

JOASILDO DE MORAIS SANTOS

VIABILIDADE DO TRATAMENTO PRESERVATIVO DE MOIRÕES
DE ALGAROBA (Prosopis juliflora D.C.), PELO
MÉTODO DE BOUCHERIE.

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Florestal.

PATOS - PB

1992

Viabilidade do tratamento preservativo de moirões
de algaroba (Prosopis juliflora D.C.), pelo
Método de Boucherie.

Monografia Submetida à Consideração da Comissão Exa-
minadora como Requisito Parcial à Obtenção do Título
de
Engenheiro Florestal
no
Curso de Engenharia Florestal da
Universidade Federal da Paraíba

Aprovada:

Prof. MSc. Paulo de Mello Bastos
Primeiro Examinador

Prof. José Augusto de Lira Filho
Segundo Examinador

Prof. MSc. Juarez Benigno Paes
Orientador



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Quero deixar aqui meus agradecimentos a Deus, aos meus pais e irmãos, mestres e amigos que, de uma forma ou de outra, contribuíram, direta ou indiretamente, para finalização do meu Curso; ao prof. Juarez Benigno Paes, meu orientador, pelo inestimável empenho em ver este trabalho monográfico concluído.

SUMÁRIO

	pág.
RESUMO	iv
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 - Origem e Introdução da Algaroba no Brasil	2
2.2 - Características Dendrológicas e Tecnológicas da Madeira..	2
2.3 - Processo de Boucherie	3
2.4 - Avaliação da Tratabilidade da Madeira	5
2.4.1 - Penetração do preservativo na madeira	5
2.4.2 - Absorção e retenção do preservativo na madeira	6
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1 - Procedência e Coleta da Madeira	7
3.2 - Seleção e Preparo dos Moirões	8
3.3 - Preparo da Solução Preservativa	8
3.4 - Tratamento Preservativo dos Moirões	8
3.5 - Análises e Determinações de Laboratório	9
3.5.1 - Determinação do volume de madeira tratável dos moirões..	9
3.5.2 - Determinação do teor de umidade dos moirões	10
3.5.3 - Secagem dos moirões tratados	10
3.5.4 - Amostragem dos moirões tratados	10
3.6 - Análises Químicas das Amostras	11
3.7 - Análises Estatísticas	12
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 - Características da Madeira Submetida ao Tratamento Preser- vativo	13
4.2 - Absorção e Retenção Nominal do Preservativo nas Peças ...	13
4.3 - Distribuição do Preservativo na Madeira	16
4.4 - Penetração do Produto Preservativo na Madeira	20
4.4.1 - Efeito da inclinação da rampa no tratamento das peças .	20
4.4.2 - Penetração do produto preservativo em relação às posições nas peças	23
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	24
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
APÊNDICES	27

RESUMO

Nesta pesquisa, verificou-se o efeito da declividade da rampa, no tratamento preservativo de moirões de algaroba (Prosopis juliflora D.C.), empregando-se o método de Boucherie modificado, o qual é pouco difundido no Brasil, mas é facilmente operacionalizado a nível de propriedade rural.

A tratabilidade dos moirões foi avaliada através da penetração e distribuição do preservativo CCB ao longo das peças.

Observou-se que tanto a penetração quanto a distribuição foram mais homogêneas e satisfatórias na parte inferior dos moirões. A relação alburno/cerne e o teor de umidade dos moirões são fatores fundamentais para se obter boa tratabilidade dos moirões.

A variação da declividade da rampa de tratamento não causou efeito significativo na tratabilidade da madeira.

1 - INTRODUÇÃO

A exploração intensiva e desenfreada de espécies nativas de boa durabilidade natural, usadas para a confecção de cercas e em outras finalidades nas propriedades rurais, conduziu à escassez dessas espécies em vários locais, onde sua ocorrência era abundante. Com a redução da população dessas espécies, o homem teve que explorar outras menos duráveis, principalmente aquelas provenientes de reflorestamentos.

Assim, a madeira da algarobeira, planta do gênero *Prosopis*, que foi introduzida na Região Nordeste, na década de 40, passou a ser utilizada nas propriedades rurais em várias benfeitorias.

Como essa espécie, em idade jovem, caracteriza-se por apresentar alta porcentagem de madeira de alburno, o que a torna susceptível ao ataque de organismos xilófagos, há necessidade de preservá-la, a fim de aumentar sua vida útil em serviço. Desta forma, a madeira foi tratada pelo método de Boucherie modificado, porque este é um método simples e de fácil aplicabilidade no meio rural.

Devido à carência de informações sobre a tratabilidade da madeira de algarobeira e da constatação de ataque de vários organismos xilófagos em cercas instaladas com madeira dessa espécie, foi desenvolvido o presente estudo com os seguintes objetivos:

- verificar a viabilidade do método de Boucherie na tratabilidade da madeira da algarobeira (*Prosopis juliflora* D.C.);
- observar o efeito da inclinação da rampa de tratamento na penetração e distribuição do preservativo CCB nas peças tratadas;
- e,
- avaliar o efeito da relação alburno/cerne e da umidade dos moirões na tratabilidade da madeira.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Origem e Introdução da Algaroba no Brasil

A algarobeira (Prosopis juliflora D.C.) pertence à família Leguminosae, sub-família Mimosaceae. É espécie de ocorrência natural em vários países das Américas do Sul e Central, ocorrendo do norte do Peru ao México (MENDES, 1987 e SOUSA & TENÓRIO, 1982).

As primeiras mudas produzidas no Brasil, com sementes provenientes da região de Piura, norte do Perú (SOUSA & TENÓRIO, 1982), foram plantadas na Região Nordeste, no Município de Serra Talhada, Estado de Pernambuco, em 1942. Em 1947, foi introduzida no Município de Angicos, Estado do Rio Grande do Norte. No Ceará e nos demais Estados do Polígono das Secas, os plantios ocorreram a partir de 1954 (AZEVEDO, 1961; BRAGA, 1976; GOMES, 1968 e MENDES, 1987).

2.2 - Características Dendrológicas e Tecnológicas da Madeira

A algarobeira é árvore de 6 a 15 metros de altura, com diâmetro de copa variando de 8 a 12 metros (AZEVEDO, 1984). No entanto, para MENDES (1987), a árvore apresenta altura média de 8 a 12 metros, podendo atingir 18 metros. Suas raízes são superficiais, ocupando os primeiros 40 centímetros do solo, com exceção de sua raiz pivotante, que penetra a grandes profundidades (MENDES, 1987). Seu tronco é curto e tortuoso, podendo atingir 3 a 8 metros de altura (BRAGA, 1976). Entretanto, BARROS et al. (1982) citam que a altura do tronco pode variar de 6 a 9 metros. Porém, para CORRÊA (1926), a altura máxima é de 8 metros. Segundo esse mesmo autor, o diâmetro máximo do tronco é de 45 centímetros, mas AZEVEDO (1984) e SOUSA & TENÓRIO (1982) citam que o diâmetro do tronco pode atingir até 80 centímetros, e BRAGA (1976) afirma que pode atingir 1 metro.

A madeira de algaroba apresenta alburno de coloração amarelo-pálido e cerne vermelho-amarelado ou vermelho-violáceo (CORRÊA, 1926). Segundo BRAGA (1976) e CORRÊA (1926), sua madeira é elástica, pesada, compacta e dura. Apesar dessas características, CORRÊA (1926), afirma que sua madeira apresenta facilidade de ser traba-

lhada e recebe bem tintas e vernizes.

KARLIN & AYERZA (1982) citam como características conhecidas da madeira de algaroba o seu peso, dureza, textura, grã, durabilidade e estabilidade dimensional, apresentando ótimas qualidades para carpintaria e marcenaria.

Drumond et al., citados por MENDES (1987), encontraram para a madeira de algaroba, aos 5 anos de idade, uma densidade média de $0,85\text{g/cm}^3$; 43,05% de rendimento em carvão, com índice de carbono fixo de 74,12% e 1,56% de teor de cinzas. Porém, BARBOSA (1986), utilizando árvores com cerca de 6 anos de idade, encontrou um rendimento em carvão de 32,33%, com índice de carbono fixo de 82,24%, teor de cinzas de 3,62% e um poder calorífico médio superior de 7567,50 cal/g. Além das características energéticas como lenha, carvão e álcool, sua madeira é recomendada para construções de esquadrias, emadeiramento para assoalhos, tábuas, ripas para teto, linhas, caibros, vigas para construções de pontes e móveis rústicos (AZEVEDO, 1961; AZEVEDO, 1984; BRAGA, 1976; CORREIA, 1926; MENDES, 1987 e SOUSA & TENÓRIO, 1982). Apesar das citações de vários autores, quanto à durabilidade da madeira de algaroba, observou-se que cercas instaladas com essa madeira numa fazenda da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária (EMEPA-Pb), no Município de Soledade, estava bastante atacada por fungos e insetos, após o quarto ano de sua instalação.

Assim, o tratamento preservativo de peças roliças de madeira de algaroba, com alta porcentagem de alburno, é necessário para melhorar a vida útil das instalações.

2.3 - Processo de Boucherie

O método de Boucherie consiste no deslocamento da seiva e de sua substituição pela solução preservativa. Esse processo foi patenteado pelo Dr. Boucherie em 1831 (DEON, 1989 e REIMÃO, 1971).

O tratamento da madeira por esse processo baseia-se na carga hidrostática fornecida pela coluna de líquidos e nas forças osmóticas dos elementos constitutivos do lenho vivo (CARVALHO, 1966 e DEON, 1989). ERICKSON (1968) cita que a solução preservativa pode ser aplicada à extremidade da peça por uma câmara de borracha ou plástico. Devido à ação da gravidade ou da pressão hidrostática, a seiva da madeira é expulsa, sendo substituída pela solução

preservativa.

TUSET(1981) afirma que existem duas variantes desse processo: a) uma que usa a pressão hidrostática em pequena escala, utilizando-se câmaras de ar de veículos automotores, onde são colocados vários litros de solução preservativa; e, b) outra que emprega uma pressão hidrostática maior, fornecida por uma coluna de líquidos que vem de depósito elevado a cerca de 10 metros de altura. Essa segunda variante é o processo clássico de Boucherie, e a primeira é uma variação do processo, que foi denominada por CARVALHO (1966) de "método de Boucherie modificado".

O processo de Boucherie é recomendado para aplicação em peças redondas, como pequenos postes para linhas elétricas e telefônicas, estacas e moirões. Devido ao princípio osmótico do processo as peças a serem tratadas devem estar em estado verde e com casca (CARVALHO, 1966; DEON, 1989; ERICKSON, 1968; LEPAGE et al., 1986; dentre outros autores).

Para DEON (1989), o período máximo compreendido entre o abate das árvores e o tratamento das peças não deve exceder a oito dias. Contudo, REIMÃO (1970) afirma que o tempo entre o abate e o tratamento pode ser de até três semanas. Neste caso, as superfícies de corte devem estar protegidas por substâncias protetoras de topo, para que as peças não percam a umidade natural, o que inviabilizaria o processo. Ou ainda, as peças devem ser cortadas com um comprimento suplementar de 15 a 20 centímetros (REIMÃO, 1971). Assim, obtêm-se superfícies de corte recentes, eliminando a perda da umidade através do topo das peças, permitindo, assim, uma impregnação satisfatória das mesmas (PAES, 1991). Mc Quire, citado por REIMÃO (1971), afirma que outro modo de evitar a perda da umidade, seria manter as peças submersas em água, até o início do tratamento.

Segundo DEON (1989), o tempo de tratamento varia com o comprimento das peças, espécies a serem tratadas, natureza do produto preservativo, dentre outros fatores. CARVALHO (1966), usando peças de pinheiro bravo e Eucalyptus sp., com 2,20 metros de comprimento, submetidas a um declive de 0,5 metro, obteve tratamento satisfatório das peças de pinheiro bravo em 4-9 dias, e para o Eucalyptus sp. em 4 dias. Neste tratamento o autor utilizou uma solução de sulfato de cobre com 2-2,5% de concentração.

REIMÃO (1971) empregando o mesmo processo, tratou peças de

Eucalyptus saligna, E. camaldulensis e Cupressus lusitania em rampas com declividade de 20°, 40° e 60°. O autor obteve melhores penetrações e retenções com o declive de 40°, e observou que o tempo de tratamento está relacionado com os preservativos empregados, sendo obtido tratamento satisfatório em 3 dias para as peças de Eucalyptus saligna. Para o Eucalyptus camaldulensis, 2 dias, e para o Cupressus lusitania, o tempo de tratamento variou entre 5-6 dias, quando foi empregado o sulfato de cobre a uma concentração de 3% P/V. Para o "thanalite C", a essa mesma concentração, obteve-se para as espécies mencionadas os tempos de tratamento de 5, 4 e 6 dias.

2.4 - Avaliação da Tratabilidade da Madeira

A literatura especializada faz abordagem sobre penetração, distribuição e retenção de preservativos na madeira e sua importância no comportamento do material posto em serviço.

Segundo HUNT & GARRAT (1967), a eficiência do tratamento é determinada pela profundidade de penetração, distribuição e quantidade do preservativo absorvido e retido pela madeira. Segundo esses autores, a distribuição do preservativo na zona tratada é de menor importância no comportamento das peças. Dentre outros autores, para CARVALHO (1966) e LEPAGE (1970), a eficiência do tratamento preservativo depende, além desses parâmetros, da toxidez do preservativo, sendo a retenção e penetração os parâmetros empregados na determinação da qualidade do tratamento, fornecendo o verdadeiro grau de proteção à madeira.

2.4.1 - Penetração do preservativo na madeira

A penetração é a distância alcançada pelo preservativo em relação ao interior da madeira; sendo considerada boa, quando essa atinge 1,0 a 1,5 centímetros, excelente quando a maiores profundidades e deficiente, quando inferiores (RODRIGUES HERRERA, 1977). Todavia, GALVÃO (1968) classifica como deficitária, quando menor que 0,3 e 1,0 centímetro, e satisfatória, quando maior que 1,0 centímetro.

RODRIGUES HERRERA (1977) cita que, quando a espessura do alburno for inferior a 2,0 centímetros, este deve ser totalmente

impregnado; em madeira com alburno superior a 2,0 centímetros, a penetração deve atingir, no mínimo, 85% de sua espessura. Para esse mesmo autor, a penetração é um bom indicativo do tratamento preservativo, mas não indica o verdadeiro grau de proteção, sendo, pois, necessária a avaliação de sua retenção na madeira tratada.

2.4.2 - Absorção e retenção do preservativo na madeira

Segundo HUNT & GARRATT (1967), a retenção é a quantidade de preservativo retido na madeira, após o tratamento. Para esses autores, a madeira para ser utilizada no meio rural, em contato com o solo, deve apresentar uma retenção de 5 a 16 kg de sais hidrossolúveis/m³ de madeira tratada. Mas, de acordo com a ABNT (1973), Norma P-MB-790, a retenção para o caso específico do CCB, deve ser de 6,5 kg/m³ de madeira tratada.

3 - MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 - Procedência e Coleta da Madeira

As árvores foram abatidas na Fazenda Caicu, no Município de São José de Espinharas (PB), localizado no Polígono das Secas, com latitude de 6°51'S, longitude de 37°20'W e altitude de 250 m, a 333 km da capital João Pessoa (PB). A região apresenta umidade relativa média de 60%, precipitação média anual entre 600 e 1000 mm.

Os moirões foram coletados em povoamento de regeneração natural, com idade de, aproximadamente, 6 anos. No povoamento, algumas árvores poderiam produzir várias peças com dimensões usuais de moirões (figura 1).



FIGURA 1. Árvore bem formada, da qual se poderia obter vários moirões.

Após o abate das árvores, os moirões foram transportados para o local de tratamento.

3.2 - Seleção e Preparo dos Moirões

As peças foram selecionadas em função do diâmetro dos moirões. Utilizaram-se moirões com diâmetros variando entre 6,0 e 9,0 centímetros, os quais foram agrupados para que cada tratamento tivesse, aproximadamente, o mesmo volume de madeira.

Após a seleção, retiraram-se dois discos com cerca de 2,5 centímetros, de cada extremidade dos moirões, ficando estes com 2,0 m de comprimento. Os discos obtidos foram destinados à determinação do teor de umidade e da porcentagem de material tratável das peças.

3.3 - Preparo da Solução Preservativa

O produto preservativo utilizado no preparo das soluções foi um sal hidrossolúvel à base de CCB, conhecido comercialmente por "Osmose CCB". Segundo a Norma P-EB-474 da ABNT (1973), o preservativo apresenta a seguinte composição química:

- Cromo hexavalente, calculado como CrO₃..... 63,5%;
- Cobre, calculado como CuO..... 26,0%;
- Boro, calculado como B (elemento)..... 10,5%.

A solução foi preparada para atender a uma concentração de 3% P/V. Como o produto utilizado apresenta 40% de ingredientes ativos, isto corresponde a uma solução de 1,2% de i. a..

3.4 - Tratamento Preservativo dos Moirões

No tratamento, foi empregado o processo de Boucherie, com a adaptação sugerida por CARVALHO (1966), denominada de processo de "Boucherie modificado". Neste caso, a solução preservativa foi colocada em câmaras de borracha, adaptadas à base das peças. Para permitir boa adaptação das câmaras aos moirões, foram retirados 10 centímetros de casca da base das peças. A fim de se obter boa vedação, as câmaras foram amarradas com ligas de borracha.

Para o tratamento, os moirões foram colocados em rampas com declividade variando de 20°, 30° e 40° (figura 2).

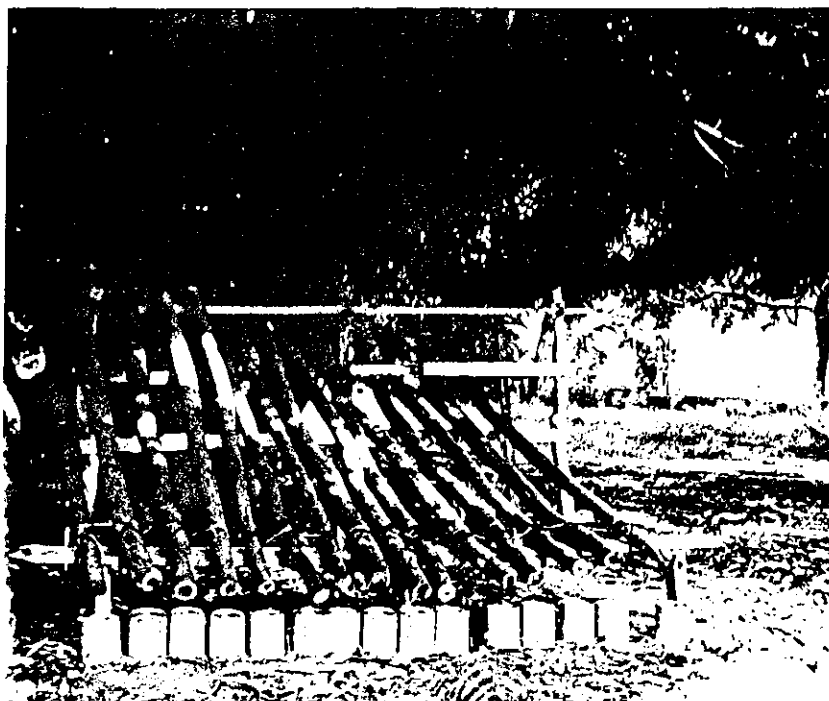


FIGURA 2. Disposição dos moirões nas rampas de tratamento.

Entre o abate das árvores e o início das operações de tratamento dos moirões, foram dispendidas 48 horas.

As câmaras de borracha foram abastecidas conforme a absorção de cada moirão, e o tratamento dado por encerrado após 11 dias de sua instalação. Este tempo foi suficiente para que ocorresse o deslocamento da seiva na maioria dos moirões. O volume de solução absorvido foi anotado, a fim de permitir o cálculo da absorção e retenção nominal do preservativo nas peças.

3.5 - Análises e Determinações de Laboratório

3.5.1 - Determinação do volume de madeira tratável dos moirões

Nos discos retirados da base e topo dos moirões (item 3.2), foram traçadas duas linhas perpendiculares entre si, resultando em dois diâmetros. Com uma régua graduada em milímetros, foi realizada a medição nos discos. Os valores obtidos foram utilizados para o cálculo da espessura do alburno e do volume de madeira tratável dos moirões.

3.5.2 - Determinação do teor de umidade dos moirões

Dos discos obtidos, como citado pelo item 3.2, foi determinada a sua massa úmida, utilizando-se uma balança com 0,001 g de precisão. Em seguida, os discos foram postos em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem massa constante. Após essas operações, determinou-se sua massa seca. De posse destes dados, foi determinado o teor de umidade de cada disco, utilizando-se a fórmula abaixo:

$$U = \frac{Mu - Ms}{Ms} \times 100, \text{ onde:}$$

U = teor de umidade (%);
 Mu = massa úmida (g);
 Ms = massa seca (g).

3.5.3 - Secagem dos moirões tratados

Após o tratamento, com o objetivo de proporcionar boa difusão e fixação do preservativo na madeira, os moirões foram submetidos à secagem ao ar. Os moirões foram empilhados no sentido horizontal, em local sombreado e ventilado. As peças permaneceram nessas condições por 20 dias.

3.5.4 - Amostragem dos moirões tratados

Nos discos retirados dos moirões, foram feitas análises colorimétricas, para a determinação da penetração e distribuição dos elementos que compõem o preservativo "Osmose CCB". Discos de 2,0 centímetros de espessura foram retirados em 5 posições, ao longo dos moirões (figura 3).

Procurou-se, assim, representar a penetração e distribuição do produto preservativo, tanto no sentido casca-medula como também ao longo das peças tratadas.

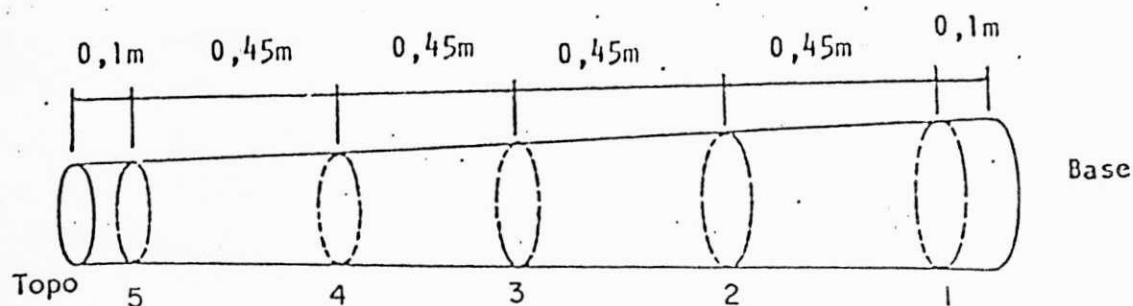


FIGURA 3. Posições onde foram coletados os discos para as análises químicas colorimétricas.

3.6 - Análises Químicas das Amostras

Nos discos obtidos, segundo figura 3, foram demarcados ao acaso, em ambas as faces de cada disco, anteriormente às aplicações das soluções reveladoras dos elementos cobre e boro, dois diâmetros perpendiculares entre si.

A penetração do preservativo foi medida em quatro pontos no disco. Utilizou-se o valor médio dessas medições para determinar a penetração dos elementos cobre e boro, em cada posição nos moirões.

Para essas análises, seguiram-se as recomendações da Norma P-MB-790 da ABNT (1973). Assim, na determinação do elemento cobre, os discos foram pulverizados com solução de cromo-azurol S, que revela uma coloração azul-escuro intensa, na presença do referido elemento. Para o boro, os discos foram pulverizados com uma solução de álcool polivinílico e iodo, revelando coloração azulada na presença desse elemento.

As análises colorimétricas foram comparadas a um "teste em branco", ou seja, em madeira não tratada.

Para análise da distribuição dos elementos, foram confeccionados croquis. Esses foram elaborados com o auxílio de um projetor de "slides". A imagem representativa da distribuição dos elementos químicos nos discos foi transferida para papel vegetal.

3.7 - Análises Estatísticas

Os valores obtidos para a espessura do alburno e do teor de umidade dos moirões foram analisados em relação à média aritmética, ao desvio padrão e ao coeficiente de variação.

Para a penetração do preservativo, foi utilizada análise de variância com arranjo fatorial. A penetração do preservativo foi analisada em cinco posições nas peças. As médias de tais parâmetros foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 99% de probabilidade.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Características da Madeira Submetida ao Tratamento Preservativo

Os resultados obtidos referentes ao volume total, à porcentagem de madeira tratável e ao teor de umidade dos moirões encontram-se na tabela 1.

Observa-se que não houve diferenças significativas entre os volumes de madeira submetidos aos tratamentos. Isto ocorreu devido aos critérios de seleção das peças, tanto no campo como no momento da realização dos tratamentos.

Analisando a tabela 1, nota-se que as peças submetidas ao tratamento apresentam uma alta porcentagem de material tratável. Assim, acredita-se que os moirões apresentem condições de receber um tratamento adequado através do método utilizado.

REIMÃO (1971) e GALVÃO (1968) afirmam que a alta porcentagem de madeira de alburno em Eucalyptus sp. está relacionada com a idade das árvores. É provável que isto também ocorra com a madeira de algaroba.

Segundo alguns autores, dentre eles, CAVALCANTE (1982), os resultados encontrados para o teor de umidade dos moirões, no momento do tratamento, favorece a difusão de sais hidrossolúveis para o interior dos moirões, submetidos ao tratamento de difusão e substituição da seiva, como é o caso do processo empregado.

4.2 - Absorção e Retenção Nominal do Preservativo nas Peças

Na tabela 2, estão registrados os valores de absorção e retenção nominal do produto preservativo nos moirões.

Verifica-se que, em alguns casos, obteve-se uma boa retenção do CCB nas peças, havendo, no entanto, uma grande dispersão dos valores em relação às médias. Isto, provavelmente, esteja relacionado à variabilidade genética existente nas árvores, e principalmente, por não ter sido realizado um bom controle operacional, durante o tratamento dos moirões. Foi observado, neste caso, que determinadas peças necessitariam de maior período de tempo para atingir um tratamento adequado, que conforme a Norma P-MB-790,

TABELA 1. Relação entre os volumes totais, porcentagem de volumes de madeira tratável e teor de umidade da madeira dos moirões.

Tratamento (Inclinações)	Moirão Nº	T.U. (%)	Volume total (dm ³)	Volume tratável (%)	
20°	11	53,16	6,69	57,64	
	12	63,10	7,54	93,03	
	13	51,37	7,22	64,84	
	14	80,65	10,00	70,15	
	15	54,05	5,47	59,82	
	X	60,47	7,38	69,10	
	SxY	10,88	1,49	12,72	
	CV	17,98	20,12	18,41	
	30°	21	68,01	5,90	95,15
		22	56,71	5,80	65,72
23		53,13	12,39	59,95	
24		56,70	10,30	87,36	
25		60,81	6,95	93,84	
X		59,07	7,38	80,40	
SxY		5,09	1,49	14,70	
CV		8,62	20,12	18,28	
40°		31	70,51	5,47	84,27
		32	70,40	10,13	70,38
	33	64,69	10,05	50,30	
	34	53,57	8,84	58,35	
	35	58,74	5,90	100,00	
	X	63,58	8,08	72,66	
	SxY	6,62	2,01	17,84	
	CV	10,42	24,90	24,56	

T.U. - teor de umidade

SxY - desvio padrão.

X - média aritmética

C.V. - coeficiente de variação.

TABELA 2. Absorção (l/m³) e retenção nominal (Kg de sal seco/m³) para as peças submetidas ao tratamento.

Tratamento (Inclinação)	Moirões No	Absorção (l/m ³)	Retenção nominal (Kg sal seco/m ³) (Kg i. a./m ³)	
20°	11	540,84	16,23	6,49
	12	277,41	8,32	3,33
	13	207,52	6,23	2,49
	14	1.021,54	30,65	12,26
	15	529,52	15,89	6,36
	X	515,37	15,46	6,19
	SxY	285,82	8,58	3,43
	CV	55,46	55,50	55,41
30°	21	547,49	16,43	6,57
	22	315,77	9,47	3,79
	23	552,93	16,59	6,64
	24	261,25	7,84	3,14
	25	225,34	6,76	2,70
	X	380,56	11,42	4,57
	SxY	141,49	4,25	1,69
	CV	37,18	37,21	36,98
40°	31	527,38	15,82	6,33
	32	281,59	8,45	3,38
	33	480,50	14,42	5,77
	34	459,47	13,78	5,51
	35	307,14	9,21	3,68
	X	411,22	12,34	4,93
	SxY	98,24	2,95	1,18
	CV	23,90	23,90	23,94

X - média aritmética

SxY - desvio padrão

C.V. - coeficiente de variação

da ABNT (1973), deve ser de 6,5 kg de CCB/m³ de madeira tratável.

4.3 - Distribuição do Preservativo na Madeira

As figuras de 4 a 9 representam as distribuições dos elementos químicos cobre e boro, componentes do preservativo "Osmose CCB", em cinco posições nos moirões (figura 3, item 3.5.4).

A distribuição do elemento cobre é representada pelas figuras de 4 a 6. Observa-se, pela análise dessas figuras, que o tempo de tratamento não foi suficiente para proporcionar uma boa distribuição, ao longo das peças, para nenhuma das inclinações.

TRATAMENTO	MOIRÃO	POSICÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
20°	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

FIGURA 4. Distribuição do elemento cobre nos moirões submetidos ao tratamento.

Nota-se que, na posição 1, tomada a 10 cm da base, a distribuição do elemento cobre foi homogênea e satisfatória em quase todas as peças. No entanto, para as posições 2 e 3, tomadas a 55 cm da base e meio dos moirões, respectivamente, só foi observada distribuição satisfatória em algumas peças. E, a partir da posição 4, nenhuma das peças apresentou distribuição satisfatória. Isto indica, que o tempo de tratamento deveria ter sido ampliado para 15 a 20 dias.

TRATAMENTO	MOIRÃO	POSIÇÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
30°	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

FIGURA 5. Distribuição do elemento cobre nos moirões submetidos ao tratamento.

TRATAMENTO	MOIRÃO	POSIÇÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
40°	1					
	2					
	3					

FIGURA 6. Distribuição do elemento cobre nos moirões submetidos ao tratamento.

Com relação à distribuição do elemento boro, apresentada pelas figuras enumeradas de 7 a 9, obsevou-se distribuição satisfatória nas posições 1 e 2, tomadas a 10 cm e 55 cm da base das peças, respectivamente. A boa distribuição do preservativo na posição 2 (região de afloramento dos moirões) é de suma importância no aumento da vida útil de peças instaladas, uma vez que essa posição é a mais propícia ao desenvolvimento de fungos xilófagos.


























TRATAMENTO	MOIRÃO	POSIÇÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
20°	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

FIGURA 7. Distribuição do elemento boro nos moirões submetidos ao tratamento.

Também foi observada distribuição homogênea nas posições 3 e 4 das peças, no meio do moirão e a 55 cm do topo, para a maioria dos moirões, em todas as inclinações testadas. No que se refere à posição 5, tomada a 10 cm do topo das peças, verificou-se que a distribuição foi heterogênea e não satisfatória para a quase totalidade das peças. No entanto, a distribuição foi homogênea e satisfatória em todas as posições, em 33% dos moirões tratados. Isto se deve ao maior poder de difusão do elemento boro, quando comparado ao elemento cobre. Assim, observaram-se duas regiões distintas, uma localizada mais externamente nos moirões, protegida pelos elementos cobre e boro, e outra, mais interna, protegida pelo elemento boro.

TRATAMENTO	MOIRÃO	POSIÇÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
30°	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

FIGURA 8. Distribuição do elemento boro nos moirões submetidos ao tratamento.

TRATAMENTO	MOIRÃO	POSIÇÕES				
INCLINAÇÃO	Nº	1	2	3	4	5
40°	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

FIGURA 9. Distribuição do elemento boro nos moirões submetidos ao tratamento.

4.4 - Penetração do Produto Preservativo na Madeira

A penetração do CCB foi analisada para os elementos cobre e boro. A penetração de cada elemento foi considerada como satisfatória quando superior a 10 mm. Este valor é considerado por GALVÃO (1968) e RODRIGUES HERRERA (1977), dentre outros autores, como suficiente para proteger madeiras tratadas com sais hidrossolúveis.

Nas tabelas 3 e 4, são apresentados os valores individuais de penetração em cada tratamento. Observa-se, na tabela 3, que o elemento cobre penetrou satisfatoriamente na posição 1 (10 cm da base da peça) em 73,33% das peças submetidas ao tratamento. No entanto, na posição 2 (a 55 cm da base), em 46,66%; na posição 3 (no meio do moirão), em apenas 20% das peças; e, nas posições 4 e 5 (a 55 e 10 cm do topo, respectivamente), não foi observada penetração satisfatória para nenhuma das peças tratadas.

Os valores de penetração para o elemento boro são apresentados na tabela 4. Observa-se nessa tabela que a penetração na posição 1 foi satisfatória em todas as peças; para as posições 2 e 3, obteve-se penetração satisfatória em 86,66% e 66,66% das peças, respectivamente. No entanto, nas posições 4 e 5, observou-se penetração satisfatória em 46,66% e 40% das peças tratadas. A discrepância de alguns valores de penetração nos moirões, provavelmente, tenha ocorrido devido à dificuldade de avaliar, com precisão, a penetração do elemento boro. Isto ocorreu devido à pouca nitidez da solução reveladora empregada.

Comparando as tabelas 3 e 4, observou-se uma maior penetração e melhor distribuição do elemento boro ao longo das peças. Isto é explicado pelo maior poder de difusão das moléculas do boro quando comparadas às do cobre.

4.4.1 - Efeito da inclinação da rampa no tratamento das peças

Analisando as tabelas A1 e A2 do apêndice, verifica-se que o efeito da inclinação não foi significativo a nível de 95% de probabilidade para penetração do CCB nas peças. Isto ocorreu em função da pouca diferença entre as inclinações adotadas.

TABELA 3. Penetração individual em mm para o elemento cobre, por tratamento.

Tratamento (Inclinação)	Moirão No	Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	
20°	11	9,25	8,75	3,50	0,00	0,00	
	12	13,50	9,00	1,75	1,25	0,00	
	13	11,25	4,50	1,25	1,00	0,00	
	14	14,25	11,75	11,00	7,75	7,00	
	15	9,25	7,25	5,75	0,00	0,00	
	X	11,50	8,25	4,65	2,00	1,40	
	SxY	2,09	2,37	3,55	2,92	2,80	
	CV	18,13	28,75	76,23	145,98	200,00	
	30°	21	15,75	14,50	11,25	4,25	3,00
		22	8,25	5,00	2,75	0,00	0,00
23		12,75	10,75	9,00	4,75	3,50	
24		18,75	16,75	12,50	2,25	1,50	
25		14,75	5,75	3,00	0,00	0,00	
X		14,05	10,55	7,70	2,25	1,60	
SxY		3,49	4,65	4,09	2,02	1,46	
CV		24,82	44,04	53,20	89,71	91,43	
40°		31	12,50	11,50	4,75	2,00	0,00
		32	13,75	12,00	2,25	0,00	0,00
	33	8,50	7,00	3,50	0,00	0,00	
	34	11,00	6,50	1,75	1,00	0,00	
	35	22,75	19,50	5,50	5,00	1,75	
	X	13,70	11,30	3,55	1,60	0,35	
	SxY	4,85	4,67	1,43	1,85	0,70	
	CV	35,41	41,38	40,18	115,92	200,00	

X - média aritmética

SxY - desvio padrão

C.V. - coeficiente de variação

TABELA 4. Penetração média em mm do elemento boro, por tratamento.

Tratamento (Inclinação)	Moirão No	Posições nos moirões					
		1	2	3	4	5	
20°	11	11,25	11,25	11,50	11,50	10,75	
	12	14,00	11,50	7,00	1,25	0,00	
	13	13,00	13,00	11,25	10,25	11,75	
	14	14,25	12,25	12,25	9,25	8,75	
	15	10,00	8,75	8,25	2,75	2,50	
	X	12,50	11,35	10,05	7,00	6,75	
	SxY	1,64	1,43	2,04	4,11	4,66	
	CV	13,08	12,66	20,35	59,25	69,05	
	30°	21	16,25	16,00	15,00	11,25	10,75
		22	10,50	10,50	12,00	11,00	10,50
23		14,00	13,00	12,00	11,00	4,50	
24		20,00	16,50	12,50	12,50	10,00	
25		14,75	11,75	7,00	0,00	0,00	
X		15,10	13,55	11,70	9,15	7,15	
SxY		3,09	2,34	2,60	4,61	4,25	
CV		20,48	17,32	22,22	50,36	59,48	
40°		31	14,75	11,25	10,00	8,75	3,75
		32	14,00	13,75	8,00	4,25	3,00
	33	10,00	9,75	8,50	7,25	8,75	
	34	12,25	12,00	12,00	12,00	12,00	
	35	28,75	20,50	15,75	1,00	0,00	
	X	15,95	13,35	10,85	6,65	5,50	
	SxY	6,61	3,75	2,82	3,77	4,29	
	CV	41,41	28,09	25,97	56,69	78,15	

X - média aritmética

SxY - desvio padrão

C.V. - coeficiente de variação

4.4.2 - Penetração do produto preservativo em relação às posições nas peças

De acordo com a análise da variância apresentada nas tabelas A1 e A2 do apêndice, verificou-se que a penetração do elemento cobre nas posições 1 e 2 não diferiu estatisticamente entre si ao nível de 99% de probabilidade, sendo superior à das posições 3, 4 e 5, as quais não diferiram entre si ao mesmo nível de probabilidade.

Quanto à penetração do elemento boro, apresentado na tabela A2 do apêndice, verificou-se que as posições 1, 2 e 3 não diferiram estatisticamente entre si. A penetração nas posições 3, 4 e 5 foi semelhante. Porém, a penetração nas posições 4 e 5 diferiu estatisticamente da penetração nas posições 1 e 2, pelo teste de Tukey, ao nível de 99% de probabilidade.

Não foi observada interação significativa entre a inclinação e a posição em nenhum dos elementos. Significando que a inclinação e a posição agiram de modo independente na penetração do CCB nas peças submetidas ao tratamento.

5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Das análises dos resultados chegou-se às seguintes conclusões e recomendações:

1. As peças submetidas ao tratamento encontravam-se úmidas e com alta porcentagem de volume tratável (alburno). Não sendo estes fatores limitantes à penetração e difusão dos ingredientes do preservativo na madeira;

2. Retenção nominal satisfatória foi observada em apenas 40% das peças submetidas ao tratamento;

3. O tempo de tratamento empregado não foi suficiente para promover distribuição homogênea e boa penetração do preservativo CCB ao longo das peças, sendo necessária uma ampliação do tempo de tratamento, para se obter uma melhor distribuição e penetração do elemento cobre nas peças;

4. As diferenças entre as inclinações da rampa não foram suficientes para resultar em efeito significativo na distribuição e penetração dos ingredientes do preservativo ao longo das peças;

5. Recomenda-se que o tempo de tratamento deva ser estendido até que se atinja distribuição homogênea e uma penetração de 10 a 15 mm de profundidade, para o elemento cobre, na região de afloramento dos moirões, em todas as peças submetidas ao tratamento;

6. Devido à alta porcentagem de madeira de alburno nas peças obtidas de árvores ou ramos jovens, há a necessidade do tratamento preservativo, a fim de se obter aumento de sua vida em serviço;

7. Recomenda-se tratar, logo após o abate, a madeira de algaroba, pois a umidade natural favorece a penetração e a difusão do preservativo ao interior das peças; e,

8. Para melhor avaliar a tratabilidade da madeira, recomenda-se o estudo da retenção real do preservativo na região de afloramento da madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Moirões de madeira preservados para cercas. Rio de Janeiro: ABNT, 1973. 15 p. (P-EB-474).
2. _____. Penetração e retenção de preservativos em postes de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1973. 19 p. (P-MB-790).
3. AZEVEDO, G. Algaroba. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1961. 32 p. (Série SIA, 843).
4. AZEVEDO, N.V. As mil e uma utilidades da algaroba. Ciência Hoje, 3(13):24-24. 1984.
5. BARBOSA, J.A. Avaliação qualitativa e quantitativa do carvão e dos condensados produzidos na carbonização da madeira de algaroba (Prosopis juliflora D.C.). Viçosa: UFV, 1986. 52 p. (Tese de Mestrado).
6. BRAGA, R. Plantas do Nordeste; especialmente do Ceará. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1976. 540 p.
7. CARVALHO, A. Impregnação de madeiras para construções rurais. Lisboa: Direção Geral dos Serviços Florestais e Agrícolas, 1966. 98 p. (Estudos e Informação, 227).
8. CORRÊA, P.M. Diccionario das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v. 1, p. 1-747.
9. DEON, G. Manual de preservação das madeiras em clima tropical. São Paulo: ITTO/CTFT, 1989. 116 p. (Série Técnica, 3).
10. GALVAO, A.P.M. Características da distribuição de alguns preservativos hidrossolúveis em moirões de Eucalyptus alba Reinw. tratados pelo processo de absorção por transpiração radial. Piracicaba: ESALQ/USP, 1968. 115 p. (Tese de Doutorado).
11. ERICKSON, H.D. Preservação de dormentes. Rio de Janeiro: RFFSA IPT, 1968. 54 p.
12. HUNT, G.M. & GARRATT, G.A. Wood preservation. 3. ed. New York: McGraw-hill, 1967. 433 p.
13. KARLIN, U.O. & AYERZA, H.R. O programa da Algaroba na república Argentina. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROPA, 1., Natal, 1982. Anais. Natal: EMPRARN, 1982. p. 146-197.
14. LEPAGE, E.S. Métodos análises químicas empregados em preserva-

- ção de madeira. Preservação de Madeira, 1(2):49-65. 1970.
15. LEPAGE, E.S. et al. Métodos de tratamento. In: LAPAGE, E.S. et al., coord. Manual de preservação de madeira. São Paulo: IPT, 1986. v. 2, p.343-419.
 16. MENDES, B.V. Potencialidade de utilização da Algaroba(*Prosopis juliflora* (SW). Dc). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 2., Mossoró: 1987. Anais. Mossoró: Revista da Associação Brasileira de Algaroba. 1(4):17-41, 1987.
 17. PAES, J.B. Viabilidade do tratamento preservativo de moirões de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), por meio de métodos simples, e comparações de sua tratabilidade com a do *Eucalyptus viminalis* Lab. Curitiba: UFPR, 1991. 140 p. (Tese de Mestrado)
 18. REIMÃO, D.S.C. Preservação de madeiras em verde: a aplicação do método de imersão-difusão. Nova Lisboa: Instituto de Investigação Agronômica de Angola, 1970. 83 p. (Série Científica, 9).
 19. _____. Uma aplicação simples do processo de Boucherie na preservação de esteios para utilizações rurais. Nova Lisboa: Instituto de Investigação de Angola, 1971. 25 p. (Série Técnica, 23).
 20. RODRIGUEZ HERRERA, J.A. Preservación por metodos sencillos y de bajo costo. Ciência Forestal, 2(8):25-49, 1977.
 21. SIAU, J.F. Flow in Wood. Syracuse: Syracuse University Press, 1971. 132 p.
 22. SOUSA, R.F. & TENÓRIO, Z. Potencialidade da Algaroba no Nordeste. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1., Natal, 1982. Anais. Natal: EMPARN, 1982. p. 198-216.
 23. TUSET, R. Forestacion para productores agropecuarios. Montevideo: Editorial Hemisferio Sul, 1981. 367 p.

A P Ê N D I C E S

Análises de variância

A1. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento cobre.

Análise de variância

FONTES DE VARIAÇÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MEDIO	F	SIG
TOTAL	74	2432,337			
TOTAL DE REDUÇÃO	14	1697,287	121,235	9,896	**
POSIÇÃO (PO)	4	1601,112	400,278	32,676	**
INCLINAÇÃO (INC)	2	36,312	18,156	1,482	NS
POxINC	8	59,863	7,483	0,610	NS
ERRO	60	735,050	12,250		

NÚMERO DE DADOS = 75,000

MÉDIA GERAL = 6,296

COEF. DE VARIAÇÃO = 90,442

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

INC	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	25	5,560	A	1	15	13,083	A
2	25	7,230	A	2	15	10,033	A
3	25	6,100	A	3	15	5,300	B
				4	15	1,950	B
				5	15	1,117	B

VALOR DE Q=4,28 DELTA=2,996

VALOR DE Q=4,82 DELTA=4,356

OBS.: As médias seguidas na vertical por uma mesma letra não diferem estatisticamente entre si.

A2. Análise de variância e comparação múltipla entre médias, para os resultados de penetração (mm) do elemento boro.

Análise de variância

FONTES DE VARIACÃO	GL	SOMA DE QUADRADO	QUADRADO MÉDIO	F	SIG
TOTAL	74	1810,037			
TOTAL DE REDUÇÃO	14	759,062	54,218	3,095	**
POSIÇÃO (PO)	4	689,855	172,463	9,846	**
INCLINAÇÃO (INC)	2	40,515	20,257	1,157	NS
POxINC	8	28,692	3,586	0,204	NS
ERRO	60	1050,975	17,516		

NUMERO DE DADOS = 75,000

MÉDIA GERAL = 10,446

COEF. DE VARIACÃO = 47,028

** - Significativo ao nível de 99% de probabilidade

NS - Não significativo ao nível de 95% de probabilidade

Comparações pelo teste de Tukey ao nível de 99% de probabilidade.

INC	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES	PO	DADOS	MÉDIAS	COMPARAÇÕES
1	25	9,530	A	1	15	14,517	A
2	25	11,330	A	2	15	12,750	A
3	25	10,460	A	3	15	10,867	AB
				4	15	7,600	B
				5	15	6,467	B

VALOR DE Q=4,82 DELTA=5,209

VALOR DE Q=4,28 DELTA=3,583

OBS.: As médias seguidas na vertical por uma mesma letra não difere estatisticamente entre si.