

IV-192 – AVALIAÇÃO ATRAVÉS DE UM TESTE PILOTO DAS VARIÁVEIS DA SUBSOLAGEM EM PASTAGENS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA NA BACIA DO RIO DOCE

Sebastiao Tomas Carvalho ⁽¹⁾

Geógrafo, Especialista em Educação Ambiental, Mestre em Engenharia Industrial pelo Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (UNILESTE-MG). Especialista Pleno da Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA S.A.).

Ronally Gonzaga Figueiredo ⁽²⁾

Técnico Agrícola pelo Instituto Federal de Minas Gerais- *Campus* São João Evangelista- MG. Secretário de Agricultura do Município de Sabinópolis.

Iduardo Pires dos Santos ⁽³⁾

Técnico Agrícola pelo Instituto Federal de Minas Gerais- *Campus* São João Evangelista- MG, Graduando em Ciências Biológicas pela UNIFRAN. Extensionista Rural da EMATER MG.

Endereço⁽¹⁾: Rua Hungria, 452 Ana Rita – Timóteo - MG - CEP: 35182-272 - Brasil - Tel: (31) 973182085 e-mail: sebastiao.tomas@yahoo.com.br

RESUMO

A qualidade do solo está ligada diretamente com seu grau de infiltração e retenção de água. Em áreas de pastagem é comum a presença de camadas compactadas causadas por pisoteio de animais e uso intenso, que em alguns casos, chegam a expor o solo, maximizando os riscos de escoamento superficial e consequente erosão.

A subsolagem é uma técnica executada em curva de nível, em que um subsolador acoplado a um trator agrícola realiza sulcos rompendo a estrutura superficial compactada, permitindo que os escoamentos superficiais infiltrem no solo ao invés de escoar pela superfície.

A principal motivação para esse trabalho foi em função da escassez hídrica experimentada nos últimos anos, as dificuldades no abastecimento urbano do município, a redução de oferta de água nas áreas rurais, configurando um grande risco para toda sociedade.

Avaliaram-se através de um teste piloto inúmeras variáveis: caracterização do solo, inclinação do terreno, consumo de combustível, disponibilidade mecânica, necessidade de mão obra, rendimentos, logísticas operacionais, custos operacionais, principais desafios, dentre outras.

Para o teste foram utilizados equipamentos como, trator agrícola traçado de 95 cavalos, implemento agrícola subsolador, mangueira de nível acoplada em régua graduada, cal para demarcação das linhas. Para avaliar a inclinação do terreno foi usada a ferramenta *SLOPE* do ArcGIS usando como base o modelo digital do terreno denominado Alos PALSAR da NASA.

Os resultados indicaram uma disponibilidade mecânica de 6 horas por dia e disponibilidade de 4 horas trabalhadas efetivamente na subsolagem já descontada os deslocamentos, média considerada razoável para tratores deste porte, com isso, houve um rendimento diário de 4 hectares por dia ou 1,0 hectares por hora efetiva de subsolagem, considerando uma distancia de 6 metros entre linhas. Em razão disso, é possível afirmar que o custo de subsolagem nessa região, com o uso de trator agrícola, em áreas de pastagens com até 17 ° de inclinação, gira em torno de R\$ 193,09 reais por hectare.

PALAVRAS-CHAVE: Escassez hídrica, Bacia do Rio Doce, Conservação de água, Subsolagem em pastagens.

INTRODUÇÃO

A região sudeste do Brasil tem sofrido com uma escassez hídrica nos últimos anos, o que reduziu significativamente a disponibilidade de água para abastecimento humano, processos industriais e para agropecuária, entre outros. Na bacia do Rio Doce, essa escassez vem sendo agravada ainda mais pelo estado atual de degradação da bacia.

O aspecto mais marcante deste problema está na alta compactação dos solos, que impede a infiltração de água das chuvas, ampliando o escoamento superficial e provocando erosões e assoreamentos dos rios. Além disto, é uma das responsáveis pela redução da fertilidade dos solos. O excesso de escoamento superficial é o causador de desequilíbrios na bacia: enchentes na estação chuvosa e escassez pronunciada de água na estação seca.

A subsolagem é uma técnica utilizada para romper camadas de solo que tenham sofrido compactação, ou mesmo, perfis de solo mais densos. O rompimento das camadas compactadas traz benefícios imediatos, como a diminuição da resistência do solo à penetração das raízes e o aumento no volume dos macroporos. Esses benefícios melhoram a aeração e a drenagem interna do solo, pois permitem que o fluxo vertical da água seja mais rápido, provocando menores taxas de escoamento superficial e tempo de encharcamento do solo (Cassel, 1979; Taylor & Beltrame, 1980).

O processo de infiltração é de importância prática por que, muitas vezes, determina o balanço de água na zona das raízes e o deflúvio superficial, responsável pela erosão hídrica. Assim, o conhecimento do processo e sua relação com as características do solo são de fundamental significância para o eficiente manejo do solo e da água nos cultivos agrícolas (Reichardt, 1996).

De acordo com Carduro & Dorfman (1988) condições tais como: porosidade, umidade, atividade biológica, cobertura vegetal, rugosidade superficial e declividade do terreno, dentre outras, influem grandemente na infiltração da água no solo. Segundo Reichert et al. (1992) a textura do solo afeta o salpico de partículas provocado pelo impacto das gotas de chuva, contribuindo para uma redução da porosidade da camada superficial do solo. Além do impacto da gota, Morin & van Winkel (1996) citam a dispersão físico-química das argilas do solo como causa da formação do selamento superficial e, conseqüentemente, da redução da taxa de infiltração.

Este trabalho visa descrever as informações colhidas em teste piloto para subsolagem em curva de nível em uma propriedade rural contida na bacia do Ribeirão Corrente na cidade de Sabinópolis MG.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para entendimento da técnica, as etapas da subsolagem serão esquematizadas nas figuras (1, 2, 3, 4), onde é possível observar o efeito da mesma no solo.

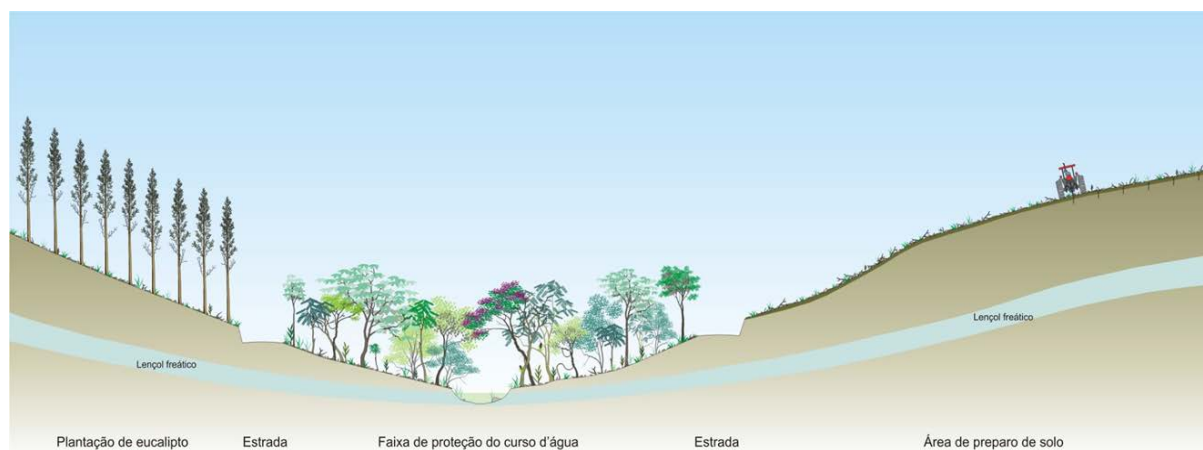


Figura 1: Visão geral da Subsolagem em uma área de pastagem com inclinação até 17°.

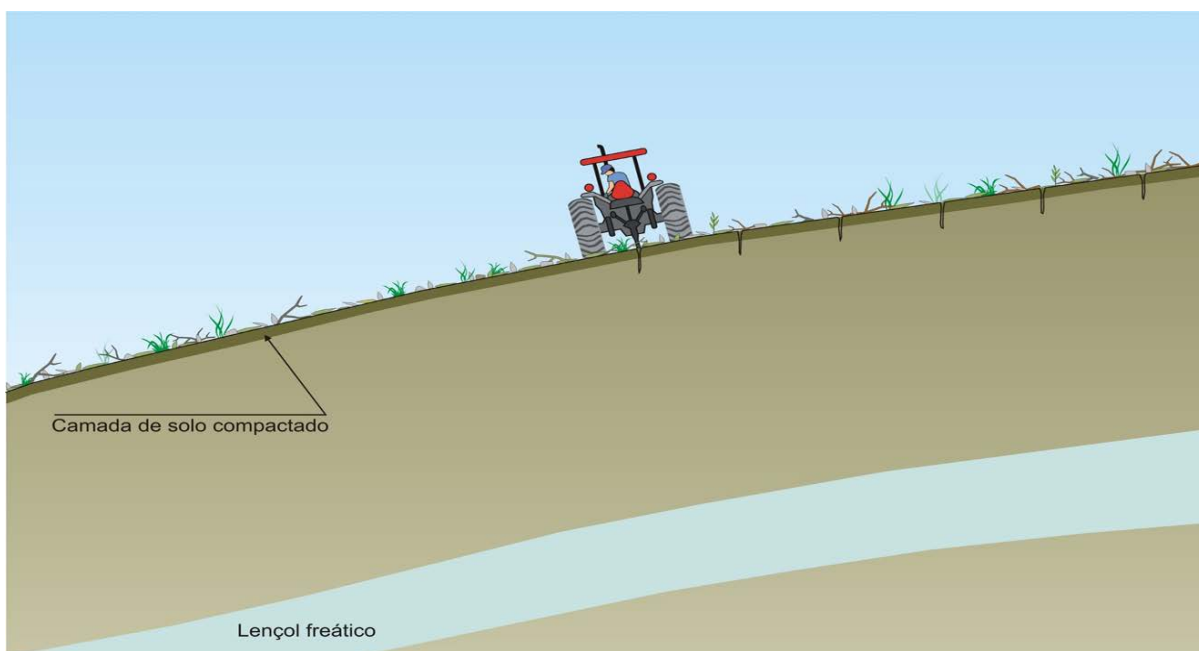


Figura 2: Distribuição das linhas em curva de nível e corte no solo realizado pela subsolagem rompendo a estrutura compactada geralmente uma camada em torno de 20 cm.

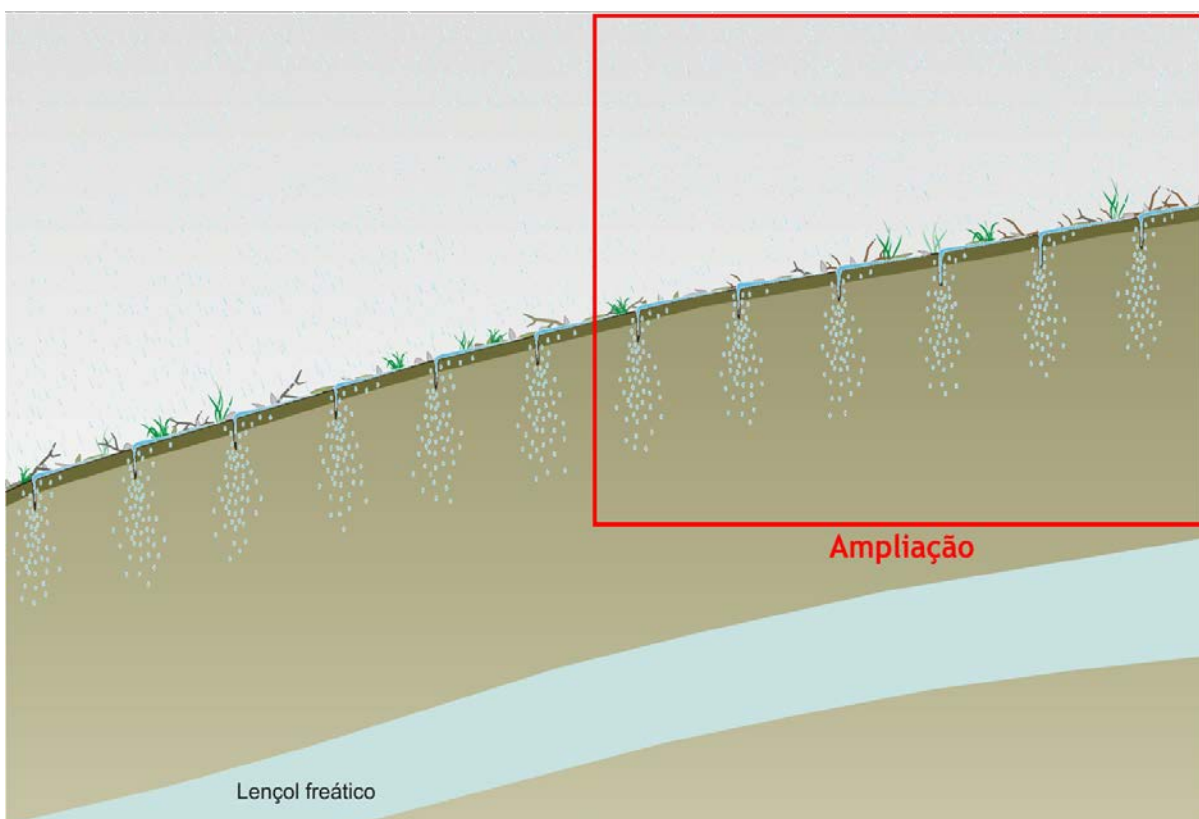


Figura 3: Infiltração da água através do corte realizado pela subsolagem.



Figura 4: Comportamento do escoamento em área subsolada durante evento de chuva.

A bacia do Ribeirão Corrente está situada dentro do município de Sabinópolis. Essa bacia de pouco mais de oito mil hectares é responsável pelo abastecimento da sede do município. Do total da bacia, 37,5 % representa área de pastagem, em sua grande maioria, degradada e com alto grau de compactação, impedindo a infiltração da água de chuva no subsolo (Figura 5).

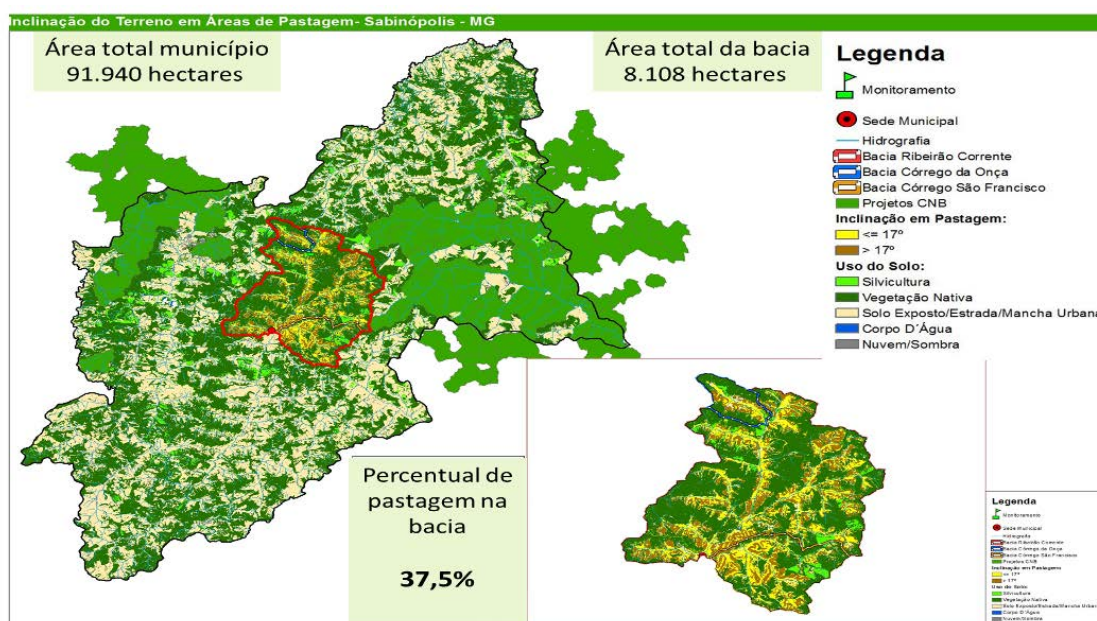


Figura 5: Localização da bacia do ribeirão Corrente dentro Município de Sabinópolis MG.

O projeto foi desenvolvido através de uma parceria entre a empresa Celulose Nipo-Brasileira S.A. (CENIBRA) com a Prefeitura Municipal, SAAE e EMATER de Sabinópolis, cidade situada na região Leste do estado de Minas Gerais e que possui uma população de 15.700 habitantes. O estudo foi realizado na bacia do Ribeirão Corrente, tributário do Rio Santo Antônio, afluente do Rio Doce.

O teste piloto foi realizado em uma propriedade rural cedida pelo proprietário. O mesmo foi realizado no mês de maio de 2018 e os resultados obtidos serviram de base para dimensionamento do projeto de produção de água para atender a comunidade.

Para implementar um sistema de subsolagem em curva de nível mecanicamente, foi necessário conhecer primeiro as áreas cobertas por pastagem na bacia, e dentro das áreas de pastagem foi verificado o percentual do terreno com até 17° de inclinação, onde é possível realizar operações com trator agrícola em curva de nível, sem oferecer riscos para o operador e para o equipamento. Para isso, foi utilizada a ferramenta *SLOPE* do ArcGIS, usando como base o modelo digital do terreno denominado Alos PALSAR da NASA. A avaliação permitiu levantar 1486 hectares de pastagem com grau de inclinação inferior a 17°, com possibilidade de subsolagem (Figura 6).

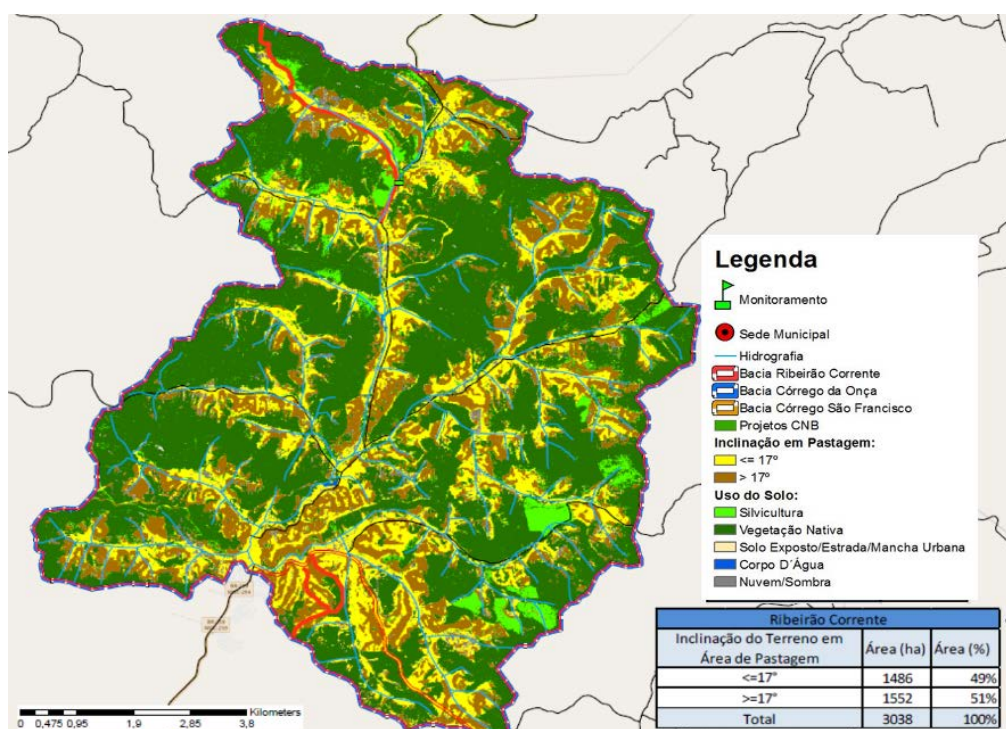


Figura 6: Perfil da declividade da bacia do Ribeirão Corrente em Sabinópolis MG.

Os principais dados avaliados durante os testes foram: caracterização do solo e relevo, medição da curva de nível, consumo de combustível, disponibilidade mecânica, necessidade de mão obra auxiliar, rendimentos, logísticas operacionais e principais desafios.

Para o teste foram utilizados os seguintes equipamentos:

- Trator agrícola traçado;
- Implemento agrícola subsolador;
- Mangueira de nível acoplada em régua graduada;
- Cal para demarcação das linhas;
- Veículo de apoio pick-up Strada cabine dupla.

Pessoal:

- 1 operador de trator ;
- 2 ajudantes para medição da curva de nível.

Após a demarcação das linhas foi iniciada a subsolagem. Nessa etapa foi possível avaliar os desafios da atividade com o trator percorrendo a área demarcada, realizando os sulcos em curva de nível, tendo uma penetração no solo em torno de 60 cm e velocidade constante.

A marcação foi realizada na primeira curva e em seguida o trator foi seguindo acompanhando em paralelo as demais curvas, assim que houve viração do terreno foi feita nova marcação para seguir fielmente a subsolagem em nível, durante as atividades foram registrados os tempos médios de subsolagem.

Para o dimensionamento do projeto, foi necessário conhecer o perfil de precipitação na região. Esses volumes serviram para avaliar a real necessidade do distanciamento das linhas de subsolagens, levando em conta a declividade e tipo de solo. Os dados de uma estação meteorológica monitorada pela empresa Cenibra, situada no projeto florestal denominado Lagoa Grande, foram vitais para entender o comportamento das chuvas na região do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conhecimento do comportamento das chuvas na região foi importante para prever a necessidade de linhas de subsolagem para garantir infiltração da água no solo. As tabelas 1 e 2 mostram o comportamento das chuvas no período de outubro de 2017 à março de 2018 registradas na estação meteorológica de Lagoa Grande. Foi observado um total de 93 eventos de chuvas no período, dos quais 30 eventos com precipitações superiores a 10 mm, ou seja, com elevado potencial de escoamento.

Tabela 1: Distribuição em classes do volume e dias com precipitações registradas no período de outubro de 2017 à março de 2018 na estação meteorológica do projeto florestal Lagoa Grande.

| Precipitação no Projeto Lagoa Grande | | |
|--------------------------------------|-------------|-----|
| Classes | Ocorrências | % |
| 0,1 a 1 mm | 15 | 16% |
| 1 a 5 mm | 35 | 38% |
| 5 a 10 mm | 13 | 14% |
| 10 a 20 mm | 13 | 14% |
| 20 a 30 mm | 9 | 10% |
| Acima de 30 mm | 8 | 9% |
| Total | 93 | |

Os volumes de precipitações acima de 10 mm registrados na bacia (tabela 2) representam 82,0 % do total de precipitação no ano hidrológico.

Tabela 2: Distribuição em classes do volume de precipitações registradas no período de outubro de 2017 à março de 2018 na estação meteorológica do projeto florestal Lagoa Grande.

| Precipitação no Projeto Lagoa Grande | | |
|--------------------------------------|--------|-----|
| Classes | Volume | % |
| 0,1 a 1 mm | 5,84 | 1% |
| 1 a 5 mm | 83,82 | 9% |
| 5 a 10 mm | 87,89 | 9% |
| 10 a 20 mm | 183,63 | 20% |
| 20 a 30 mm | 220,46 | 24% |
| Acima de 30 mm | 354,32 | 38% |
| Total | 935,96 | |

Considerando a capacidade de infiltração de água nas linhas, propôs-se subsolar uma linha mestre seguindo uma marcação em curva de nível e em paralelo a essa, duas linhas secundárias distante 3 metros de cada lado, a

distância de cada conjunto desses foi de 14 metros, perfazendo um total de 15 linhas de subsolagem por hectare, ou seja, 1.500 metros lineares conforme a Figura 7.

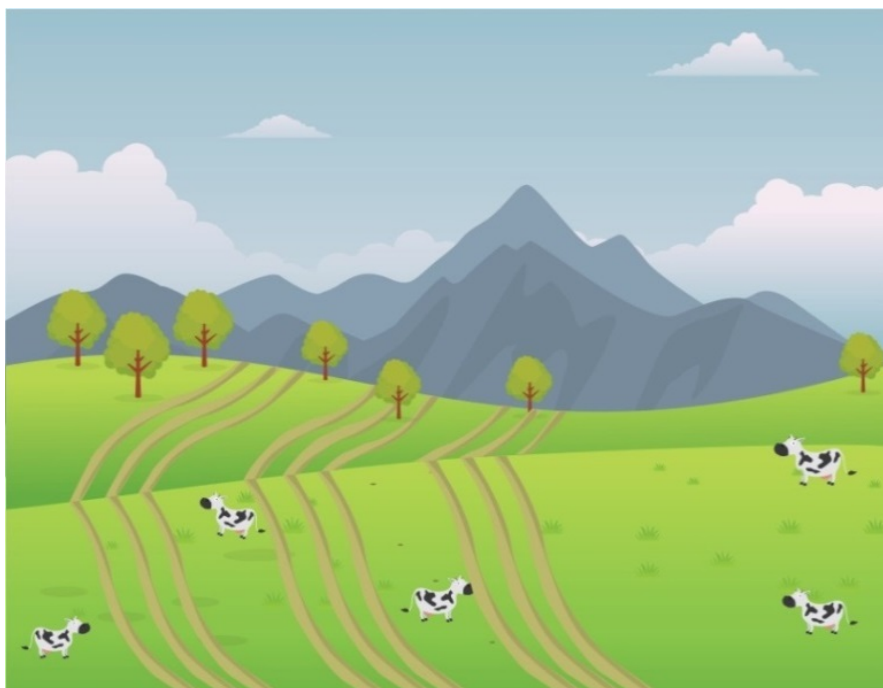


Figura 7: Desenho esquemático das linhas de subsolagem a serem implantadas.

Os testes indicaram uma velocidade de trabalho em torno de 1,0 segundos por metro linear, cada hectare necessitará, aproximadamente, de 25 minutos para subsolagem das linhas. Considerando 40 segundos para manobras, supondo 30 manobras por hectare, seriam gastos 20 minutos por hectare para esse fim, ainda por precaução, para compensar áreas com micro relevos e desvio de árvores, foi considerado em torno de 30 % a mais de tempo gasto. Diante disso, será considerado um total de 60 minutos por hectare.

Para uma disponibilidade mecânica de 6 horas/dia, e disponibilidade de hora trabalhada em torno de 4 horas/dia, média considerada razoável para tratores deste porte, um equipamento teria condições de subsolar 4 hectares por dia ou 1,0 hectares por hora efetivamente trabalhada na atividade subsolagem.

O consumo de diesel do equipamento gira em torno de 7 litros por hora, ao pensar nos deslocamentos, pode-se considerar 6 horas de consumo ao dia, o que representa 42 litros de diesel /dia.

Um consumo de 42 litros de combustível por dia para subsolar 4 hectares representa um consumo específico de combustível da ordem de 10,5 litros / hectares. Para subsolar 80% dos 1486 hectares, o que equivale a 1189 hectares, seria necessário 12.485 litros de diesel, que a um valor de R\$ 3,50 reais por litro teremos um custo de R\$ 43.687,00 com combustível.

Foi considerado salário mensal com mão de obra em torno de R\$ 7.348,00 considerando encargos sociais. O prazo previsto para execução do projeto em 1189 hectares, incluindo deslocamentos, é de 297 diárias ou 13,5 meses, o que necessita de um valor de R\$ 99.198,00 para executar o projeto.

Para manutenção foi considerado um custo de R\$ 25,00 por hora trabalhada que multiplicado por 1782 horas equivale a R\$ 44.550,00 para o projeto.

Em relação ao custo de depreciação foram considerados aquisição de um trator traçado a um custo unitário de R\$ 160.000,00, uma caminhoneta pickup Strada cabine dupla para transporte de equipamentos e pessoal no valor de R\$ 60.000,00 e 1 subsolador a um custo de R\$ 16.5000,00. A aquisição dos bens representa um custo total de R\$ 236.500,00 com um tempo de depreciação em torno de 10.000 horas, temos um custo equivalente à depreciação de R\$ 23,65 por hora que multiplicado por 1782 horas dará um valor de R\$ 42.144,00 (tabela 3).

Tabela 3: Estimativas de custos do projeto.

| Custo combustível | Custo de Manutenção | Custo Mão de obra | Depreciação Equipamentos | Total |
|-------------------|---------------------|-------------------|--------------------------|----------------|
| R\$ 43.687,00 | R\$ 44.550,00 | R\$ 99.198,00 | R\$ 42.144,00 | R\$ 229.579,00 |

Com objetivo de avaliar a eficiência da subsolagem para infiltração de água no solo, foi realizado um monitoramento em uma das propriedades subsolada. Durante os testes foi constatado um aumento de 33 cm na coluna de água, 22 dias depois de realizada a atividade. No dia 15/12/2019 o nível da coluna de água da cisterna subiu para 56 cm (tabela 4). Nesse período houve um volume de precipitação de 211,8 mm distribuídos em 31 dias.

Tabela 4: Monitoramento do nível de uma cisterna situada à jusante de uma subsolada.

| Monitoramento nível de cisterna em área a jusante da subsolagem | | |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Data | Profundidade do NA do poço (m) | Altura do nível de água (cm) |
| 06/11/2018 | 2,95 | 10 |
| 28/11/2018 | 2,62 | 43 |
| 15/12/2019 | 2,49 | 56 |

CONCLUSÕES

Diante da demonstração contábil das operações, é possível afirmar que o custo de subsolagem nessa região, com o uso de trator agrícola em áreas de pastagens com até 17° de inclinação é de R\$ 193,09 reais por hectare;

A subsolagem representa uma alternativa viável de conservação de água na bacia do Rio Doce do ponto de vista Técnico, Ambiental, Econômico e Social;

A subsolagem na pastagem é uma alternativa viável para o produtor rural, uma vez que, além do aumento do volume de água infiltrado na propriedade, a atividade não interfere no manejo do rebanho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDURO, F.A.; DORFMAN, R. Manual de ensaios de laboratório e campo para irrigação e drenagem. Brasília: PRONI/MA, 1988. 216p.
- CASSEL, D.K. Subsoiling. Crops and Soils Magazine, v.32, p.7-10, 1979.
- MORIN, J.; VAN WINKEL, J. The effect of raindrop impact and sheet erosion on infiltration rate and crust formation. Soil Science Society of America Journal, v.60, p.1223-1227, 1996.
- REICHARDT, K. Dinâmica da matéria e da energia em ecossistemas. 2.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1996. 513p.
- REICHERT, J.M.; VEIGA, M.; CABEDA, M.S.V. Selamento superficial e infiltração de água em solos do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.16, n.3, p.289-298, 1992.
- TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L.F.S. Por que, quando e como utilizar a subsolagem. Lavoura Arrozreira, v.3, p.34-44, 1980.