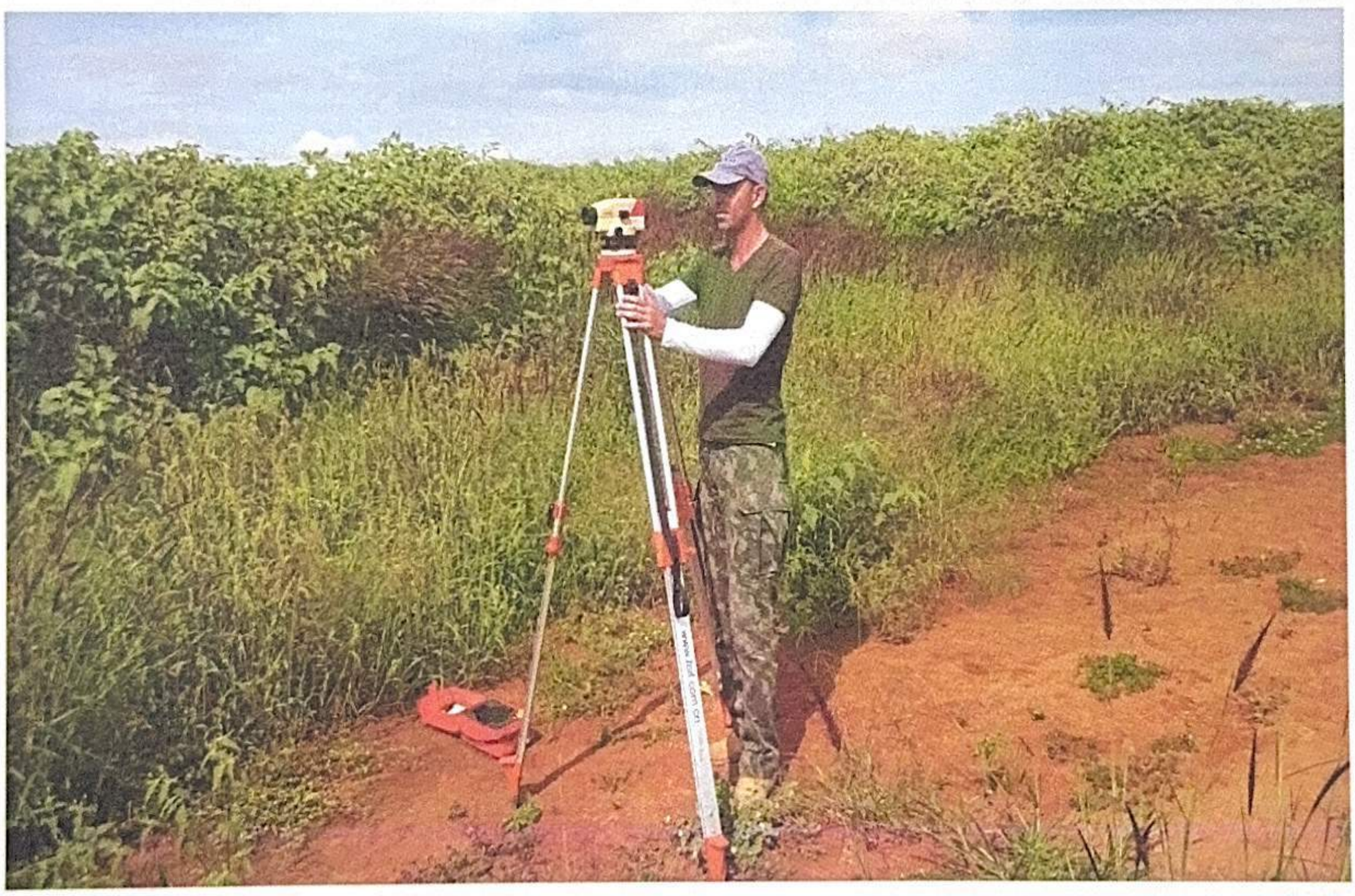


Figura 15. Nível óptico (fonte Própria).



Figura 16. Determinação da declividade da área ao lado do bananal (fonte própria).

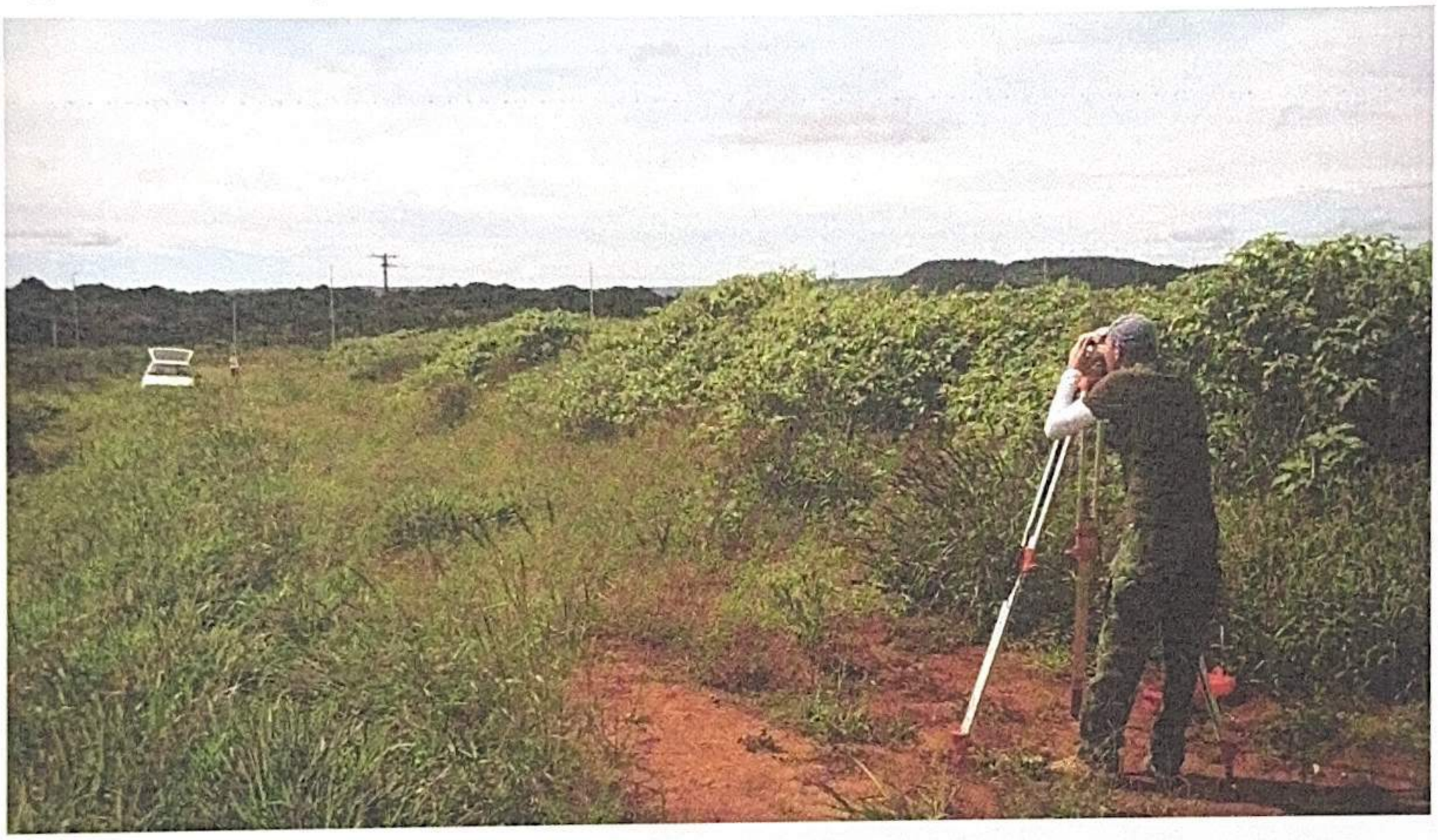


Figura 17. Determinação da declividade da área do pivot central (fonte própria).

4.6 Altura e largura dos terraços

- A altura e largura dos terraços foram comparadas com as distâncias indicadas para função do terraço que no caso do terraço em nível a função é infiltração da água no solo e quanto ao tamanho e movimentação de solo a recomendação é:

- Terraço de base estreita de 2 a 3 metros;

- Terraço de base média de 3 a 6 metros;

- Terraço de base larga de 6 a 12 metros.

4.7 Canais dos terraços

- Verificou-se se os canais dos terraços estavam assoreados.



Figura 18. Terraço sem presença de canais (fonte própria).

4.8 Declividade da estrada

Para a verificação da dinâmica da água na parte mais baixa na área do pivot central foi determinada a declividade da estrada que corta área. Para esta determinação o nível óptico foi instalado no começo da estrada e em seguida foram feitas leituras sucessivas na mira no meio da estrada do começo ao fim da mesma. As leituras foram anotadas e em seguida foram calculadas as diferenças de nível no decorrer da estrada e elaborado um gráfico de perfil da mesma.



Figura 19. Determinação da declividade da estrada que corta a área do pivot central (fonte própria).

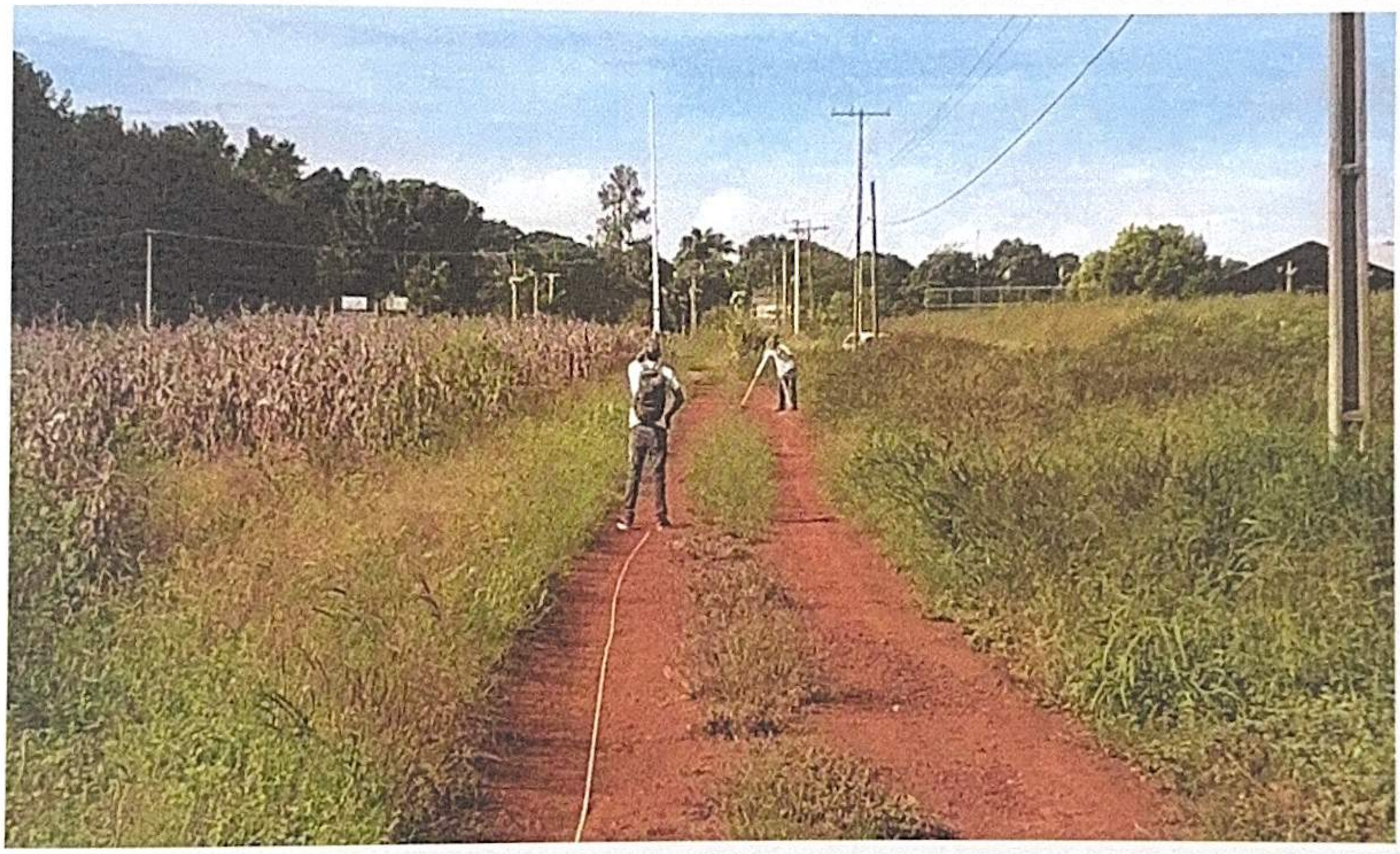


Figura 20. Determinação da declividade da estrada próximo ao mata burro (fonte própria).

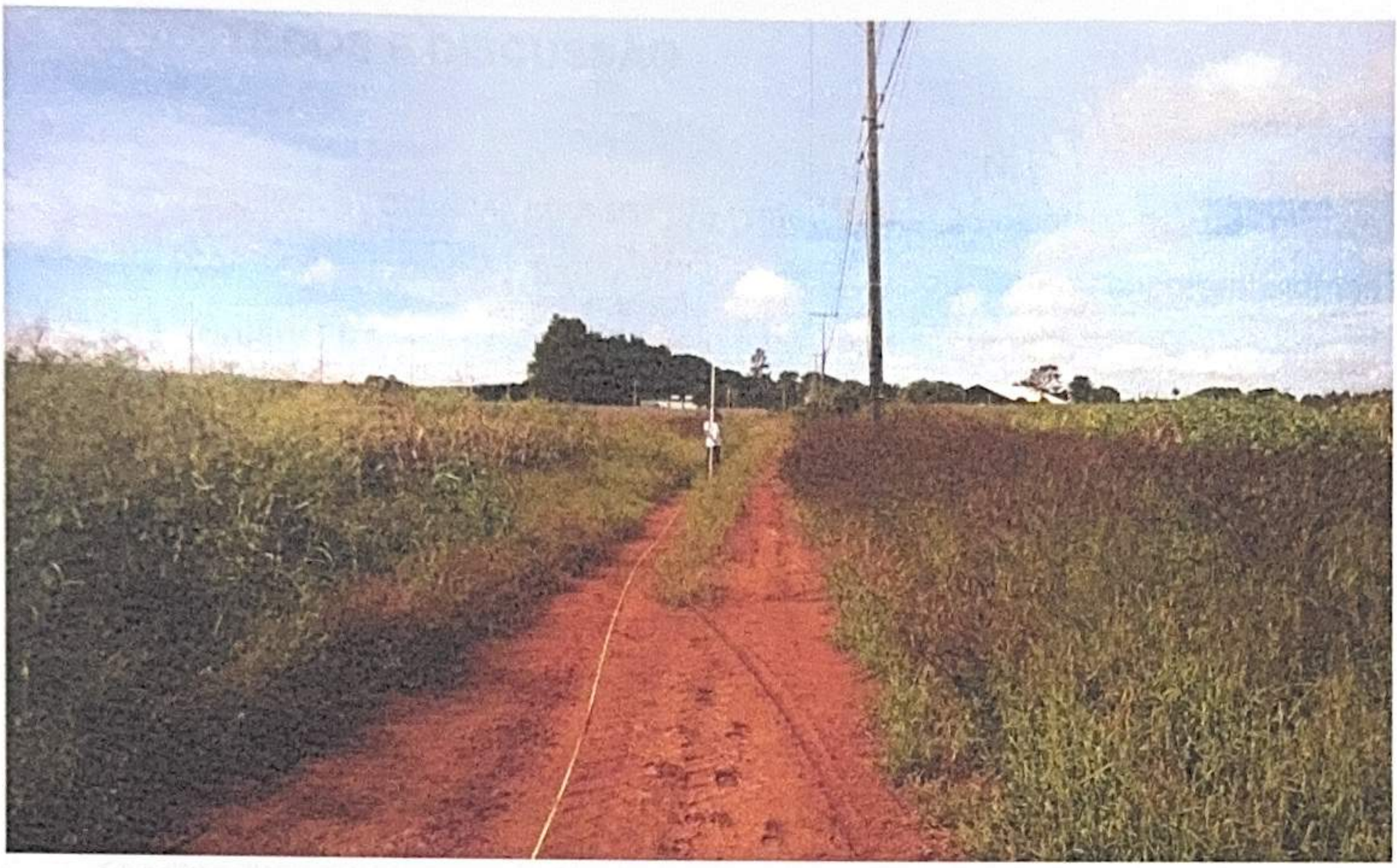


Figura 21. Determinação da declividade da estrada próximo a erosão (fonte própria).



Figura 22. Determinação da declividade da área do pivot central (fonte própria).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o presente trabalho mostrou-se de grande relevância para o *campus* Planaltina-IFB, pois abordou temas importantíssimos referentes ao manejo e conservação do solo e da água em uma instituição de ensino com ênfase em Agroecologia, Biologia e Agropecuária.

Após o estabelecimento das médias para cada atributo referente à qualidade do solo, foram confeccionados a tabela (tabela 2) e o gráfico (gráfico 1).

Com relação ao item A, que avalia a profundidade do solo, a área avaliada ocorre em um Latossolo, cuja característica principal é sua profundidade, mas devido a presença de plintita e petroplintita na parte de cima da área que caracteriza um plintossolo, obteve a nota 7,88.

O solo não apresenta uma boa estrutura, com agregados muito pequenos de fácil esboroamento, e recebeu a nota 5,38. Provavelmente devido ao preparo intensivo do solo pelo uso de grades pesadas a estrutura é destruída, por consequência o solo apresenta baixa porosidade e dificuldade de infiltração da água.

A prática do uso do penetrômetro simplificado indicou que em todos os talhões houve alta resistência à penetração a partir dos 25 cm de profundidade, indicando impedimento físico (compactação) com nota 5,71. Esta compactação diminui significativamente a infiltração da água e por consequência provoca o escorrimento superficial. A elevação da densidade também dificulta o crescimento das raízes das plantas e por consequência a produtividade das culturas. Como a cultura do milho tem um sistema radicular superficial não foi tão afetada pela compactação do solo, no entanto outra cultura de sistema radicular mais profundo teria grande dificuldade crescimento. A área encontra-se infestada por carrapicho (Cenchrus echinatus L.) que é uma planta indicadora de solos compactados (RICCI, et al., 2006).

Segundo Ribon & Tavares Filho (2008) apud Stefanosk et al. (2013), a resistência do solo à penetração se torna um importante atributo físico indicador da QFS, pois se relaciona com outros atributos indicadores do grau de compactação. Os autores ressaltam que embora varie com o solo e com a espécie cultivada, a

resistência do solo à penetração é ocasionada por atividades antrópicas, de forma continuada e mau-planejada.

O indicador estado de resíduos atingiu uma nota muito baixa (2,55) apesar da área está tomada por plantas espontâneas o solo continua exposto e descoberto. As práticas de preparo do solo além de quebrar os agregados provocam intensa decomposição da matéria orgânica superficial.

Em relação da cor, odor e matéria orgânica, os presentes avaliaram o solo de forma visual, tátil e olfativa e constataram que o solo apresentava poucos sinais de matéria orgânica e cheiro de exsudatos, obtendo a nota 4,49 para essa avaliação. As práticas de manejo da área não permitem a formação da matéria orgânica humificada.

Havia pouca presença de cobertura no solo que apesar de ter uma parte cultivada no sistema de plantio direto não apresentava acúmulo significativo de palhada e pouca presença de matéria orgânica, justificando a nota 6,33. A falta de cobertura morta expõe o solo ao impacto direto da gota de chuva o que provoca a quebra dos agregados e o adensamento superficial do solo, além disso o solo fica sujeito à exposição direta dos raios solares o que facilita a evaporação e o aumento da temperatura o impacta diretamente a atividades dos microrganismos.

Para o indicador que avaliou a ocorrência de erosão a nota foi 5,77, pois foi constatado a ocorrência de erosão laminar por toda a área e a presença de pequenos sulcamentos em todos os talhões. Esta avaliação indica o que os outros fatores já prenunciavam, ou seja, solos compactados, pobres em matéria orgânica, sem cobertura morta e com os agregados destruídos ficam altamente susceptíveis à erosão.

Foi constatado que em grande parte da área o sub-solo estava exposto pois havia uma espécie de laje (pé de grade) na superfície do solo, indicando que o mesmo estava muito duro e tinha sérios problemas de escorrimento superficial, não permitindo a infiltração da água, favorecendo a ocorrência de erosão laminar e por sulcos.

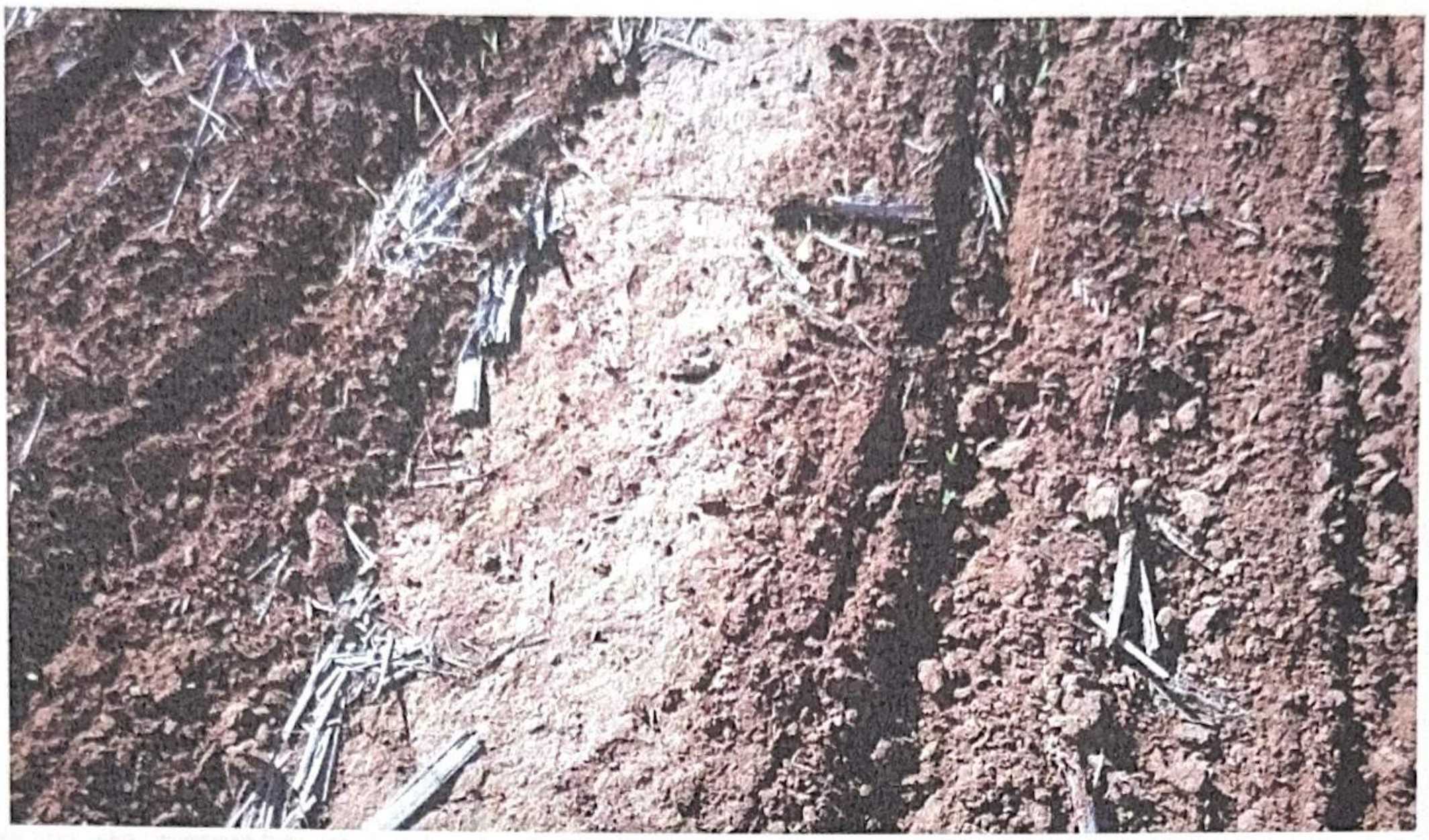


Figura 23. Formação de crosta superficial (fonte própria)

Constatou-se pouca presença de invertebrados nas trincheiras e mesmo em um caminhamento por toda a área, não foi verificado uma quantidade significativa dos mesmo, justificando uma nota de 3,66 para esse indicador. O uso de agrotóxicos, o reviramento constante do solo e a pequena quantidade de matéria orgânica são condições desfavoráveis à sobrevivência dos invertebrados que segundo Araújo Apud Holl; Kappelle (1999), a total eliminação dos invertebrados de solo, como ocorre em ambientes envolvendo algumas atividades humanas, causam graves consequências ao meio ambiente, perturbando as cadeias alimentares, causando a extinção de várias espécies e comprometendo os ciclos biogeoquímicos.

A atividade microbiológica do solo mostrou-se baixa, indicando que a matéria orgânica está pouco presente no solo na forma humificada, abrigando uma baixa população de microrganismos, chega-se a essa conclusão pela baixa efervescência da água oxigenada (nota 4,05). A atividade microbiológica é fundamental para a decomposição da matéria orgânica, para formação dos agregados e por consequência na estruturação do solo, também atua em interação com as plantas, por meio de simbioses ou mesmo na competição com microrganismos fitopatogênicos. O preparo excessivo, a falta de matéria orgânica, a erosão e o uso dos agrotóxicos está tornando este solo sem vida, do ponto de vista biológico.

A conclusão obtida de forma coletiva foi que, do ponto de vista da análise da sustentabilidade do manejo de solos, pode se dizer que a área do pivot central do *campus* Planaltina do IFB, caminha para um manejo insustentável do solo, haja vista que a maioria dos indicadores foram abaixo dos limites de sustentabilidade e alguns parâmetros atingiram notas muito baixas (gráfico 1 e tabela 3). Ou seja a metodologia permite avaliar que os solos apresentam sinais claros de degradação e medidas urgentes precisam ser tomadas para sua recuperação. Observando o gráfico 1 chega-se à conclusão que os valores se distanciam da extremidade interna e se concentram em leitura medianas ou abaixo de cinco o que na metodologia indica uma situação de pouco sustentabilidade ou degradação.

Do ponto de vista da análise da metodologia os presentes avaliaram que o método é realmente simples sem ser simplório, já que consegue detectar com certo grau de precisão que algumas práticas de manejo podem estar interferindo nas características do solo de forma negativa, levando à insustentabilidade. E que ao se detectar o parâmetro que está abaixo ou próximo ao limite da insustentabilidade é necessário tomar providências. Outra conclusão é que a metodologia e seus pressupostos são fáceis de entender e podem ser utilizados sem dificuldades. Pela sua facilidade pode ser usada sem dificuldade no trabalho de formação e conscientização de agricultores.

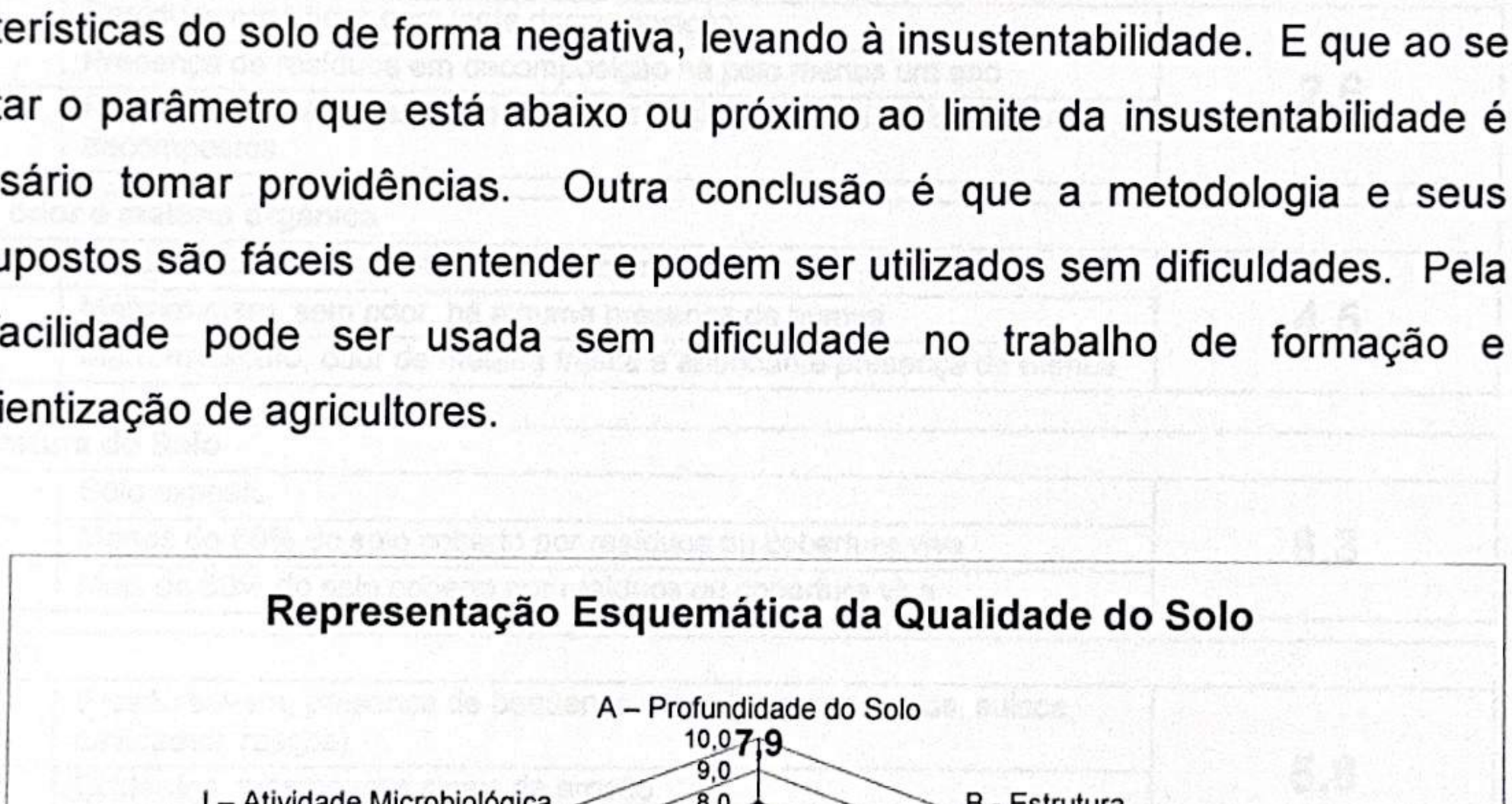


Gráfico 1. Gráfico tipo radar.

Tabela 2. Indicadores de sustentabilidade para qualidade de solo com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 a 10 podem ser assumidos para cada indicador. Média dos três grupos de trabalho.

Valor Estabelecido	Características	Valor Estimado
A – Profundidade do Solo		
1	Subsolo quase exposto ou exposto	**7,9**
5	Fina superfície de solo menor que 10 cm	
10	Solo superficial de solo maior que 10 cm	
B – Estrutura		
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	**5,4**
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão	
10	Agregados bem formados difíceis de serem quebrados	
C – Compactação		
1	Solo compactado, o "ferro" (penetrômetro) apresenta grande resistência à penetração	**5,7**
5	Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do "ferro" (penetrômetro).	
10	Sem compactação, o "ferro" (penetrômetro) é todo penetrado no solo	
D – Estado de Resíduos		
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	**2,6**
5	Presença de resíduos em decomposição há pelo menos um ano	
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos	
E – Cor, odor e matéria orgânica		
1	Pálido, odor químico e ausência de húmus	**4,5**
5	Marrom-claro, sem odor, há alguma presença de húmus	
10	Marrom-escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus	
G – Cobertura do Solo		
1	Solo exposto	**6,3**
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
10	Mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva	
H – Erosão		
1	Erosão severa, presença de pequenos valos (pequenos veios, sulcos, cavidades, rasgos)	**5,8**
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão	
10	Ausência de sinais de erosão	
I – Presença de Invertebrados		
1	Ausência de atividade de invertebrados	**3,7**
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes	
10	Presença abundante de organismos invertebrados	
J – Atividade Microbiológica		
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	**4,1**
5	Efervescência leve a média	
10	Efervescência abundante	

Tabela 2. Média dos três grupos de trabalho.

Em relação ao afluxo de água foi constatado que o canal acima da área do pivot central no período chuvoso, transborda, devido à falta de manutenção do mesmo, teria que ser feito manutenção antes do período das chuvas, para evitar que grandes volumes de água cheguem a área do pivot central. Para se evitar que esta água de transbordamento chegue até a área do pivot central pode se construir terraços paralelos ao canal até chegar à cerca limítrofe da área.

A estrada entre o bananal e olericultura e a estrada que dá acesso à bovinocultura pela cascalheira são outras fontes de afluxo de água que em parte deságuam na área do pivot central. Nestas estradas deveriam ser construídas barreiras denominadas de "travesseiros" ou lombadas que diminuiriam o volume e a velocidade da água evitando que esta chegue até o pivot.

A densidade global do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (Embrapa, 2007). Inicialmente se pretendia coletar as amostras indeformadas de solo em três profundidades, de 15 a 20 cm de 20 a 25 cm e de 25 a 30 cm, mas, à medida que se aprofundava, o amostrador de solo encontrou grande impedimento físico e não foi possível coletar o solo em maior profundidade com esse tipo de amostrador, impossibilitando a coleta das amostras na profundidade de 25 a 30cm. O gráfico 2 e a tabela 4 abaixo mostram que a densidade média do solo na profundidade de 20 a 25 cm (1,038 g/cm^3) é maior que na profundidade de 15 a 20 cm (0,978 g/cm^3). Conforme já mencionada, acredita-se que nas camadas mais profundas a densidade seria ainda maior, mas o solo estava tão duro que o aparelho disponível não penetrou além destas camadas. Estas informações associadas à resistência de penetração do penetrômetro aos 25 centímetros de profundidade indicam uma compactação excessiva do solo à partir desta profundidade. O preparo intensivo do solo usando exclusivamente a grade pesada proporciona um preparo superficial do solo e a formação do pé de grade. Conforme dito anteriormente este é outro sinal claro de degradação do solo desta área, pois solo denso e compacto resulta em baixa porosidade, elevado escorrimento superficial, baixo crescimento radicular e baixo desenvolvimento das plantas e como consequência ocorre a erosão que é elevada nesta área.



Figura 24. Formação do pé de grade (fonte própria).

Gráfico 2. Densidade global do solo (g/cm³) nas profundidades de 15 a 20 e 20 a 25 cm (média de todos os talhões).

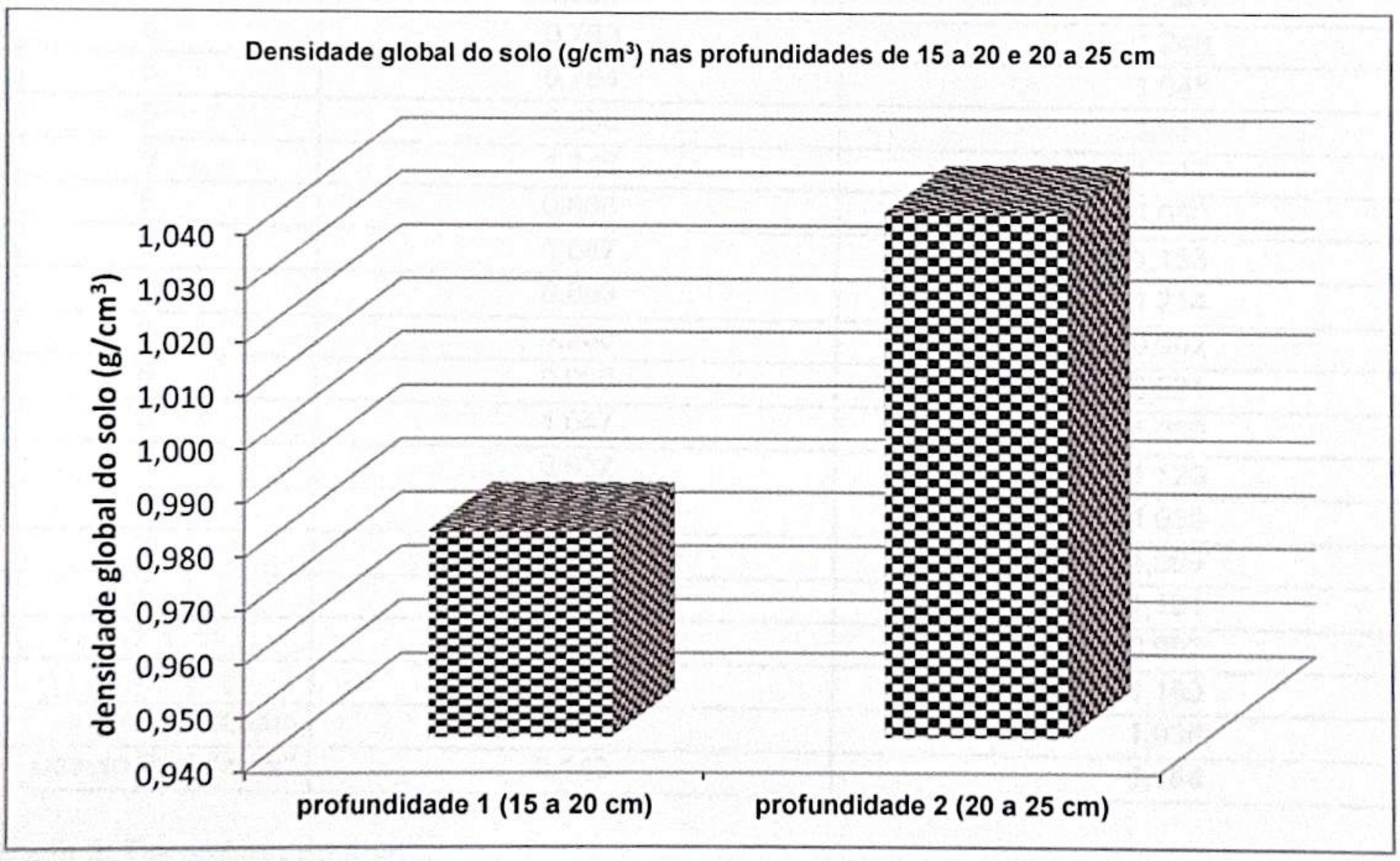


Gráfico 2. Densidade global.

Tabela 3. Densidade do solo nas profundidades de 15 a 20 e 20 a 25 cm nos diferentes talhões.

Talhão	Profundidade 1 (15 a 20 cm)	Profundidade 2 (20 a 25 cm)
	Densidade (g/cm³)	
1	1,401	1,048
1	0,854	1,253
1	1,128	1,310
1	0,971	0,955
1	1,246	0,985
1	0,930	0,995
2	0,976	1,057
2	1,309	0,711
2	0,893	0,959
2	0,934	0,944
2	0,757	0,866
2	1,026	1,450
3	0,941	1,184
3	0,958	0,952
3	0,796	1,253
3	0,957	0,925
3	1,057	1,053
3	0,754	0,834
4	1,253	0,775
4	0,915	0,895
4	1,039	0,897
4	0,895	0,889
4	1,113	1,039
4	1,147	0,804
5	0,883	1,054
5	0,904	1,041
5	0,783	1,248
5	0,784	1,048
5	0,856	1,037
5	1,148	1,217
6	0,888	1,050
6	1,087	1,153
6	0,883	1,214
6	0,988	0,902
6	0,996	0,921
6	1,047	1,069
7	0,932	1,120
7	1,096	1,039
7	0,888	1,099
7	0,816	1,191
7	0,900	0,997
7	0,969	1,160
Média	**0,978**	**1,038**
Desvio Padrão "s"	**0,149**	**0,154**

Tabela 3. Densidade do solo.

Verificou-se que os terraços não estão cumprindo a sua função, que é de diminuir a velocidade, receber e armazenar a água de escorrimento superficial para que se infiltre lentamente no solo. Foi possível observar que os terraços apresentam manutenção precária, os canais estão assoreados e os camalhões estão excessivamente rebatidos, deixando o terraço muito baixo o que provoca o seu transbordamento por ocasião das chuvas. Em alguns pontos os mesmos estão estourados e em outros pontos não é possível observar a existência do canal e do camalhão. Os terraços que deveriam atravessar a cerca são interrompidos alguns metros antes de atingi-la, devido ao tamanho do trator e também às manobras. Logo, entre a cerca o terraço existe um espaço sem obstáculos à água, que escorre no sentido do declive com facilidade. Este espaço também é utilizado como estrada, o que aumenta a compactação do solo e o escorrimento superficial.

Outra informação obtida refere-se aos espaçamentos entre terraços. Foi medido no campo o espaçamento horizontal (EH) entre os terraços (tabela 4). Por outro lado foi feito todo o procedimento técnico para o cálculo do EH considerando a média de três fórmulas diferentes (tabela 4) os dados brutos encontram-se em anexo (tabela). Ao se comparar as medidas obtidas chega-se à conclusão de que nenhum terraço apresenta o espaçamento horizontal (EH) que seria recomendado tecnicamente. Alguns possuem no campo quase o dobro do EH indicado, como é o caso dos EH entre os terraços 2 e 3, 3 e 4,4 e 5 (tabela 4) outros possuem EH em torno de 25% a mais que o recomendado como é o caso do EH entre os terraços 7 e 8.

Quando se analisa todas as informações relativas aos terraços chega-se à conclusão de que os diferentes fluxos de água que chegam até o pivot central encontram poucos obstáculos ao seu escorrimento, resultando em grande volume de água, com velocidade significativa vertendo sobre a superfície, provocando erosões laminar e em sulcos e chegando até a sua parte mais baixa, que neste é a estrada.

Tabela 4. Comparação entre o espaçamento horizontal entre terraços (EH) de campo e o EH recomendado.

Terraços	Declividade (%)	EH no campo (m)	EH recomendado (m)*
Cerca – Terraço 1	7,02	30	26,1
Terraço 1- Terraço 2	6,55	30	26,9
Terraço 2- Terraço 3	5,09	60	30,0
Terraço 3- Terraço 4	3,82	60	34,5
Terraço 4- Terraço 5	3,93	66	34,0
Terraço 5- Terraço 6	2,63	60	42,1
Terraço 6- Terraço 7	2,28	60	45,7
Terraço 7- Terraço 8	2,34	60	45,0
Terraço 8- Estrada	2,50	60	43,3

Obs.: 1- O EH recomendado baseia-se na média aritmética dos valores de EH obtidos pelas fórmulas de recomendadas por Baruqui (1981), LIMA (2010) e MACEDO (2009) que foram discutidas em material e métodos.

2 – Os valores de EH obtidos em cada uma das fórmulas encontra-se no anexo.

Após a construção do terraço deveria ser feito um arremate nas suas extremidades, reconstruindo-os até que os mesmos encostassem na cerca. Seria importante que os mesmos tivessem um camalhão mais alto que o do próprio terraço, pois haverá posterior abatimento devido à passagem de veículos.

Devido às questões analisadas anteriormente um grande volume de água chega até a estrada proveniente da parte superior do pivot central. Para se analisar a dinâmica da água ao chegar na estrada, foi feito o levantamento do perfil da estrada por meio da determinação da diferença de nível em vários pontos (gráfico 3) (os dados brutos encontra-se na tabela ... em anexo). É importante esclarecer que o levantamento iniciou-se na pista ao lado do fundo do refeitório (ponto 0), prosseguiu pela pista defronte a equoterapia (pontos 1 até 9), passou pelo mata burro (ponto 10) e prosseguiu dentro da área do pivot central até chegar em frente à estrada da bomba d'água (ponto 23) e terminou próximo à cerca na outra extremidade (ponto 31).

Ao analisar o perfil da estrada observa-se que a partir do mata burro (ponto 10) e da estrada que dá acesso à bomba (ponto 23) a água desloca-se lateralmente até os pontos mais baixos (pontos 17, 18 e 19). Portanto são nestes pontos que a água captada pela estrada se concentra. Foi justamente na altura destes pontos que aconteceu um grande processo erosivo assemelhando-se a um vossorocamento. Fenômeno observado pela comunidade que tem acesso ao campus por meio da DF-128. As pessoas mais antigas conhecedoras da área

abaixo do pivot dizem que esta área sempre foi susceptível a erosão, no entanto a situação foi agravada devido à movimentação de terras para construção de tanques de piscicultura nas proximidades da mesma. Devido ao "empréstimo" de terra deu-se origem a um barranco, que posteriormente foi suavizado, com a retroescavadeira, deixando o terreno muito instável, fragilizado e susceptível.

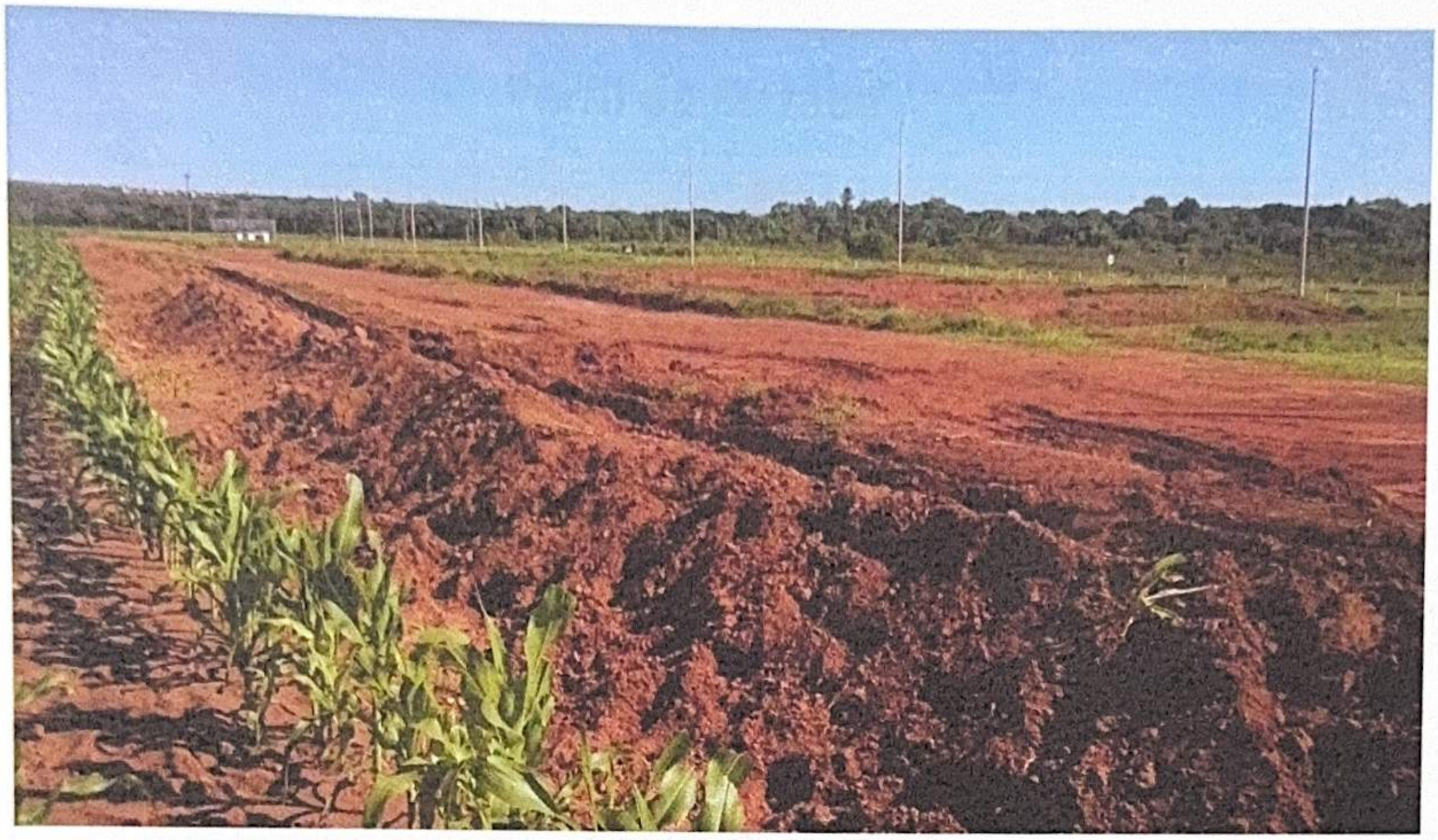


Figura 25. Construção do barranco (fonte própria).



Figura 26. Barranco antes da erosão (fonte própria).

Para evitar a movimentação da água ao longo da estrada deveriam ser construídas barreiras denominadas de "travesseiros" ou lombadas que diminuíram o volume e a velocidade da água deslocada. Outro alternativa seria a construção de um terraço ao longo da parte superior da estrada.

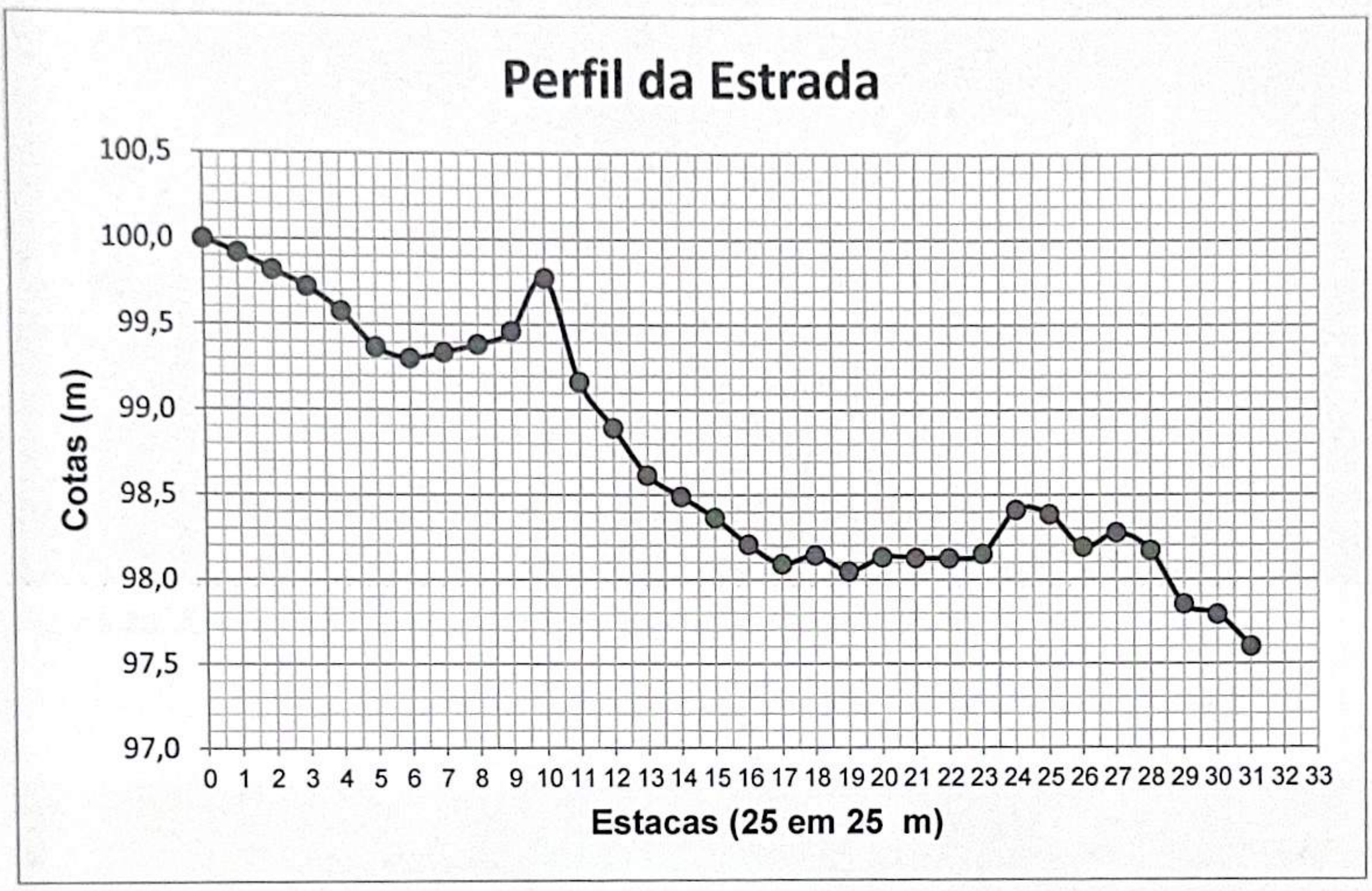


Gráfico 3. Perfil da estrada.



Figura 27. Área ao lado da estrada antes da erosão (fonte própria).



Figura 28. Área ao lado da estrada depois da erosão (Fonte própria).

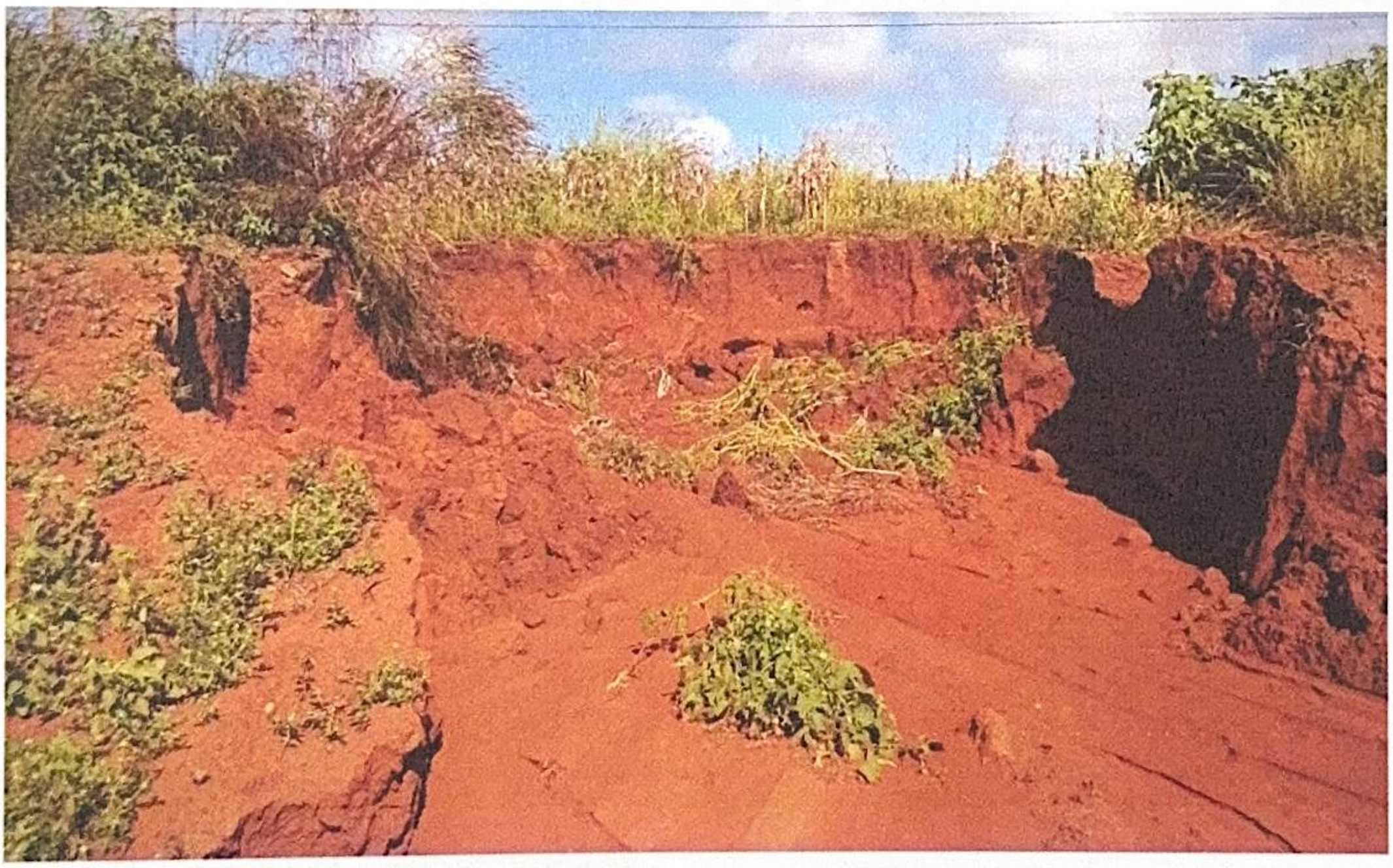


Figura 29. Erosão próximo ao ponto mais baixo da estrada (fonte própria).



Figura 30. Aumento da erosão devido ao grande volume de água que vem da área do pivot central (fonte própria).

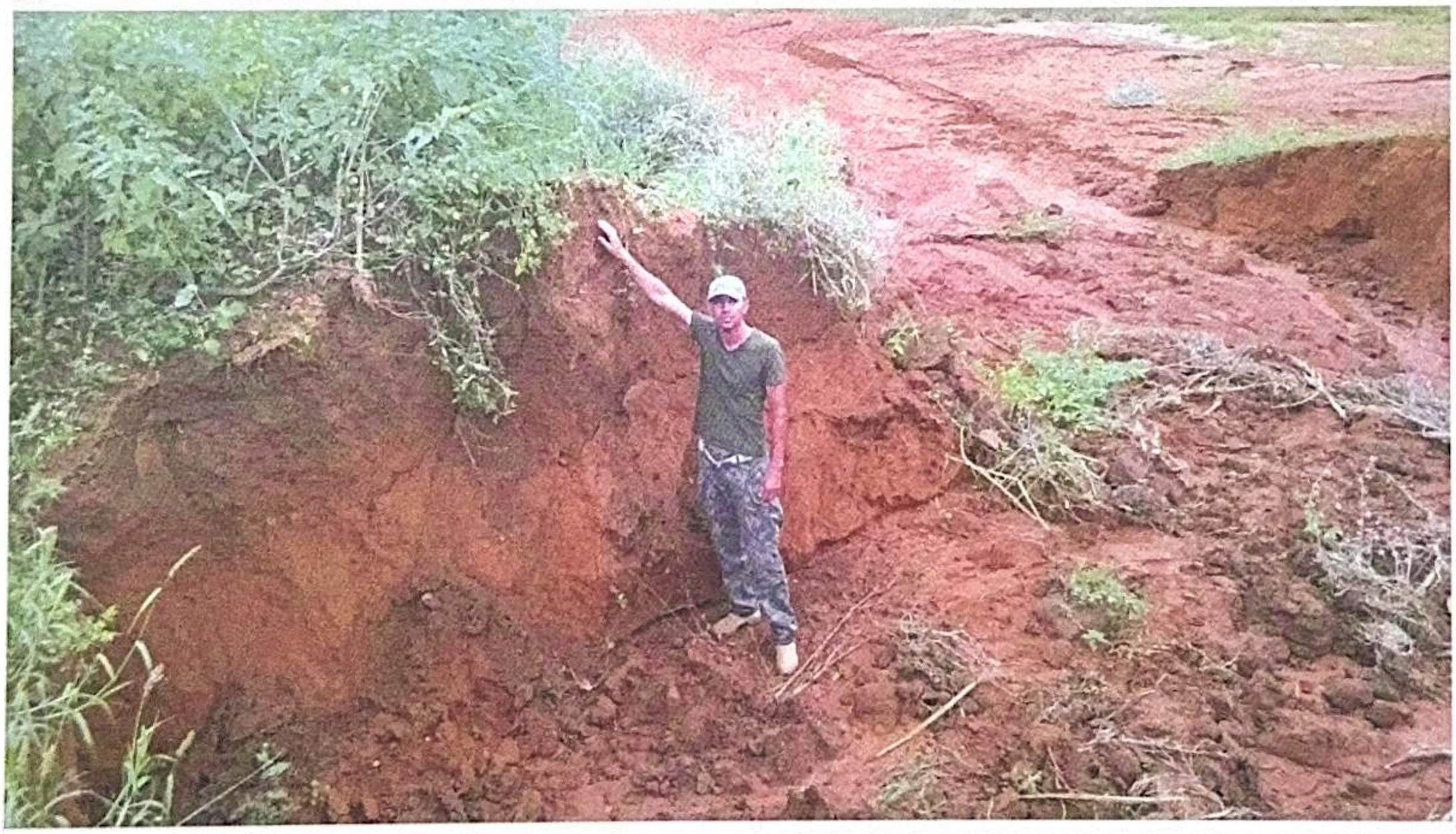


Figura 31. Dimensão da erosão (fonte própria).

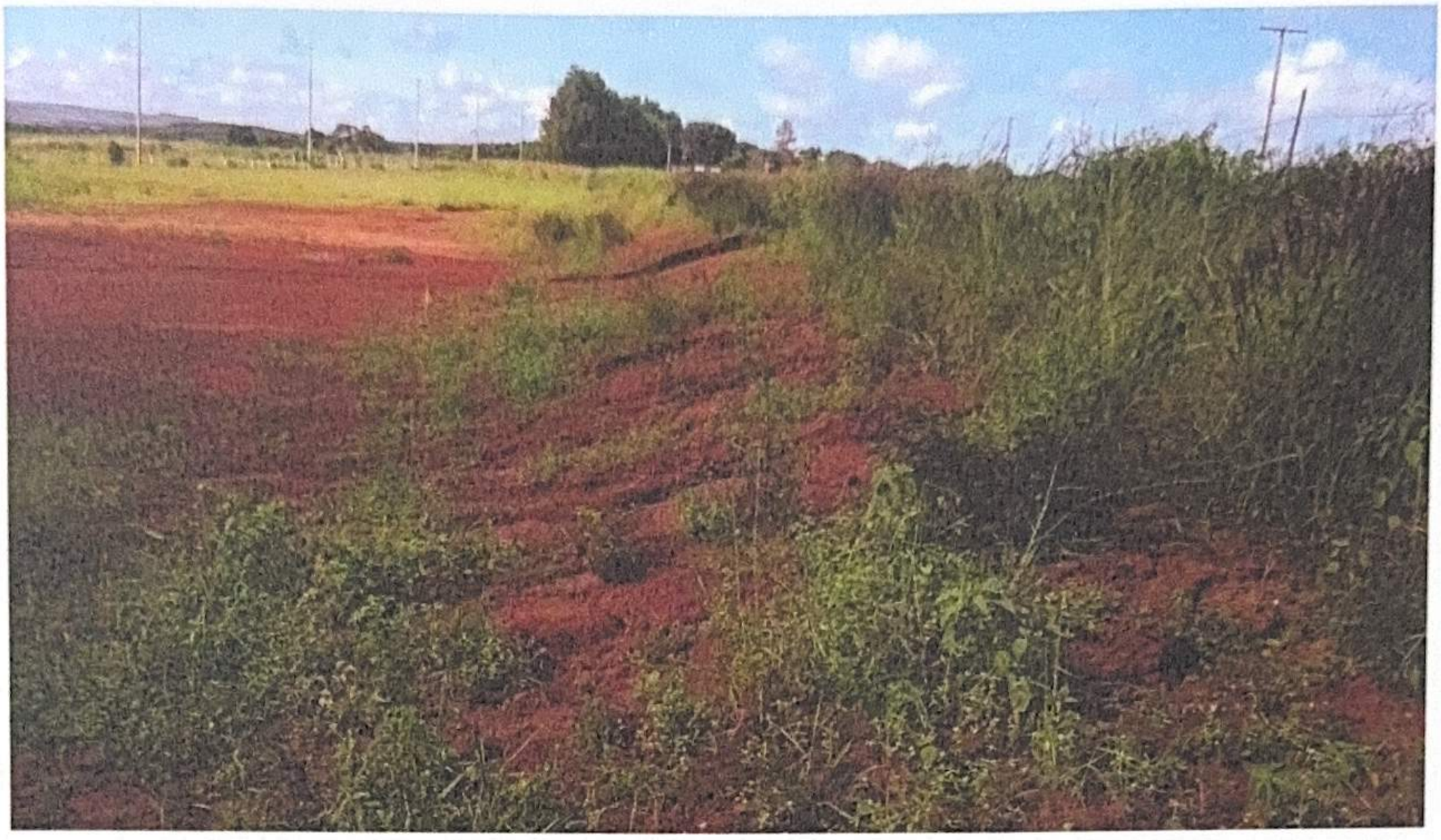


Figura 32. Formação de várias erosões (fonte própria).



Figura 33. Erosão por sulco (fonte própria).

6. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com o presente trabalho de Manejo e Conservação do Solo: Estudo de Caso na Área do Pivot Central do *campus* Planaltina-IFB, mostra que a área em estudo encontra-se degradada e caracteriza-se por usada como um sistema de monocultivo convencional, e que os métodos conservacionistas de uso e conservação do solo são insuficientes e inadequados, ficando assim sujeita aos inúmeros problemas de degradação ambiental.

Foi verificado que o solo da área é denso, compactado, com pouco acúmulo de matéria orgânica e com existência de pé de grade, presença de erosões laminares e por sulcos.

Os espaçamentos horizontal (EH) e vertical (EV) entre os terraços estão maiores do que os indicados por diferentes metodologias, os canais dos terrações estão assoreados e o camalhão é baixo. Em alguns pontos o terraço é descontínuo. Todas estas situações contribuem para que os terraços não cumpram as suas funções, que são interromper as águas que escorrem permitindo a sua infiltração, sendo assim a erosão laminar e em sulcos está presente em toda área o que proporciona um grande volume de água chegando à parte mais baixa do terreno tendo resultado na formação de uma voçoroca.

Na área do pivot não é feito rotação de culturas, há o uso intensivo de máquinas, e apesar de uma parte da área ser destinada ao sistema de plantio direto, aparentemente não foi usado o subsolador para descompactar as camadas mais profundas do solo.

7. RECOMENDAÇÕES

As diferentes práticas de manejo e conservação do solo e da água com princípios agroecológicos deveriam ser efetivamente utilizadas na área do pivot central do *campus* Planaltina-IFB, com o objetivo de mitigar os problemas ambientais provocados pelo seu uso inadequado.

Os afluxos de água que vêm de outros lugares do *campus* e que desaguam no pivot, como as provenientes do canal que transborda, da estrada do bananal e da estrada da bovinocultura devem ser contidas ou desviadas por meio de terraços, lombadas, "bigodes" e pela construção de bacias de captação.

Para que os terraços cumpram a sua função com eficiência deveriam ser novamente locados e reconstruídos, obedecendo com rigor os espaçamentos verticais (EV) e horizontais (EH), a altura do camalhão e a largura do canal. Após a sua confecção os terraços devem ser submetidos à manutenção periódica. Idealmente os terraços não deveriam ser interrompidos pelas cercas, ou seja deveriam se prolongar para além da área do pivot.

Implantar o sistema de plantio direto em toda a área do pivot central. Esta tecnologia provoca menor agressão às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo quando comparada ao preparo convencional. No momento da implantação deste sistema há a necessidade de eliminação das camadas adensadas ou compactadas do solo, com o uso do subsolador, aplicação de calcário dolomítico e gesso se necessário. Caso haja a opção em formar uma cobertura morta antes da implantação da cultura comercial, recomenda-se o uso de leguminosas com sistema radicular profundo como o guandu (*Cajanus cajam*) ou a *Crotalaria mucronata*.

Além das práticas conservacionistas indicadas recomenda-se o uso ininterrupto de rotação de culturas, adubação verde cordões de vegetação permanente e outros. Caso não seja possível utilizar várias práticas conservacionistas na área toda, fazer por talhões utilizando-se os terraços como referência.

Implantar um grande terraço vegetado com gramíneas, seguido por um jardim, ou um sistema agroflorestal ou uma floresta de árvores diversas (nativas e

exóticas) com fins paisagísticos na parte mais baixa da área do pivot central, ao lado da estrada onde ocorreu uma grande erosão (voçoroca). Esta área ficou extremamente fragilizada em função da grande movimentação de terra para construção de barranco em função da implantação da piscicultura. Este procedimento seria de grande valor estético tendo em vista que a área fica ao lado da DF 128, porta de entrada para o *campus* Planaltina do IFB.

Construir um terraço ao longo da parte superior da estrada com o propósito de diminuir significativamente o volume de água que atinge aquela área.

Construir lombadas e bacias de captação de água na estrada que se localiza na parte mais baixa da estrada.

As práticas conservacionistas recomendadas, além de contribuírem para diminuir a degradação do solo que acomete a área do pivot central do *campus* Planaltina do IFB, seriam de grande importância didática, tendo em vista que o *campus* Planaltina oferece os cursos superiores de Tecnologia em Agroecologia, Licenciatura em Biologia e o Curso Técnico em Agropecuária, cursos que vão além da sala de aula e necessitam de aulas práticas, em áreas que deveriam empregar manejos conservacionistas de uso e conservação do solo e da água, que serviriam de exemplos a serem seguidos pelos alunos enquanto profissionais formados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, Adriana Maria. ASSIS, Renato Linhares. **Processos biológicos no sistema planta solo**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 368 p.

AGRICULTURAS, EXPERIÊNCIAS EM AGROECOLOGIA: **Manejo sadio dos solos**. Rio de Janeiro, nº 3 vol. 5, setembro de 2008. 43 p. Disponível em: http://aspta.org.br/revista/v5-n3-manejo-sadio-dos-solos/. Acesso em: 05/05/ 2015.

ARAÚJO, C. C.; NOMELINI, Q. S. S.; PEREIRA, J. M.; LIPORACCI, H. S. N.; KATAGUIRI, V. S. **Comparação da abundância de invertebrados de solo por meio da estimação intervalar encontrados em diferentes ambientes na cidade de Ituiutaba-MG.** Biosci. Uberlândia, v.26, n. 5, p. 817-823, Sepet/Oct.2010. Disponível em: http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/7234/5271 Acesso em: 28/05/2015.

BERTONI, José; NETO, Francisco Lombardi. **Conservação do Solo**. ed. 8ª. São Paulo: Ícone, 2012. P.355.

BARUQUI, A. M. **Conservação do Solo**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 07 (80): 26-38. 1981.

CORRÊA, L. A; CRUZ, J. C. **Manejo do Solo**. **Plantio Direto**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, 13 (147): 46-51. 1987.

CASTRO, Orlando Melo. **Degradação do Solo Pela Erosão**. Informe Agropecuário. Belo Horizonte. 13 (147): 64-72. 1987.

FERREIRA, C.A.G. **Recuperação de Áreas Degradadas**. Informe Agropecuário: Agropecuária e Ambiente. Belo Horizonte-MG, v.21-n.202 – jan./fev. 2000. 27-28.

FILHO, J. M. O.; CARVALHO, M. A de; GUEDES, G. A., **Manejo do solo**: **Matéria Orgânica do Solo**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13 (147): 22-36. 1987.

JORGE, José Antonio. **Física e Manejo dos Solos Tropicais.** ed. 1. Campinas SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1996 89p.

KOBIYAMA, M.; MINELLA, J.P.G.; FABRIS, R. **Áreas Degradadas e sua recuperação**. Informe Agropecuário: Recuperação de Áreas Degradadas. Belo Horizonte-MG, v.22-n.210 – mai./jun. 2001.

LIMA, J.M.; OLIVEIRA, G.C.; MELO, C. R.; SILVA, M. L. N. **Notas de Aulas Práticas: Manejo e Conservação do Solo e da Água**. UFLA-DCS. Lavras-MG. 12-16. 2010. 62 p.

MACHADO C. T. T.; VIDAL M. C.; **Avaliação participativa do manejo de agroecossistemas e capacitação em agroecologia utilizando indicadores de sustentabilidade de determinação rápida e fácil.** Planaltina DF, Embrapa cerrados. Documentos 173. Dez. de 2006. Disponível em:http://www.cnph.embrapa.br/organica/pdf/boletim/manejo_sustentabilidade.pdf. Acesso em: 08/01/2015.

MACEDO, J. R.; CAPECHE, C. L.; MELO, A. S. **Recomendações de manejo e conservação do solo e água**. PESAGRO. Programa Rio Rural. Manual Técnico nº 20. Niterói-RJ. 2009. 24-29. 45 p.

NOVAES, Gileno. **Manejo do solo**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13 (147): 1-2, 1987.

OLIVEIRA J. B.; ALVES J. J.; FRANÇA F. M. C.; **Práticas de manejo e conservação do solo e água no semiárido do Ceará**. Vol. 4, Fortaleza SRH, 2010. 47p. Disponível em: http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Cartilhavol4Praticasmanejoconservacaosoloagua_39993.pdf. Acesso em: 14/02/2015.

PRIMAVESI, Ana. **Manejo ecológico do solo. Agricultura em regiões tropicais.** 1. ed. São Paulo: Nobel, 2002.

PRIMAVESI, Ana. **Agroecologia e Manejo do solo**. Revista Agriculturas. Experiências em Agroecologia. **Manejo Sadio do solo**, Rio de Janeiro, v.5, nº 3, p. 7-19, Set.2008. Disponível em: http://www.agriculturesnetwork.org/magazines/brazil/3-manejo-sadio-dos-solos. Acesso em: 14/03/2015.

RICCI, M. S. F.; NEVES, M. C. P.; MENEZES, E. L. A. **Cultivo do Café Orgânico**. Embrapa Agrobiologia, Sistemas de produção 2, 2º edição, ISSN 1806-2830 versão eletrônica, Dez. 2006. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Cafe/CafeOrganico_2ed/anexo10.htm. Acesso em: 28/05/2015.

STEFANOSKI, D. C; SANTOS, G. G; MARCHÃO L. R; PETTER, F. A; PACHECO, L. P. **Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, vol.17 no.12 Campina Grande Dec. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013001200008&lang=pt. Acesso em: 30/05/2015.

VASCONCELLOS, C. A.; PACHECO, E. B. **Manejo do Solo. Adubação Verde e Rotação de Culturas**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 13 (147): p.37-40, 1987.

VARGAS, Milton Alexandre Teixeira. HUNGRIA, Mariangela. **Biologia dos Solos do Cerrados**. 1. ed. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1997. 524p.

WADT P. G. S.; PEREIRA J. E. S.; GONÇALVES R. C.; SOUZA C. B. C.; ALVES L. S.; **Práticas de conservação do solo e recuperação de áreas degradadas.** Rio Branco AC: Embrapa Acre. Documentos 90. 29 p. Dez. 2003. Disponível em: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/498802/1/doc90.pdf. Acesso em: 28/04 2015.

9. ANEXOS

Tabela 2 – Indicadores de sustentabilidade para qualidade de solo com seus valores e características correspondentes. Valores entre 1 a 10 podem ser assumidos para cada indicador.

Valor Estabelecido	Características	Valor Estimado pelos grupos			
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Média
A – Profundidade do Solo					
1	Subsolo quase exposto ou exposto	6,66	7	10	7,9
5	Fina superfície de solo menor que 10 cm				
10	Solo superficial de solo maior que 10 cm				
B – Estrutura					
1	Solto, empoeirado sem visíveis agregados	4,66	5,66	5,83	5,4
5	Poucos agregados que quebram com pouca pressão				
10	Agregados bem formados difíceis de serem quebrados				
C – Compactação					
1	Solo compactado, o "ferro" (penetrômetro) apresenta grande resistência à penetração	4,66	6,66	5,83	5,7
5	Fina camada compactada, alguma restrição à penetração do "ferro" (penetrômetro).				
10	Sem compactação, o "ferro" (penetrômetro) é todo penetrado no solo				
D – Estado de Resíduos					
1	Resíduos orgânicos com lenta decomposição	3,33	2,33	2	2,6
5	Presença de resíduos em decomposição há pelo menos um ano				
10	Resíduos em vários estágios de decomposição, muitos resíduos bem decompostos				
E – Cor, odor e matéria orgânica					
1	Pálido, odor químico e ausência de húmus	4	4,33	5,16	4,5
5	Marrom-claro, sem odor, há alguma presença de húmus				
10	Marrom-escuro, odor de matéria fresca e abundante presença de húmus				
F – Retenção de água (grau de umidade após irrigação ou chuva)					
1	Solo seco, não retém água	-------	-------	-------	-------
5	Grau limitado de umidade por um curto período de tempo				
10	Considerável grau de umidade por um curto período de tempo				
G – Cobertura do Solo					
1	Solo exposto	5,33	8	5,66	6,3
5	Menos de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva				
10	Mais de 50% do solo coberto por resíduos ou cobertura viva				
H – Erosão					
1	Erosão severa, presença de pequenos valos (pequenos veios, sulcos, cavidades, rasgos)	5	6,33	6	5,8
5	Evidentes, mas poucos sinais de erosão				
10	Ausência de sinais de erosão				
I – Presença de Invertebrados					
1	Ausência de atividade de invertebrados	3	5	3	3,7
5	Poucas minhocas e artrópodes presentes				
10	Presença abundante de organismos invertebrados				
J – Atividade Microbiológica					
1	Muito pouca efervescência após aplicação de água oxigenada	3,33	4	4,83	4,1
5	Efervescência leve a média				
10	Efervescência abundante				

Tabela da média dos três grupos.

Tabela Caderneta de campo para obtenção da diferença de nível (DN) e da declividade entre terraços.

Observação	Estacas	Ré (m)	Vante (m)	DN Parcial (m)	DN Acumulada (m)	DA (%)
Cerca (próxima ao canal)	0	0,635	----------	----------	----------	----------
Terraço 1 (EH=30 m)	1		2,741	-2,106	-2,106	-7,02
Terraço1	0	0,440	----------	----------	----------	----------
Terraço 2 (EH= 30 m)	1		2,405	-1,965	-1,965	-6,55
Terraço 2	0	0,696	----------	----------	----------	----------
	1	0,860	2,434	-1,738	-1,738	
Terraço 3 (EH=60 m)	2		2,175	-1,315	-3,053	-5,09
Terraço 3	0	0,860	----------	----------	----------	----------
	1	2,750	2,750	-1,890	-1,890	
Terraço 4 (EH=60 m)	2		3,150	-0,400	-2,290	-3,82
Terraço 4	0	0,775	----------	----------	----------	----------
	1	1,305	1,305	-0,530	-0,530	
	2	2,315	2,315	-1,010	-1,540	
Terraço 5 (EH=66 m) (DP/ entr.)	3		3,368	-1,053	-2,593	-3,93
Terraço 5	0	0,350	----------	----------	----------	----------
	1	1,263	1,263	-0,913	-0,913	
Terraço 6 (EH= 60 m)	2		1,925	-0,662	-1,575	-2,63
Terraço 6	0	1,925	----------	----------	----------	----------
	1	2,635	2,635	-0,710	-0,710	
Terraço 7 (EH= 60 m)	2		3,295	-0,660	-1,370	-2,28
Terraço 7	0	3,295	----------	----------	----------	----------
	1	0,834	4,020	-0,725	-0,725	
Terraço 8 (EH= 60 m)	2		1,515	-0,681	-1,406	-2,34
Terraço 8	0	1,515	----------	----------	----------	----------
	1	2,312	2,312	-0,797	-0,797	
Estrada (EH=65)	2		3,015	-0,703	-1,500	-2,50

Obs.: Os valores negativos indicam que o levantamento foi feito no sentido descendente do terreno.

EH= Espaçamento horizontal entre terraços

Tabela – Resultado dos cálculos de espaçamento vertical (EV) e espaçamento horizontal (EH) entre terraços utilizando várias metodologias.

	MACEDO (2009)		Baruqui (1981)		LIMA (2010)		
D%	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)	EV (m)	EH (m)	Média (m)
1,00	0,64	63,53	0,90	90,00	0,81	81,33	78,29
1,50	0,80	53,59	0,95	63,33	0,92	61,00	59,31
2,00	0,95	47,49	1,00	50,00	1,02	50,83	49,44
2,28	1,02	44,94	1,03	45,09	1,07	47,09	45,71
2,34	1,04	44,46	1,03	44,19	1,09	46,40	45,02
2,50	1,08	43,24	1,05	42,00	1,12	44,73	43,32
2,60	1,11	42,53	1,06	40,77	1,14	43,79	42,37
2,63	1,11	42,33	1,06	40,42	1,14	43,53	42,09
2,70	1,13	41,86	1,07	39,63	1,16	42,93	41,47
2,80	1,15	41,23	1,08	38,57	1,18	42,12	40,64
2,90	1,18	40,63	1,09	37,59	1,20	41,37	39,86
3,00	1,20	40,05	1,10	36,67	1,22	40,67	39,13
3,10	1,22	39,50	1,11	35,81	1,24	40,01	38,44
3,20	1,25	38,98	1,12	35,00	1,26	39,40	37,79
3,30	1,27	38,48	1,13	34,24	1,28	38,82	37,18
3,40	1,29	38,00	1,14	33,53	1,30	38,27	36,60
3,50	1,31	37,54	1,15	32,86	1,32	37,76	36,05
3,60	1,34	37,10	1,16	32,22	1,34	37,28	35,53
3,70	1,36	36,67	1,17	31,62	1,36	36,82	35,04
3,80	1,38	36,27	1,18	31,05	1,38	36,39	34,57
3,82	1,38	36,19	1,18	30,94	1,39	36,30	34,48
3,90	1,40	35,87	1,19	30,51	1,40	35,97	34,12
3,93	1,41	35,76	1,19	30,36	1,41	35,85	33,99
4,00	1,42	35,49	1,20	30,00	1,42	35,58	33,69
4,10	1,44	35,13	1,21	29,51	1,44	35,21	33,28
4,20	1,46	34,77	1,22	29,05	1,46	34,86	32,89
4,30	1,48	34,43	1,23	28,60	1,48	34,52	32,52
4,40	1,50	34,10	1,24	28,18	1,50	34,20	32,16
4,50	1,52	33,78	1,25	27,78	1,53	33,89	31,82
4,60	1,54	33,47	1,26	27,39	1,55	33,59	31,49
4,70	1,56	33,17	1,27	27,02	1,57	33,31	31,17
4,80	1,58	32,88	1,28	26,67	1,59	33,04	30,86
4,90	1,60	32,59	1,29	26,33	1,61	32,78	30,57
5,00	1,62	32,32	1,30	26,00	1,63	32,53	30,28
5,10	1,63	32,05	1,31	25,69	1,65	32,29	30,01
5,20	1,65	31,79	1,32	25,38	1,67	32,06	29,75
5,30	1,67	31,54	1,33	25,09	1,69	31,84	29,49
5,40	1,69	31,29	1,34	24,81	1,71	31,63	29,24
5,50	1,71	31,05	1,35	24,55	1,73	31,42	29,01
5,60	1,73	30,82	1,36	24,29	1,75	31,23	28,78
5,70	1,74	30,59	1,37	24,04	1,77	31,04	28,55
5,80	1,76	30,36	1,38	23,79	1,79	30,85	28,34
5,90	1,78	30,15	1,39	23,56	1,81	30,67	28,13
6,00	1,80	29,94	1,40	23,33	1,83	30,50	27,92
6,50	1,88	28,95	1,45	22,31	1,93	29,72	26,99
6,55	1,89	28,85	1,46	22,21	1,94	29,65	26,90
7,00	1,96	28,06	1,50	21,43	2,03	29,05	26,18
7,02	1,97	28,03	1,50	21,40	2,04	29,02	26,15
7,50	2,04	27,26	1,55	20,67	2,14	28,47	25,46
8,00	2,12	26,53	1,60	20,00	2,24	27,96	24,83
8,50	2,20	25,86	1,65	19,41	2,34	27,51	24,26
9,00	2,27	25,25	1,70	18,89	2,44	27,11	23,75
9,50	2,34	24,68	1,75	18,42	2,54	26,75	23,29
10,00	2,42	24,16	1,80	18,00	2,64	26,43	22,86

Obs.: D% (declividade em porcentagem). EV (espaçamento vertical entre terraços). EH (espaçamento horizontal entre terraços)
Para os cálculos da declividade foi considerado solo argiloso (f=0,8); X=1,5; k=1,25, u=1,25 e m = 1.

Tabela – Caderneta de campo para obtenção da diferença de nível (DN) na estrada

Observação	Estacas	Ré (m)	Vante (m)	Diferença de Nível Parcial (m)	Diferença de Nível Acumulada (m)
Pista Refeitório	0	0,980	-------	-------	-------
	1	1,060	1,060	-0,080	-0,080
	2	1,160	1,160	-0,100	-0,180
	3	1,256	1,256	-0,096	-0,276
	4	1,400	1,400	-0,144	-0,420
	5	1,610	1,610	-0,210	-0,630
1/2 pasto 1º pasto Equoterapia	6	1,400	1,675	-0,065	-0,695
	7	1,365	1,365	0,035	-0,660
	8	1,320	1,320	0,045	-0,615
	9	1,240	1,240	0,080	-0,535
Mata Burro	10	0,802	0,930	0,310	-0,225
	11	1,408	1,408	-0,606	-0,831
	12	1,680	1,680	-0,272	-1,103
	13	1,960	1,960	-0,280	-1,383
	14	2,085	2,085	-0,125	-1,508
	15	2,210	2,210	-0,125	-1,633
Erosão	16	2,370	2,370	-0,160	-1,793
Erosão	17	1,565	2,485	-0,115	-1,908
	18	1,512	1,512	0,053	-1,855
	19	1,608	1,608	-0,096	-1,951
	20	1,524	1,524	0,084	-1,867
	21	1,528	1,528	-0,004	-1,871
	22	1,530	1,530	-0,002	-1,873
Bomba	23	1,750	1,505	0,025	-1,848
	24	1,490	1,490	0,260	-1,588
	25	1,515	1,515	-0,025	-1,613
	26	1,711	1,711	-0,196	-1,809
	27	1,625	1,625	0,086	-1,723
	28	1,730	1,730	-0,105	-1,828
	29	2,050	2,050	-0,320	-2,148
	30	2,110	2,110	-0,060	-2,208
	31	-------	2,300	-0,190	-2,398

Obs.: (1) Os valores negativos indicam que o levantamento foi feito no sentido descendente. (2) As estacas estavam espaçadas de 25 em 25 metros.

Tabela – Caderneta de campo para obtenção da diferença de nível (DN) na estrada utilizando cotas.

Observação	Estacas	Ré	Vante	Altura do Instr.	Cotas	Diferença de Nível
Pista Refeitório	0	0,980		100,980	100,000	
Nivelamento feito de 25 em 25 metr.	1		1,060	100,980	99,920	-0,080
	2		1,160	100,980	99,820	-0,180
	3		1,256	100,980	99,724	-0,276
	4		1,400	100,980	99,580	-0,420
	5		1,610	100,980	99,370	-0,630
1/2 pasto 1° pasto equoterapia	6	1,400	1,675	100,705	99,305	-0,695
	7		1,365	100,705	99,340	-0,660
	8		1,320	100,705	99,385	-0,615
	9		1,240	100,705	99,465	-0,535
Mata Burro	10	0,802	0,930	100,577	99,775	-0,225
	11		1,408	100,577	99,169	-0,831
	12		1,680	100,577	98,897	-1,103
	13		1,960	100,577	98,617	-1,383
	14		2,085	100,577	98,492	-1,508
	15		2,210	100,577	98,367	-1,633
Erosão	16		2,370	100,577	98,207	-1,793
Erosão	17	1,565	2,485	99,657	98,092	-1,908
	18		1,512	99,657	98,145	-1,855
	19		1,608	99,657	98,049	-1,951
	20		1,524	99,657	98,133	-1,867
	21		1,528	99,657	98,129	-1,871
	22		1,530	99,657	98,127	-1,873
Bomba	23	1,750	1,505	99,902	98,152	-1,848
	24		1,490	99,902	98,412	-1,588
	25		1,515	99,902	98,387	-1,613
	26		1,711	99,902	98,191	-1,809
	27		1,625	99,902	98,277	-1,723
	28		1,730	99,902	98,172	-1,828
	29		2,050	99,902	97,852	-2,148
	30		2,110	99,902	97,792	-2,208
	31		2,300	99,902	97,602	-2,398

Obs.: Os valores negativos indicam que o levantamento foi feito no sentido descendente.

Gráfico 2.prefil da estrada.

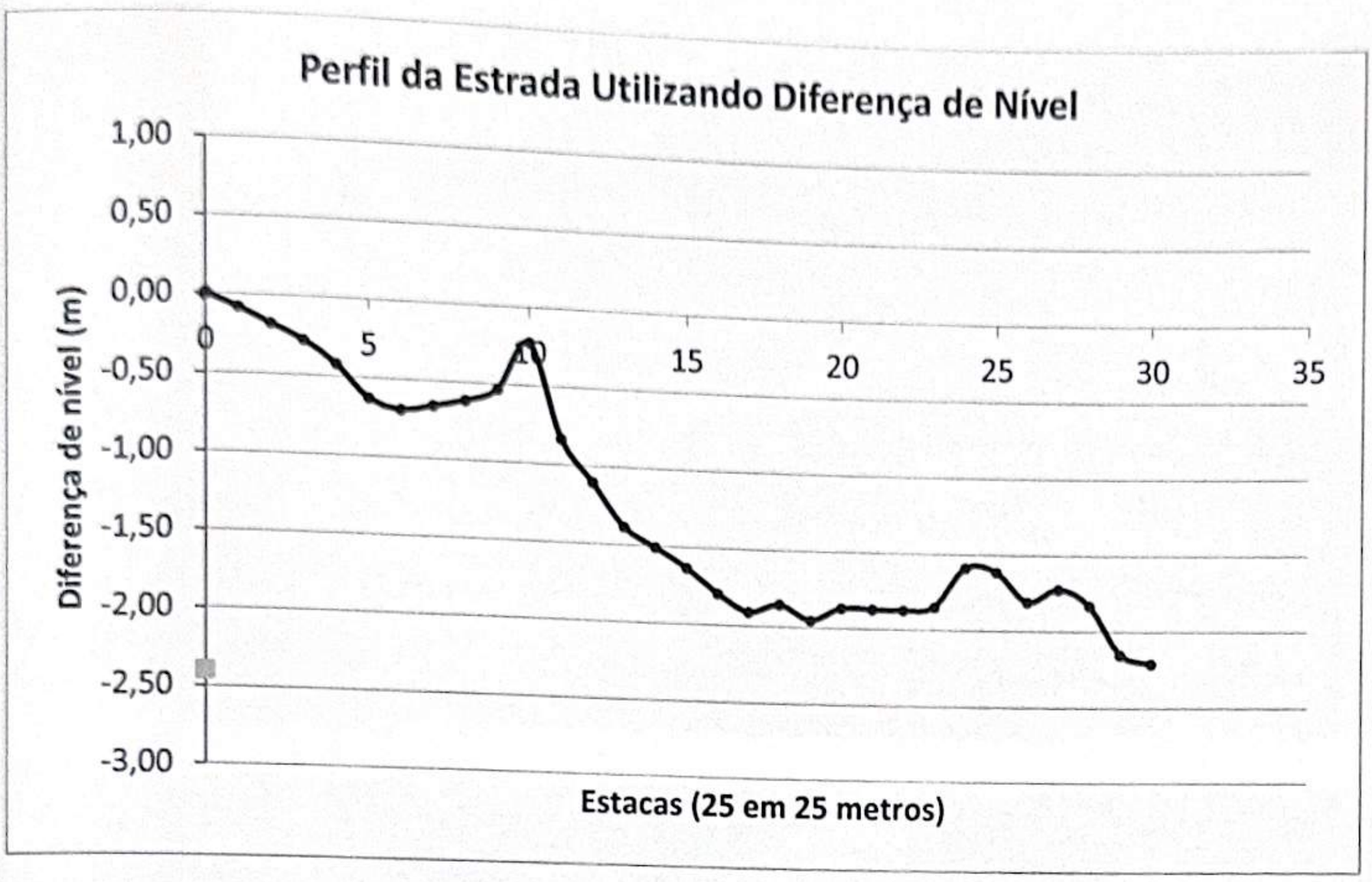


Tabela – Caderneta de campo para obtenção da diferença de nível (DN) e declividade parcial e acumulada na área do pivot central.

Estacas	Ré (m)	Vante (m)	DN Parcial (m)	DN Acumul. (m)	Decliv. Parcial (%)	Decliv. Acumul. (%)
0	**0,784**	----------	----------	----------	----------	----------
1	**0,450**	2,485	-1,701	-1,701	-5,67	-5,67
2	2,148	2,148	-1,698	-3,399	-5,66	-5,67
3	2,954	2,954	-0,806	-4,205	-2,69	-4,67
4	3,420	3,420	-0,466	-4,671	-1,55	-3,89
5	**0,575**	3,800	-0,380	-5,051	-1,27	-3,37
6	1,420	1,420	-0,845	-5,896	-2,82	-3,28
7	1,620	1,620	-0,200	-6,096	-0,67	-2,90
8	2,320	2,320	-0,700	-6,796	-2,33	-2,83
9	**0,350**	3,200	-0,880	-7,676	-2,93	-2,84
10	1,263	1,263	-0,913	-8,589	-3,04	-2,86
11	1,925	1,925	-0,662	-9,251	-2,21	-2,80
12	2,635	2,635	-0,710	-9,961	-2,37	-2,77
13	3,295	3,295	-0,660	-10,621	-2,20	-2,72
14	**0,834**	4,020	-0,725	-11,346	-2,42	-2,70
15	1,515	1,515	-0,681	-12,027	-2,27	-2,67
16	2,312	2,312	-0,797	-12,824	-2,66	-2,67
17	3,015	3,015	-0,703	-13,527	-2,34	-2,65

Obs.: (1) Os valores negativos indicam que o levantamento foi feito no sentido descendente. (2) As estacas foram espaçadas de 30 em 30 metros.



