

## Evaluation of Methods for Firebreak Construction to Prevent Forest Fire in Cerrado

Francis Barbosa Rocha<sup>1\*</sup>, Geraldo Cesar Zambrzycki<sup>2</sup>, Edilene Silva Ribeiro<sup>2</sup>, Reginaldo Sérgio Pereira<sup>3</sup>

### ABSTRACT

We evaluated four methods of constructing firebreaks in order to prevent the spread of forest fires. The work was performed in a fragment of Cerrado *sensu stricto*, located margin of BR 251, near the border with the Clean Water Farm (FAL), the experimental station of the University of Brasilia (UnB). The treatments involved the construction of firebreak with the use of heat (T1), semi-mechanized mowing (T2), harrowing (T3) and mowing machine (T4). Over the range of Cerrado *sensu stricto* were installed 16 plots of 40 x 50 m (2000 m<sup>2</sup>), randomly distributed, representing the four treatments with four replicates each. In each plot was given the charge of combustible material. The evaluation of the methods was made based on the income earned, and operating costs impacts the ground. The following conclusions could be drawn from the study: (a) the average load of combustible materials found in the area was less than the literature values, (b) the best performance value found medium (ha 0.59 hour<sup>-1</sup>) was to the method of construction of firebreaks with the use of fire, (c) the lowest operating cost was found for treatment with semi-mechanized mowing (US\$ 13.27 ha<sup>-1</sup>), and (d) there was no statistical difference between treatments on soil compaction.

**Keywords:** Soil compaction, soil, implements, operating cost.

## Avaliação de Métodos de Construção de Aceiros Para Prevenção de Incêndios Florestais no Cerrado

### RESUMO

Foram avaliados quatro métodos de construção de aceiros com vistas à prevenção da propagação dos incêndios florestais. A pesquisa foi realizada em um fragmento de cerrado *sensu stricto*, localizado a margem da rodovia BR 251, próxima à divisa com a Fazenda Água Limpa (FAL), na estação experimental da Universidade de Brasília (UnB). Os tratamentos envolveram a construção de aceiro com o uso de fogo (T1), roçada semimecanizada (T2), gradagem (T3) e roçada mecânica (T4). Ao longo da faixa de cerrado *sensu stricto* foram instaladas 16 parcelas, de 40 x 50 m (2000 m<sup>2</sup>), distribuídas aleatoriamente, representando os quatro tratamentos com quatro repetições cada. Em cada parcela foi determinada a carga de material combustível. A avaliação dos métodos foi feita com base nos rendimentos obtidos, custos operacionais e impactos causados no solo. As seguintes conclusões puderam ser extraídas do trabalho: (a) a carga média de material combustível encontrada na área foi menor do que valores de literatura especializada; (b) o melhor valor de rendimento médio encontrado (0,59 ha hora<sup>-1</sup>) foi para o método de construção de aceiro com o uso do fogo; (c) o menor valor de custo operacional encontrado foi para o tratamento com roçadora semimecanizada (US\$ 13,27 ha<sup>-1</sup>); e (d) não houve diferença estatística entre os tratamentos na compactação do solo.

**Palavras-chave:** compactação, solos, implementos, custo operacional.

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Graduando, Engenharia Florestal da UnB, Bolsista PIBIC do CNPq, sicalfbr@gmail.com

<sup>2</sup>Pós Graduando em Ciências Florestais, Programa Manejo Florestal, Universidade de Brasília, UnB

<sup>2</sup>Pós Graduando em Ciências Florestais, Programa Tecnologia da Madeira, Universidade de Brasília, UnB

<sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, UnB.

## INTRODUÇÃO

Dentre as várias perturbações que os biomas do mundo enfrentam, o fogo é um dos que mais causa danos. O emprego do fogo é uma prática comum em regiões de menor tecnificação no meio rural. Essa prática requer uma série de cuidados para não causar desastres ambientais, como incêndios florestais. O fogo pode, acidentalmente, atingir cultivos, pastagens e benfeitorias. Uma fagulha sob condições propícias, como elevadas temperaturas, baixa umidade relativa do ar e vegetação seca, podem deflagrar um incêndio florestal causando graves prejuízos econômicos e ambientais sobre o patrimônio natural.

No Brasil a maior parte dos incêndios florestais tem origem a partir de atividades humanas, seja por falta de cuidado ou negligência ao fazer uso do fogo. Segundo Santos et al., (2006), os incendiários são os principais responsáveis pelos incêndios florestais, seguido pelos incêndios causados pelo uso do fogo para limpeza de terrenos. Os incêndios voluntários ou não, originam grandes perdas tanto em recursos como em vidas humanas, e semeiam a destruição de lugares naturais que demoram muito tempo para se regenerar.

Para evitar ou mesmo amenizar os danos causados pelo fogo, é necessário a adoção de ações de prevenção aos incêndios florestais. Motta et al., (2002) ao estudarem o custo econômico do fogo na Amazônia, em decorrência do fogo acidental em pastagens, avaliou a destruição de cercas, a perda de carbono das florestas e os impactos ambientais. As estimativas mais conservadoras desse estudo indicaram custos médios anuais de US\$ 102 milhões ou 0,2% do PIB total da região para o período 1996-1999, dependendo de como se valora o carbono liberado.

Conforme Batista & Soares (1997), uma das alternativas para se diminuir este risco ou diminuir o potencial de danos dos incêndios é reduzir periodicamente a quantidade de material combustível no interior dos povoados através da construção de aceiros. A abertura de aceiros para a defesa de florestas é a técnica mais preconizada e universalmente utilizada para se evitar o avanço do fogo, é uma prática ambiental em locais onde haja incidência de incêndios e queimadas. No entanto, há uma defasagem de dados técnicos no que diz respeito ao rendimento e aos custos de sua construção.

Sant'Anna et al., (2007) definiu aceiro como sendo faixas de solo exposto, sem vegetação e distribuídas na área florestal, que visam impedir que o fogo entre ou saia de determinada área, limitando os danos que o mesmo possa provocar, podendo sua largura variar entre 5 e 50 metros, dependendo do perigo a que está exposta a área que se deseja proteger.

Para Ribeiro et al., (2006) os aceiros são uma alternativa viável no meio florestal, sendo muito utilizado em Unidades de Conservação e margens de rodovias, representando um valioso instrumento em qualquer plano de proteção contra incêndios florestais. Mas alguns aspectos devem ser levados em consideração quanto à construção do aceiro, como a fragilidade do solo, ao relevo, os recursos financeiros e os vários estratos da vegetação a fim de aumentar a eficiência do aceiro e redução nos custos.

A implantação de aceiros pode ser feita de forma mais aprimorada através do uso de motoniveladoras, roçadoras mecânicas e grades de disco, dependendo das condições de acesso desses equipamentos ao local que se deseja fazer o aceiro, ou pode ser feito de forma mais simples, apenas com o uso de equipamentos manuais como enxada, foice, facão, rastelo, motoserra, machado, e outras ferramentas (SOARES, 1971).

Há ainda a possibilidade do uso do fogo para a construção do aceiro, através da queima controlada. Esta é considerada uma técnica barata e eficiente, desde que sejam tomados cuidados para prevenir que o fogo não atinja áreas adjacentes, como executar a queima contra o vento e manter uma equipe de prontidão para o combate ao fogo caso este saia do controle (FIEDLER et al., 2004).

Assim sendo, o objetivo do trabalho foi levantar dados referentes aos custos demandados nos métodos de construção de aceiros, usualmente, utilizados em Unidades de Conservação do Distrito Federal, bem como avaliar a eficiência e os impactos ambientais no solo proveniente dos mesmos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição da Área de Estudo

O experimento foi conduzido em fragmento de Cerrado *sensu stricto* localizado a margem da rodovia BR 251, próximo à divisa com a Fazenda Água Limpa (FAL), na estação experimental da UnB. A FAL está localizada

entre as coordenadas 15°56' - 15°59' Sul e 47°55' - 47°58' Oeste, a 1.100 m de altitude, em Brasília - DF.

A Fazenda Água Limpa faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) das Bacias do Gama e Cabeça do Veado e tem, no seu interior, a Área Relevante de Interesse Ecológico (ARIE) Capetinga/Taquara, também denominada Estação Ecológica da Universidade de Brasília. O clima da região é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com temperatura máxima de 28,5 °C e mínima de 12 °C. A umidade relativa do ar entre maio e setembro fica abaixo de 70 %, com mínima ocorrendo em agosto, e média de 47%, podendo cair para 15% nos períodos mais secos. A precipitação média anual é de 1.600 mm, com pronunciada estação seca de junho a setembro.

A vegetação predominante na FAL é o cerrado *sensu stricto*, que ocupa 1.480 ha, mas existem também, áreas cobertas por diversas fitofisionomias, variando desde campo limpo até matas de galeria. O tipo de solo predominante na área é o Latossolo Vermelho, pobre em nutrientes e com alto teor de alumínio.

### Caracterização do Experimento

O experimento foi instalado à margem da rodovia BR 251, próximo à divisa com a FAL, ao longo de uma faixa de cerrado *sensu stricto* com extensão de 8.000 m. No local foram instaladas 16 parcelas, de 40 x 50 m (2.000 m<sup>2</sup>),

distribuídas aleatoriamente ao longo da faixa de Cerrado (Figura 1).

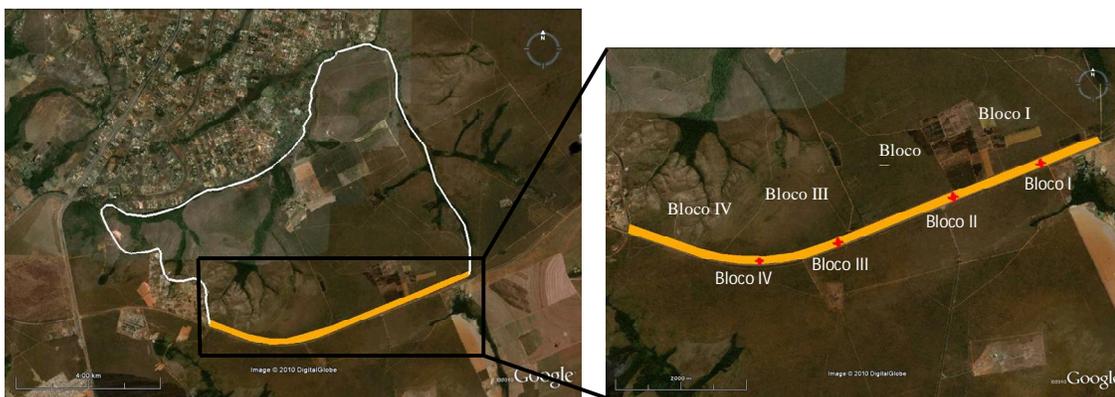
Foram implantados 4 tratamentos diferentes, aplicados aleatoriamente entre as 16 parcelas, conforme Figura 2. Ao total foram amostrados 32.000 m<sup>2</sup> de área, sendo 0,2 ha por parcela. O delineamento estatístico adotado foi casualizado.

No experimento foram avaliados o rendimento e os custos para a construção de aceiros, bem como, o grau de compactação do solo, antes e após a construção de aceiro pelos seguintes métodos: fogo controlado (T1); roçada semimecanizada (T2); grade grande média com trator agrícola com lâmina frontal (T3); e roçada mecânica hidráulica com trator agrícola (T4).

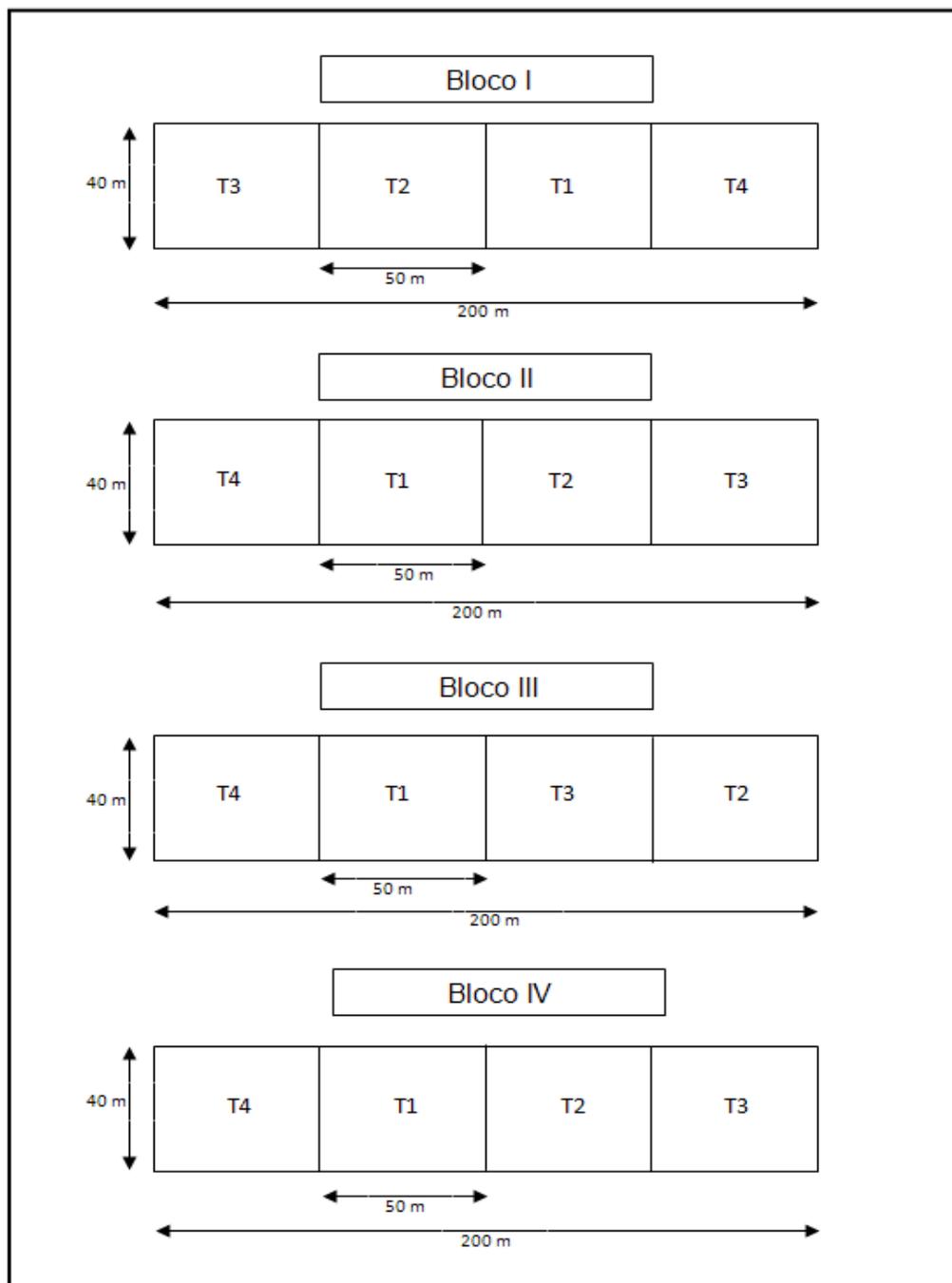
### Quantificação de Material Combustível

A coleta do material combustível, composto principalmente de capim *Andropogon sp.*, procedeu-se com a retirada de amostras de vegetação no centro de cada parcela, em uma área de 1 x 1 m, totalizando 16 amostras coletadas.

Essas amostras foram pesadas, secas em estufa com circulação de ar a temperatura de 50°C, durante sete dias, e determinado seus teores de umidade e matéria seca. Depois de obtidos esses resultados, os valores médios de umidade e matéria seca para cada tratamento foram então extrapolados para área total do experimento.



**Figura 1.** Mapa com a localização das parcelas próximo a divisa da FAL/UnB.



T 1 – Tratamento 1 – Aceiro com fogo controlado;  
 T 2 – Tratamento 2 – Aceiro com roçadeira costal (semimecanizado);  
 T 3 – Tratamento 3 – Aceiro com grade média acoplada a trator agrícola (mecanizado);  
 T 4 – Tratamento 4 – Aceiro com roçadeira hidráulica acoplada a trator agrícola (mecanizado).  
**Figura 2.** Delineamento do experimento.

### **Avaliação dos Rendimentos Operacionais**

Para a determinação da produtividade das operações de construção de aceiros foram calculadas as horas efetivas (he) de trabalho gastas, em cada tratamento, com base no número total de horas trabalhadas menos as interrupções operacionais. Para tanto, foram realizados estudo de tempos e movimentos, conforme metodologia proposta por Barnes (1977), em todas as etapas de construção de aceiros, tanto manuais como mecanizadas e com o uso do fogo. Foram cronometrados os tempos gastos, em segundos, para a realização do trabalho. Cada tratamento teve formulário específico referente ao seu ciclo operacional.

Os materiais utilizados foram: (a) prancheta, caneta e formulários específicos; e (b) cronômetro digital sexagesimal da marca Ultrak, modelo 480. O método de medição dos tempos foi o contínuo, onde não se deteve o cronômetro para a marcação dos tempos.

No Tratamento 1, parcela destinada à construção de aceiro com o uso do fogo, a área foi queimada a partir das suas bordas em direção ao centro parcela, registrando-se o tempo para queima total da vegetação na parcela e o tempo de rescaldo. Considerou-se, portanto, ciclo único.

No Tratamento 2, parcela destinada à construção de aceiro com o uso de roçadora costal, a parcela foi subdividida em subparcelas de 5 x 5 m, e cada ciclo foi considerado o tempo gasto para ser roçada cada subparcela, totalizando 80 subparcelas por parcela.

Nos demais tratamentos (Tratamentos 3 e 4) para cada ciclo foi considerado o tempo decorrido entre a passagem do trator, de forma efetiva, perpendicularmente a borda menor da parcela até a borda oposta, mais o tempo para manobra para iniciar o ciclo seguinte.

Com os resultados obtidos, foram calculados os tempos médios da construção de aceiro para cada parcela, dado a heterogeneidade dos dados.

### **Avaliação Econômica**

Para a avaliação econômica foram considerados os seguintes custos operacionais: (a) aceiro semimecanizado e mecanizado - foram utilizados os custos de aluguel de trator e implemento agrícola e de roçadora costal, contabilizados em US\$ he<sup>-1</sup> (horas efetivas); (b) aceiro com fogo - os custos envolveram gastos com mão de obra, equipamentos de

combate (abafador, bomba costal, pinga-fogo etc.) e o custo com caminhão-pipa, ambos em US\$ he<sup>-1</sup>. Os preços referem-se aos valores vigentes na cidade de Brasília, atualizadas no mês de novembro de 2012. A cotação do dólar correspondeu a R\$ 1,68. Para a construção do aceiro pelo método mecanizado foi empregado somente um trator com implemento agrícola. Para o método semimecanizado foram utilizados três operadores com roçadoras costais e para o método com o uso do fogo, sete brigadistas e um caminhão-pipa.

### **Avaliação dos Impactos no Solo**

Foram coletadas amostras de solo na área de estudo com o auxílio de um trado tipo holandês, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, em três pontos por parcela, um no lado superior esquerdo, outro no centro e um no lado inferior direito, totalizando 18 pontos de coleta.

Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar por um período de 72 horas. Em seguida, foram destorroadas e passadas na peneira de abertura nominal de 4,8 mm. A caracterização física do solo foi realizada no laboratório de geotecnia da UnB através dos seguintes procedimentos e determinações: (a) análise granulométrica (ABNT - NBR 7181, 1984a); e (b) massa específica dos grãos de solos (ABNT - NBR 6508, 1984b).

Para a classificação do solo local foi empregado o método do triângulo textural, proposto por Lemos e Silva (1996), de acordo com os resultados obtidos na análise granulométrica.

Para a avaliação dos impactos no solo procedeu-se à determinação da resistência do solo à penetração, através de um penetrômetro de impacto, modelo IAA/Planalsucar, em que a massa de impacto de quatro quilos sofreu uma queda livre de 19,6 cm.

Os resultados obtidos em impactos dm<sup>-1</sup> foram convertidos para resistência do solo à penetração (RP), por meio da seguinte equação proposta por Stolf (1991), modificada para a altura de queda de 19,6 cm e área da ponteira de 1,27 cm<sup>2</sup>:

$$RP = 5,67 + 3,43N \text{ (impactos } dm^{-1}\text{)}$$

Em que:

RP = resistência do solo à penetração, em kgf cm<sup>-2</sup>; N = número de impactos para atingir 5 centímetros de profundidade no solo.

Os valores de RP, em  $\text{kgf cm}^{-2}$ , foram convertidos para MPa (megapascal), multiplicando-se o resultado obtido pela constante 0,098.

Os valores para resistência do solo à penetração foram obtidos antes e após da execução dos tratamentos, juntamente com os teores de umidade no momento da coleta dos dados com o penetrômetro. A coleta das amostras de solo foi realizada na diagonal do um retângulo de 50x40 m. Em cada diagonal dos retângulos, foram coletadas três amostras, com uma coleta em uma das extremidades, equidistante 5 m do canto da parcela, uma no centro do retângulo e outra na extremidade oposta, também equidistante 5 m do canto da parcela, conforme Figura 3. No total foram coletados 48 pontos antes e após os tratamentos, para as profundidades de 0 a 50 cm, fazendo-se anotações a cada 5 cm.

Os teores de umidade do solo foram obtidos com coletas de duas amostras compostas à profundidade de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm, seguindo o mesmo procedimento do penetrômetro: uma coleta em uma das

extremidades da parcela, uma no centro, e a terceira na extremidade oposta, totalizando 2 amostras por parcela. O teor de umidade do solo foi calculado em base úmida, mediante a seguinte equação:

$$U = \frac{m_u - m_s}{m_u}$$

Em que,

U = teor de umidade, em %;

$m_u$  = massa úmida da amostra, em g;

$m_s$  = massa seca da amostra, em g.

### Análise dos Dados

Os dados de rendimentos e de resistência do solo à penetração foram analisados com o auxílio do programa SPSS *Statistics* versão 17.0. Foi realizada a análise de variância com os valores obtidos, para verificar a existência de diferenças estatísticas entre os valores encontrados para cada tratamento. Foi utilizado o teste de Tukey, estabelecido um nível de probabilidade de 95 % de confiabilidade.

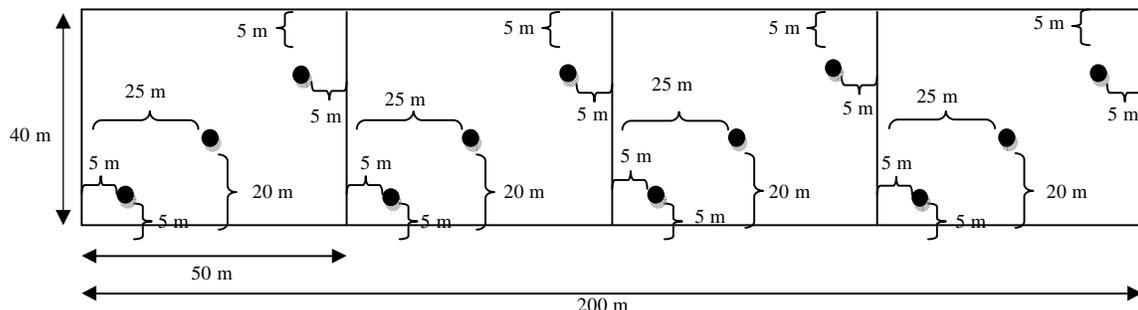


Figura 3. Método de coleta dos dados com o penetrômetro de impacto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Carga de Material Combustível

A carga média total de combustível em cada tratamento, resultado da soma dos combustíveis secos (mortos), verdes (vivos) e miscelânea, encontra-se na Tabela 1. Notou-se variação tanto entre tratamentos quanto dentro de cada parcela. Os valores oscilaram de 2,93 t  $\text{ha}^{-1}$  (mínimo) a 10,30 t  $\text{ha}^{-1}$  (máximo), com média de 6,60 t  $\text{ha}^{-1}$ .

Oliveira (2008) encontrou como valor médio 12,07 t  $\text{ha}^{-1}$ , como sendo a carga de

combustíveis florestais em cerrado *sensu stricto*. Em reflorestamento de *Araucária angustifolia*, Beutling (2005) encontrou valores de 15,84 t  $\text{ha}^{-1}$  para plantio de 24 anos e 14,81 t  $\text{ha}^{-1}$  para plantio de 25 anos. Mello (2005), em estudo realizado no Parque Nacional do Iguaçu, encontrou 11,96 t  $\text{ha}^{-1}$  de material combustível para floresta ombrófila mista e 11,51 t  $\text{ha}^{-1}$  em floresta estacional semidecidual. Os teores de umidade do material combustível (Tabela 1).

**Tabela 1. Carga média total e umidade do material combustível na área de estudo**

Parcela	Tratamento							
	1		2		3		4	
	C (t ha <sup>-1</sup> )	W (%)	C (t ha <sup>-1</sup> )	W (%)	C (t ha <sup>-1</sup> )	W (%)	C (t ha <sup>-1</sup> )	W (%)
1	7,13	32,52	4,84	36,87	7,48	37,04	2,93	33,52
2	3,99	46,18	13,38	41,38	10,30	51,99	4,12	43,62
3	5,98	53,27	5,41	45,77	3,90	44,62	4,61	48,40
4	5,24	58,70	10,04	55,25	9,00	48,95	7,26	65,79

Nota: C - carga de material combustível; e W - umidade do material combustível.

### Avaliação Técnica

Na Figura 4 observa-se que o método de construção de aceiro com o uso do fogo controlado foi o que gastou o menor tempo médio para execução (20,88 minutos) e consequentemente o que obteve o melhor rendimento médio (0,59 ha hora<sup>-1</sup>). Ressalta-se que as condições climáticas eram bastante favoráveis na época da queimada controlada, principalmente o fator vento que facilitou a propagação do fogo ao longo das parcelas. O pior rendimento foi observado no tratamento 2, referente a aceiro feito com roçadora costal, com valor médio de 0,22 ha hora<sup>-1</sup>.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do teste Tukey para os valores de rendimentos obtidos em cada tratamento. Não houve diferença significativa, ao nível de 5 % de probabilidade, entre os tratamentos 1 (aceiro com fogo) e 4 (aceiro com roçada mecânica), visto que, os rendimentos médios obtidos foram bem próximos. O valor de rendimento médio encontrado para o tratamento 2 (aceiro semimecanizado) diferiu significativamente dos valores dos demais tratamentos.

### Avaliação Econômica

Na Tabela 3 encontram-se os valores dos custos operacionais da construção de aceiro

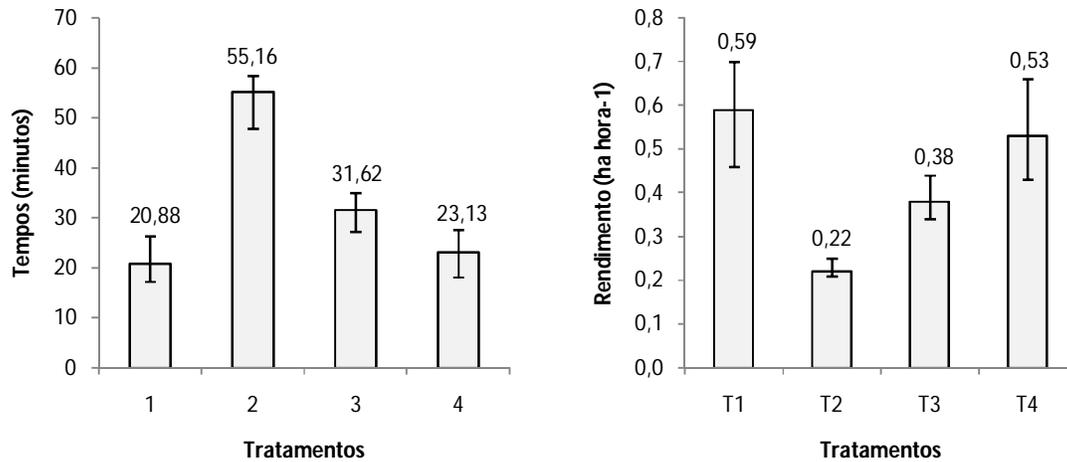
para cada tratamento. Para o aceiro feito com fogo (T1) foram considerados todos os custos referentes à infraestrutura necessária para o controle do fogo. Esses envolveram custo de aluguel de um caminhão-pipa (5.000 L), equipe de combate constituída por sete brigadistas e outros custos inerentes a equipamentos de proteção individual e de combate, ambos contabilizados em dólares por hora efetiva de trabalho (US\$/he). Os custos com roçadeira semimecanizada (T2) foram obtidos pela soma dos custos operacionais estimados, envolvendo depreciação, juros, consumo de combustível etc., mais os custos com mão-de-obra, nesse caso com três operadores. Os custos com mão-de-obra foram obtidos na FAL. Os custos dos tratamentos 3 e 4, que envolveram trator agrícola com implemento (roçadeira mecanizada ou grade) foram obtidos no mercado através do valor pago pelo aluguel do trator e implemento.

Considerando-se as premissas acima, os custos operacionais para o tratamento 2 (US\$ 13,27 he<sup>-1</sup>) foram bem inferiores aos valores encontrados para os demais tratamentos. Ressalta-se que nem sempre a queima controlada é realizada com a estrutura considerada nesse trabalho. Portanto, os valores podem estar superestimados.

**Tabela 2. Resultado do teste de Tukey para os rendimentos (ha hora<sup>-1</sup>)**

Tratamento	Rendimentos Médios (ha/hora)
T1	0,59 <sup>a</sup>
T4	0,53 <sup>ab</sup>
T3	0,38 <sup>b</sup>
T2	0,22 <sup>c</sup>

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5 % de significância.



**Figura 4.** Valores médio, máximo e mínimo do estudo de tempos e movimentos: (a) tempos totais (minutos); e (b) rendimentos (ha hora<sup>-1</sup>).

### Avaliação dos Impactos no Solo

Na Tabela 4 encontram-se os resultados dos ensaios de caracterização e classificação das amostras de solo. Notou-se que a porcentagem de argila variou de 65,7 a 70,8 % entre as profundidades. As porcentagens de areia e silte foram maiores na profundidade de 0-20 cm.

Observa-se também que nas amostras de solo de 0-20 cm a massa específica dos grãos ( $\gamma_s$ ) foi ligeiramente menor que as mesmas amostras na profundidade 20-40 cm. Entretanto, estes valores estão abaixo do encontrado para solos no Brasil, possuindo minerais leves (KIEHL, 1979). Costa (2004), porém, mencionou que nos solos minerais a densidade real situa-se em torno de 2,65, mas pode ser inferior a isto no caso de horizontes com teor de matéria orgânica relativamente

alto, dado que a matéria orgânica possui densidade real menor que as partículas minerais.

Com relação à classificação dos solos, as mesmas foram caracterizadas como muito argilosas, sem distinção de profundidades.

Na Figura 5 é apresentado o comportamento do solo no que se refere ao fenômeno de compactação. Observa-se que os valores médios de resistência à penetração (RP) foram aumentando gradativamente em função da profundidade do solo até a camada de 25 cm. A partir desse ponto, ocorreu decréscimo da resistência até a camada de 50 cm. Esse comportamento ocorreu em todos os tratamentos. Resck (2005) relatou que a RP aumenta com a profundidade do solo no Cerrado.

**Tabela 3.** Custos operacionais da construção de aceiro (US\$/he)

Tratamento	Custos (US\$/he)					TOTAL
	Caminhão Pipa	Trator + Implemento	Mão de Obra	Roçadeira Costal	Outros	
T1	47,62	-	30,31	-	1,96	79,89
T2	-	-	-	12,43	0,84	13,27
T3	-	71,43	-	-	-	71,43
T4	-	71,43	-	-	-	71,43

**Tabela 4.** Índices físicos e classificação dos solos

Profundidade de coleta (cm)	0-20	20-40
Propriedades analisadas	Composição (%)	
Argila ( $\Phi \leq 0,002$ mm)	65,7	70,8
Silte ( $0,002 < \Phi \leq 0,06$ mm)	15,8	13,4
Areia ( $0,06 < \Phi \leq 2$ mm)	18,5	15,8
$\gamma_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	2,66	2,69
Classificação textural	Argilosa	Argilosa

Os valores máximos de resistência à penetração (RP) observados foram superiores a 8,0 MPa sempre na camada de 30 cm. Segundo Zou et al., (2000), valores de RP superiores a 3,0 MPa são considerados limitantes ao desenvolvimento das espécies florestais. Pelos resultados obtidos a partir da camada de 10 cm de profundidade no solo até a camada de 50 cm foram observados valores superiores a 3,0 MPa. Pinheiro (2008) avaliando a RP em Cambissolo no Cerrado observou valores menores de 3,0 MPa. Moraes (2009), avaliando a RP em Latossolo em Cerrado submetido a distúrbios antrópicos, também, não observou valores de RP superiores a 3,0 MPa.

Não houve diferença significativa ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste Tukey, entre os valores de RP determinados antes e após a execução dos tratamentos e nem entre tratamentos. Como a área de estudo foi próxima à rodovia e pelo fato de no passado ter sido utilizada como área de empréstimo, acredita-se que o nível de compactação do solo tenha atingido o seu máximo valor. Ressalta-se também, que todo o ano é realizado o aceiro com fogo, o que pode estar contribuindo para a compactação do solo.

Concomitantemente às leituras de RP foram tomados dados do teor de umidade do solo. Observou-se—no perfil analisado, esse teor

variou pouco entre as profundidades, conforme pode ser observado na Tabela 5. As discrepâncias de valores obtidos entre 19,08 a 25,55 % podem estar associadas à época de amostragem e ao período do dia (manhã ou tarde) em que foi coletado.

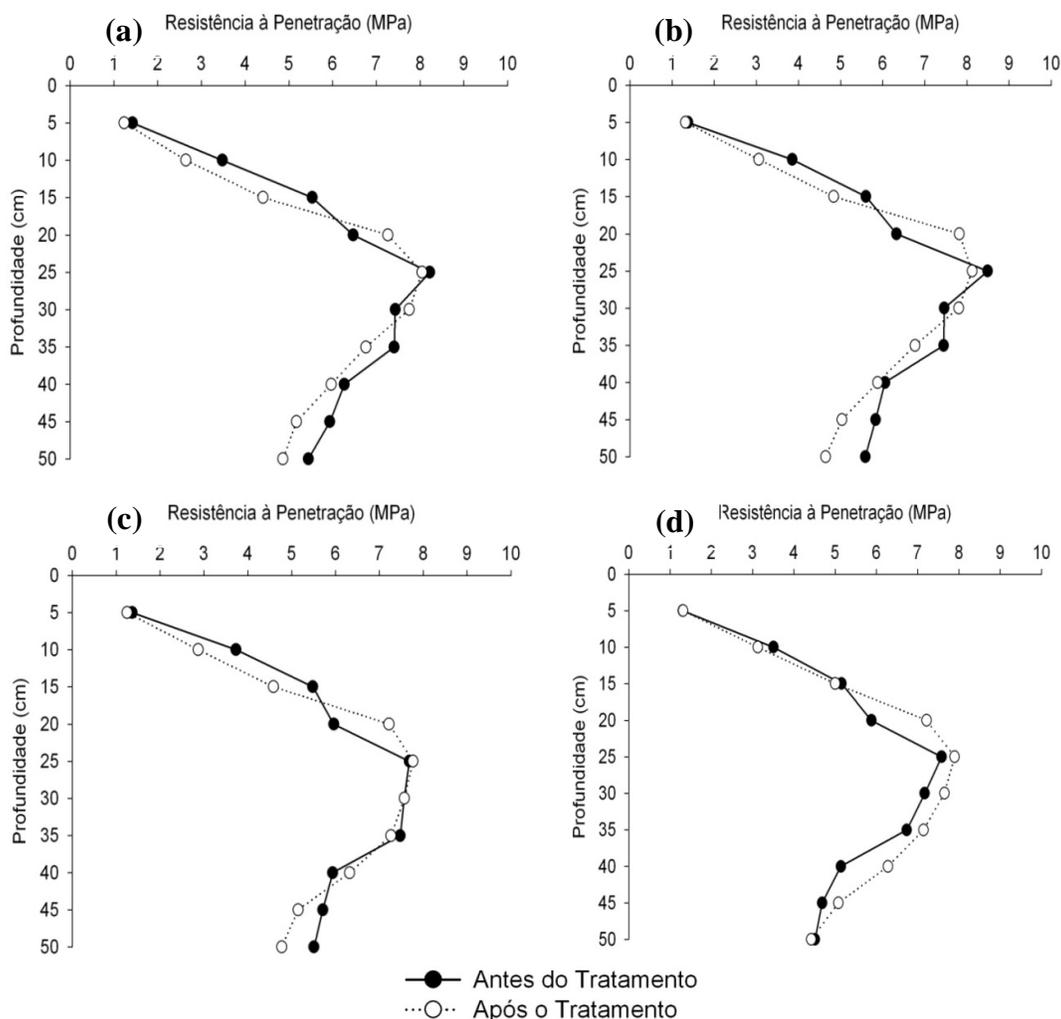
Os solos com baixos teores de água têm maior resistência à compactação, devido a sua maior capacidade de suporte de carga (KONDO; DIAS JÚNIOR, 1999). Seixas (2000) observou que o aumento do teor de água do solo resultou em redução da densidade do mesmo, causando destruição da estrutura do solo.

### CONCLUSÕES

As seguintes conclusões puderam ser extraídas do trabalho: (a) a carga média de material combustível encontrada foi menor do que valores de literatura especializada; (b) o melhor valor de rendimento médio encontrado (0,59 ha/hora) foi para o método de construção de aceiro com uso do fogo; (c) o menor valor de custo operacional encontrado foi para o tratamento com roçadeira semimecanizada (US\$ 13,27  $he^{-1}$ ); (d) o solo da área de estudo apresentou-se com textura predominantemente argilosa, não diferindo entre as profundidades analisadas; e (e) não houve diferença estatística entre tratamentos na compactação do solo.

**Tabela 5.** Variação da umidade higroscópica na área de estudo

Profundidade (cm)	Teor de Umidade (%)		
	Mínimo	Médio	Máximo
0-20	19,08	20,21	25,55
20-40	19,94	20,85	21,59



**Figura 5.** Comportamento da compactação do solo em função da profundidade: (a) T1; (b) T2; (c) T3; e (d) T4.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo - **Análise Granulométrica** - Procedimento. Rio de Janeiro, ABNT, 1984a. 13 p., NBR 7181.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Solo - **Determinação da massa específica dos grãos**. Rio de Janeiro, ABNT, 1984d. 6 p. NBR 6508.

CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO DISTRITO FEDERAL (CBMDF). Ocorrências de incêndios florestais - subseção de estatística. 2000. BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. Manual de prevenção e combate a incêndios florestais. FUPEF, 1997. 50p.

BEUTLING, A. **Caracterização para modelagem de material combustível superficial em**

**reflorestamentos de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze.** Curitiba, 2005, 126 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

COSTA, E. P.; FIEDLER, N. C.; MEDEIROS, M. B.; WANDERLEY, F. B. Incêndios florestais no entorno de unidades de conservação – estudo de caso na estação ecológica de Águas Emendadas, Distrito Federal. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 195-206, abr.-jun. 2009.

FENNER, P.T. Compactação do solo. In: MACHADO, C.C. (Ed.). **Colheita Florestal**. 2ª Ed. Viçosa: UFV, p. 388-409, 2008.

FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F. Efeitos de Incêndios Florestais na Estrutura e Composição Florística de uma Área de Cerrado

Sensu Stricto na Fazenda Água Limpa – DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, p. 129-138, 2004.

LACERDA, M. P. C.; BARBOSA, I. O.; CAMPOS, P. M.; PAPA, R. A. Utilização de sensoriamento remoto para o estabelecimento de relações entre vegetação nativa e classes de solos em mapeamento pedológico, Distrito Federal. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais...** Florianópolis – SC, p. 3991-3996, 2007.

LAGARES, R. O. **Análise da Efetividade e Eficácia do Plano de Prevenção e Combate a Incêndios Florestais no Distrito Federal**. Brasília: UnB – Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS), 2007. 181 p.: il. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável). Universidade de Brasília, 2007.

MELO, L.A.M.N. **Modelagem de combustíveis florestais no parque nacional do Iguaçu, Paraná, Brasil**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Paraná.

MOTTA, R. S. da, MENDONÇA, M. J. C., NEPSTAD, D., DIAZ, M. del C. V., ALENCAR, A., GOMES, J. C., ORTIZ, R. A. O custo econômico do fogo na Amazônia. Rio de Janeiro : IPEA, 2002. 42p. (Texto para discussão ; n. 912)

RIBEIRO, G. A.; LIMA, G. S.; OLIVEIRA, A. L. S.; CAMARGO, V. L.; MAGALHÃES, M. U. Eficiência de um retardante de longa duração na redução da propagação do fogo. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 6, p. 1025-1031, 2006.

SANT'ANNA, C. M.; FIEDLER, N. C.; MINETTE, L. J. **Controle de incêndios florestais**. Alegre-ES: UFV. 2007. 152 p.

SANTOS, J. F.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Perfil dos incêndios florestais no Brasil em áreas protegidas no período de 1998 a 2002. **Revista Floresta**, v. 36, n. 1, p. 93-100, 2006.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO DISTRITO FEDERAL (SEMARH) – BRASÍLIA. **Caderno técnico: prevenção e combate aos incêndios florestais em Unidades de Conservação**. Brasília, DF: Athalaia Gráfica e Editora, p. 96, 2004.

SEIXAS, F. Avaliação da compactação de solos e sua influência na produtividade e qualidade da floresta. In: MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P.; COUTO, L.; MINETTI, L.J. (Eds). **4º Simpósio brasileiro sobre colheita e transporte florestal**. Viçosa: SIF, p. 14-35, 1999.

SEIXAS, F. Efeitos físicos da colheita mecanizada de madeira sobre o solo. In: José Leonardo de Moraes Gonçalves; José Luiz Stape. (Org.). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002, p. 313-350.

SILVA, J. C.; FIEDLER, N. C. Risco de incêndios florestais e sua principais causas em unidades de conservação do Distrito Federal. **Revista Brasil Floresta**, n. 76, abr. 2003.

SOARES, R. V. **Prevenção de incêndios florestais** - II. Técnicas preventivas, Revista Floresta, v. 3, n. 1, p. 43-49, 1971.

SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, v. 30, n. 1/2, p. 11-21, 2005.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de fórmulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 3, p. 229-235, 1991.

Recebido: 05/08/2013  
Received: 08/05/2013

Aprovado: 20/10/2013  
Approved: 10/20/2013