

**TESE DE DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: SOCIEDADE E RECURSOS  
NATURAIS**

**TÍTULO:** Potencialidade dos extratos tânicos das espécies angico  
vermelho, jurema preta e jurema vermelha no curtimento de peles caprinas

**AUTOR: CARLOS ROBERTO DE LIMA**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS  
DOUTORADO EM RECURSOS NATURAIS**



**POTENCIALIDADE DOS EXTRATOS TÂNICOS DAS ESPÉCIES  
ANGICO VERMELHO, JUREMA PRETA E JUREMA VERMELHA  
NO CURTIMENTO DE PELES CAPRINAS**

**CARLOS ROBERTO DE LIMA**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA  
FEVEREIRO - 2011**

**CARLOS ROBERTO DE LIMA**

**POTENCIALIDADE DOS EXTRATOS TÂNICOS DAS ESPÉCIES  
ANGICO VERMELHO, JUREMA PRETA E JUREMA VERMELHA  
NO CURTIMENTO DE PELES CAPRINAS**

**Tese submetida ao Programa de  
Pós-Graduação em Recursos  
Naturais da Universidade Federal  
de Campina Grande, como parte  
dos requisitos para obtenção do  
título de “Doutor em Recursos  
Naturais”.**

**ORIENTADO: CARLOS ROBERTO DE LIMA**

**ORIENTADORES: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA**

**Prof. Dr. JUAREZ BENIGNO PAES**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Sociedade e Recursos Naturais**

**LINHA DE PESQUISA: Gestão de Recursos Ambientais**

**CAMPINA GRANDE - PARAÍBA**

**FEVEREIRO - 2011**



## FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

L732p

Lima, Carlos Roberto de.

Potencialidade dos extratos tânicos das espécies angico vermelho, jurema preta e jurema vermelha no curtimento de peles caprinas / Carlos Roberto de Lima. - Campina Grande, 2011.  
61f.: il. col.

Tese (Doutorado em Recursos Naturais)- Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.

Referências.

Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima, Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Juarez Benigno Paes.

1. Extratos de Madeira – Curtimento Vegetal. 2. Extratos Tânicos. 3. Angico-vermelho. 4. Jurema-Preta. 5. Jurema-Vermelha. 6. Couros Caprinos. I. Título.

CDU 633.879.6:675.02(043)

**OFEREÇO!**

Ao pai todo poderoso “DEUS” e a “Mãe Rainha Três Vezes Admirável”, por permitirem mais uma vez a realização de um grande sonho;

À minha família, por acreditar e me apoiar na realização desse sonho;

Aos professores: Vera Lúcia Antunes de Lima, Juarez Benigno Paes, José Otávio Brito e Jacob Silva Souto, a minha eterna gratidão.

A minha esposa Tânia Maria Bezerra de Lima e a  
minha filha Ana Carla Bezerra de Lima.

DEDICO.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar sempre presente em minha vida, dando-me força, determinação, esperança e muita fé, especialmente, nos momentos difíceis da minha vida.

À minha família, pela paciência e confiança na concretização de um grande sonho.

À Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal de Campina Grande, pela oportunidade concedida.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais (PPGRN), que de forma direta ou indireta contribuíram com a melhoria do meu conhecimento.

Ao Centro de Saúde e Tecnologia Rural - CSTR, na pessoa do seu representante legal, Prof. MSc. Paulo de Melo Basto, muito obrigado, pela confiança e apoio.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto (Processo 479.784/2004-3 - APQ - Edital Universal 019/2004) que originou a pesquisa.

Aos professores orientadores, Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima e Dr. Juarez Benigno Paes pela orientação, ensinamentos, apoio, sugestões, amizade, confiança, exemplo de vida, paciência e agradável convivência, muito obrigado.

Aos professores participantes da Banca Examinadora, Dr<sup>s</sup>. Juarez Benigno Paes, José Otávio Brito, José Dantas Neto, Jacob Silva Souto, Gilmar Trindade de Araújo e Egidio Luiz Furlanetto, pelas contribuições valiosas na melhoria do trabalho, muito obrigado.

Aos professores Dr<sup>s</sup>. Renato Kilpp, José Dantas Neto, Gesinaldo, Vera Antunes e a secretária Cleide, os meus agradecimentos pelos ensinamentos, gentileza e amizade sincera.

Aos colegas e verdadeiros amigos: Gláucio, Saulo, Jusciê, Paulo, Patrícia Borba, agradeço pelas contribuições ao longo do curso, os meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Curtume Moderno, de Petrolina – PE, especialmente a Maria de Fátima Farias Delgado, pelo prestimoso auxílio no curtimento das peles caprinas.

A Maria Gricélia Pinheiro de Melo ex-Gerente do Centro de Tecnologia do Couro e do Calçado “Albano Franco” – CTCC, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI e, atualmente Diretora Regional do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, no Estado da Paraíba, por ser nossa parceira desde o início e por ter disponibilizado a infra-estrutura do CTCC para a realização de nossas pesquisas com taninos vegetais, curtimento de peles e análises dos couros;

Ao Centro de Tecnologia do Couro e do Calçado “Albano Franco” – CTCC, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, em Campina Grande – PB, especialmente a Andréia Guedes do Nascimento, pelo prestimoso auxílio na avaliação da qualidade, por meio de ensaios físico-mecânicos, dos couros caprinos produzidos.

A Renivaldo Araújo de Lima, Técnico em Couros e Tanantes, que inicialmente era funcionário do CTCC e, que mesmo após ter saído, continua a apoiar os trabalhos do nosso Grupo de Pesquisas que envolvam taninos vegetais, curtimento de peles e análises dos couros;

A José Carlos de Castro, Presidente da ARTEZA, no Distrito da Ribeira, em Cabaceiras – PB, pelo apoio e estímulos incondicionais ao desenvolvimento das atividades de pesquisas;

Bem como a todos os técnicos, servidores e prestadores de serviço que direta ou indiretamente, nos emprestaram seus conhecimentos e suas forças de trabalho para que pudéssemos concluir a pesquisa em si e o programa de doutoramento;

De forma especial a Sebastião da Silva Dantas (“Catezinho”), por ter sido o prestador de serviços do CSTR/UFCEG que mais contribuiu para a realização das atividades deste projeto de pesquisa.

O meu muito obrigado.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo Geral.....	4
1.2 Objetivos Específicos.....	4
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
2.1 Descrições Botânicas das Espécies Estudadas.....	5
2.1.1 Angico-vermelho: <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> (Gris.) Alts.....	5
2.1.2 Jurema-preta: <i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.....	7
2.1.3 Jurema-vermelha: <i>Mimosa arenosa</i> (Willd.) Poir.....	9
2.2 Espécies Florestais e a Sustentabilidade Sócio-Ambiental.....	11
2.3 Substâncias Tânicas, Substâncias Tanantes ou Taninos.....	17
2.4 Outras Utilizações dos Taninos Vegetais.....	20
2.5 Curtumes e Processos de Curtimento de Peles.....	21
2.6 Caracterizações Físico-Mecânica de Couros.....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Procedências das Cascas Utilizadas na Obtenção dos Extratos Tânicos.....	30
3.2 Preparações das Cascas, Extração, Secagem e Moagem dos Extratos Tânicos..	30
3.3 Processos de Curtimento e de Recurtimento das Peles Caprinas .....	31
3.4 Qualidade dos Couros e Ensaio Físico-Mecânicos.....	32
3.5 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas.....	38
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 Tração, Alongamento e Rasgamento Progressivo na Direção Paralela ao Dorso do Animal.....	39
4.2 Tração, Alongamento e Rasgamento Progressivo na Direção Normal ao Dorso do Animal.....	42
4.3 Distensão e Resistência da Flor (Lastômetro).....	48
5. CONCLUSÕES.....	52

<b>6. RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>54</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>55</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Espécies produtoras de taninos, partes das plantas, teores de taninos (%) e países de ocorrência natural.....	20
<b>Tabela 2</b> - Valores de referências para os ensaios físico-mecânicos para couro Bovino.....	27
<b>Tabela 3</b> – Locais de obtenção das cascas para a produção dos extratos tânicos.....	30
<b>Tabela 4</b> – Descrição do conjunto de normas técnicas da ABNT utilizadas para a obtenção, climatização e realização dos ensaios físico-mecânicos, dos corpos de provas retirados dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies avaliadas.....	33
<b>Tabela 5</b> – Resumo das análises de variância para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção paralela ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas. Dados em % foram transformados em $\arcsen$ [raiz quadrada (alongamento/100)].....	40
<b>Tabela 6</b> – Comparações entre médias para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção paralela ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.....	40
<b>Tabela 7</b> – Resumos das análises de variância para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção normal ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas. Dados em % foram transformados em $\arcsen$ [raiz quadrada (alongamento/100)].....	43
<b>Tabela 8</b> – Comparações entre médias para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção normal ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.....	43
<b>Tabela 9</b> – Resumo das análises de variância para os valores de distensão da flor (mm) e, de resistência à ruptura da flor (N), dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.....	48
<b>Tabela 10</b> – Comparações entre médias para os valores de distensão da flor (mm) e de resistência à ruptura da flor (N), para os couros caprinos produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.....	49

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> - Angico-vermelho, (A) exemplar à margem da estrada São José do Bonfim – Mãe D`Água, (B) exemplar com frutos e inflorescências e, (C) detalhes com frutos e inflorescências.....	06
<b>Figura 02</b> - Angico-vermelho (A) exemplares à margem da estrada São José do Bonfim – Mãe D`Água, demonstrando a predominância do angico no ambiente (copas mais altas à direita), (B) exemplar de angico plantado no Campus de Patos (UFCG). .....	06
<b>Figura 03</b> - Exemplar de jurema-preta sem acúleos no Campus de Patos (UFCG)..	07
<b>Figura 04</b> - Exemplares de jurema-preta. (A) Estrada de São José do Bonfim – Mãe D`Água; (B) paisagem com jurema-preta; (C e D) áreas de pastagem manejada em extrato arbóreo de jurema-preta(Fazenda Lameirão, UFCG).....	08
<b>Figura 05</b> – Jurema-vermelha, (A) três exemplares próximos; (B) exemplar com cerca de 8 metros de altura; (C) detalhes da folhagem.....	10
<b>Figura 06</b> – Jurema-vermelha, exemplar vegetando na Fazenda Lameirão, Campus de Patos (UFCG), à direita detalhes da retina da casca (amostragem) para extração de tanino.....	11
<b>Figura 07</b> - Paisagens à beira da estrada entre São Jose do Bonfim e Mãe D`Água; (A) área com vegetação nativa com baixo nível de antropismo, (B e C) áreas desmatadas com evidências do uso de fogo e sem ações mitigadoras.....	13
<b>Figura 08</b> - A experiência da Empresa Carbomil S. A., Limoeiro do Norte – CE; (A) estatua em bloco de calcário (matéria-prima); (B) detalhe de área recuperada com reflorestamento de jurema-preta (vista externa); (C) vista interna de um talhão de jurema-preta consorciado com apicultura.....	15
<b>Figura 09</b> – Fluxograma simplificado de um curtume para produção de solas.....	23
<b>Figura 10</b> – Fluxograma de curtimento para couros acabados, de melhor qualidade, destinados a produtos de maior valor agregado.....	24
<b>Figura 11</b> – Ferramentas empregadas para o corte de corpos de prova de tração e alongamento (1), rasgamento progressivo (2) e, de distensão e ruptura da flor (3). Corpos de prova cortados (A, B, C ) e ensaiados (a, b, c).....	34
<b>Figura 12</b> - Equipamento de ensaios de tração e alongamento. (1) Vista lateral das garras; (2) vista frontal e ensaiando e, (3) corpo de prova rompido.....	35
<b>Figura 13</b> – Ensaio de Rasgamento Progressivo. Detalhe das garras (1), da colocação do corpo de prova (2), do ensaio em andamento (3) e, do corpo de prova rompido (4).....	36
<b>Figura 14</b> – Ensaio de Distensão e Ruptura da Flor (Lastômetro). (1) Vista geral do equipamento de ensaio (Lastômetro) e, (2) detalhe mostrando a posição do corpo de prova, indicada pela seta vermelha.....	37
<b>Figura 15</b> – Influência dos extratos tânicos das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre a resistência à tração.....	45
<b>Figura 16</b> - Influência dos extratos tânicos das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre o alongamento.....	46
<b>Figura 17</b> - Influência dos extratos tânicos das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre o rasgamento progressivo.....	46
<b>Figura 18</b> – Distensão da flor (mm) para os couros produzidos com os extratos	

tânicos das espécies estudada.....	49
<b>Figura 19</b> – Força de ruptura da flor (N) para os couros produzidos com os extratos tânicos.....	50

## RESUMO

LIMA, C. R. **Potencialidade dos extratos tânicos das espécies angico vermelho, jurema preta e jurema vermelha no curtimento de peles caprinas.** Campina Grande, PB, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, UFCG, fevereiro de 2011. 61f. il. Tese. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Antunes de Lima, Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Juarez Benigno Paes. (UFES)

Nas últimas décadas, com o crescimento populacional e os avanços tecnológicos ocorridos, houve aumento significativo da pressão sobre a flora nativa de muitas regiões, em diferentes partes do mundo, inclusive na região semi-árida do Brasil (Caatinga), nas mais variadas formas, destacando-se a produção de lenha e de carvão vegetal e, utilização das cascas do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.) como curtente vegetal para a produção de couros. A exploração florestal tem ocorrido sem atender a quaisquer dos preceitos para o regime de manejo sustentável, fazendo com que a preocupação com o uso indiscriminado das florestas aumente que, como consequência, resultará no surgimento de áreas degradadas. Apesar da importância da vegetação da Caatinga como fonte de energia e para a produção de taninos (cascas) é grande a carência de informações, principalmente, tecnológicas sobre os temas. Reconhecendo a importância do ecossistema Caatinga para a Região Nordeste do Brasil, a necessidade de maior conhecimento sobre a sua flora, bem como a escassez de pesquisas nesta área, o desenvolvimento desta tese teve como objetivos contribuir com a disponibilização de informações sobre o potencial para a produção de extratos tânicos (taninos vegetais) a partir de espécies florestais da Caatinga e avaliar a viabilidade técnica da utilização dos extratos obtidos para utilização no processo de curtimento de peles caprinas, para a produção de couros. Pretendeu-se assim, contribuir para redução da pressão antrópica sobre a espécie florestal angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), que ocorre de forma mais acentuada na mesorregião do Cariri paraibano, por meio do desenvolvimento de pesquisas tecnológicas de utilização dos extratos tânicos (taninos vegetais) das espécies jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*) no processo de curtimento de peles caprinas. Pretendeu-se ainda, analisar a viabilidade técnica da utilização dos extratos tânicos das espécies, por meio das características físico-mecânicas dos couros produzidos. Os extratos tânicos das espécies jurema-preta e jurema-vermelha produziram couros com bom aspecto e de coloração clara, com boa maciez e flexibilidade, e apresentaram características físico-mecânicas superiores as produzidas com o extrato de angico-vermelho. O extrato tânico da espécie jurema-preta foi superior aos extratos das demais espécies. O extrato de jurema-vermelha foi superior ao de angico-vermelho, tendo se igualado no quesito alongamento e apenas na direção paralela. Com relação às características relativas à flor, novamente o extrato tânico da espécie jurema-preta demonstrou-se superior aos demais, tanto na distensão como para a resistência à ruptura da flor. O extrato de jurema-vermelha foi superior ao de angico-vermelho apenas para a distensão da flor, enquanto que para a resistência à ruptura da flor eles se equivalem, com pequena superioridade numérica para o de jurema-vermelha. Os resultados da pesquisa permitem concluir que é tecnicamente possível promover uma significativa redução da pressão antrópica sobre a espécie florestal angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), por meio da substituição do uso de cascas de angico-vermelho por extratos tânicos obtidos das espécies jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*) no processo de curtimento de peles caprinas para a produção de couros.

**Palavras Chave:** Semi-árido, angico-vermelho, *Mimosa* sp., taninos vegetais, curtimento vegetal, couros caprinos.

## ABSTRACT

LIMA, C. R. **Potential of tannin extracts of the angico-vermelho, jurema-preta and jurema-vermelha species in the goat leather tanning.** Campina Grande, PB, Center for Technology and Natural Resources, UFCG, February 2011. 61f. il. Thesis. Graduate Program in Natural Resources. Advisors: Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Vera Lucia Antunes de Lima and Prof. Dr. Juarez Benigno Paes (UFES).

In recent decades with population growth and technological advances that have occurred a significant increase pressure on the native flora in many regions in different parts of the world including semi-arid region of Brazil (Caatinga) in varied ways, there is the production of firewood and charcoal, and use the bark of angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.) as vegetable tanning agent for leather production. The logging has occurred without regard to any of the provisions for the sustainable management regime causing concern about the indiscriminate use of forests that increase as a consequence result in the appearance of degraded areas. Despite the importance of the Caatinga vegetation as a source of energy and the production of tannins (bark) is a great lack of information mainly on technological issues. Recognizing the importance of the Caatinga ecosystem in the northeastern region of Brazil the need for more knowledge about its flora as well as the scarcity of research in this area developing this thesis aimed to contribute to the provision of information about the potential for production of tannin extracts (tannins) from the Caatinga forest species and evaluate the technical feasibility of the use of extracts for use in the process of tanning hides of goats for the production of leather. It was intended thus contribute to reducing human pressure on forest species angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) which occurs more steeply in the Cariri region through the development of technological research for the use of tannin extracts (tannins) from the species jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) and jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*) in the process of tanning goat production. The intention was also to examine the technical feasibility of the use of tannin extracts of species by means of physical and mechanical properties of leather produced. The tannin extracts of the jurema-preta and jurema-vermelha species produced leather look good and light coloring with good softness and flexibility and showed physical and mechanical properties superior to those produced with the extract of the angico-vermelho. The tannic extract of the Jurema's species was superior to the extracts of other species. The tannic extract of the jurema-vermelha was superior to that of angico-vermelho and equaled only in the elongation in the parallel direction. With respect to characteristics related to flower again the tannic extract the jurema's species shown to be superior to others much as in strain to the tensile strength of the flower. The extract the jurema-vermelha was superior to the angico-vermelho only to distend the flower while for the tensile strength of the flower they are equal with a slight numerical superiority for a jurema-vermelha. The survey results support the conclusion that it is technically possible to promote a significant reduction of anthropogenic pressure on forest species angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), by substituting the use of angico-vermelho bark for the tannin extracts obtained by species jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) and jurema-vermelha (*Mimosa arenosa*) in the process of tanning goat skins for leather production.

**Keywords:** Semi-arid, angico-vermelho, *Mimosa* sp., tannins, vegetable tanning, goats leather.

## 1. INTRODUÇÃO

Os vegetais lenhosos têm sido usados para os mais diversos fins desde os primórdios da humanidade e continuam a ser uma das fontes mais utilizadas para produção de lenha, carvão vegetal, madeira para construções, estacas e moirões, assim como para fins medicinais, entre outros (PAES et al., 2008).

Nas últimas décadas, com o crescimento populacional e os avanços tecnológicos ocorridos, houve um aumento significativo da pressão sobre a flora nativa de muitas regiões, em diferentes partes do mundo, inclusive na Caatinga da região semi-árida do Brasil, nas mais variadas formas, com destaque para produção de lenha, carvão vegetal e para a utilização das cascas do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.) como curtente vegetal.

A exploração florestal tem ocorrido de forma irracional, sem atender a quaisquer preceitos para o regime de manejo sustentável, fazendo com que a preocupação com o uso indiscriminado das florestas aumente, principalmente, por que na grande maioria dos casos isso poderá resultar no surgimento de áreas degradadas (FARIA, 1984; PAES et al., 2008).

A carência de informações sobre a vegetação de Caatinga se torna evidente quando se procura dados relativos às características tecnológicas de suas madeiras, tais como densidade básica, características anatômicas e químicas (taninos) e propriedades energéticas (PAES et al., 2008). Esta inexistência de informações tecnológicas implica na utilização inadequada das espécies e, portanto, na redução da vida útil dos produtos, que por fim induzem a uma exploração mais intensiva dos recursos florestais, ou seja, em ciclos de exploração mais curtos, com maiores danos ao ambiente.

Apesar da importância da vegetação da Caatinga como pastagem, fonte de energia e para a produção de taninos é grande a carência de informações, principalmente quanto aos aspectos tecnológicos (PAES et al., 2008). Para muitos consumidores dos produtos florestais, tanto energéticos quanto tânicos, o emprego dessas fontes está condicionado ao fator econômico. Por ser um combustível produzido localmente os custos de produção são menores, o que, portanto, permite maior margem de lucro. Para outros, sua utilização ocorre em função de fatores naturais. As atividades podem se situar em determinadas áreas geográficas, em razão da disponibilidade dos produtos. É o caso das caieiras e olarias, que se localizam nas proximidades dos sítios onde são

extraídos os materiais lenhosos para combustão (lenha), além do calcário e da argila (minérios), utilizados para a produção da cal e de tijolos e telhas, respectivamente.

A exploração desordenada do angico, a falta de práticas adequadas de manejo e de uma política de reflorestamento que vise à reposição das árvores exploradas e, sobretudo, a falta de outras opções de matéria-prima (espécies produtoras de taninos) capazes de, em curto prazo, substituírem total ou parcialmente o angico-vermelho para o curtimento de peles, estão colocando essa espécie florestal em risco de esgotamento, e, conseqüentemente, provocando a falência das famílias que dependem dessa cadeia produtiva para sobreviverem (PAES et al., 2006a; PAES et al., 2006b; PAES et al., 2008). Barbosa (2001) afirma que a exploração do angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.), se não for bem conduzida (planejada), poderá acarretar em danos irreparáveis à espécie e ao ecossistema.

Em comunicações pessoais, os curtidores artesanais do distrito da Ribeira em Cabaceiras – PB (Latitude S 7° 29' 20" e Longitude W 36° 17' 11") relataram a necessidade freqüente de aquisições de quantidades significativas de cascas de angico-vermelho do Sertão pernambucano para o atendimento da demanda dos curtidores artesanais deste distrito, que curtem, predominantemente, peles caprinas.

Barbosa (2001) afirma que a utilização de cascas de angico-vermelho, pelos curtumes no Município de Cabaceiras – PB era de 50 toneladas/ano, porém Marinho (2004), relata que o consumo destas cascas no biênio 2002/2003, era de aproximadamente 200 toneladas/ano. Isto é, em apenas três anos quadruplicou-se o uso deste recurso florestal.

Considerando o consumo citado por Marinho (2004) e, que uma árvore de angico-vermelho aos 8 anos de idade (ciclo de rotação) pode produzir até 25 kg de cascas, seriam necessárias cerca de 8.000 árvores para o suprimento de tal demanda. Porém, para atender a este nível de demanda, de forma sustentada, seriam necessárias pelo menos 64.000 árvores ou, ainda, 76,80 hectares de plantio com o angico-vermelho, em povoamentos puros, considerando um espaçamento, entre plantas, de 4 x 3 metros. No entanto, trabalhos de pesquisas silviculturais com esta espécie na região do semi-árido do Brasil são incipientes, o que infere um alto grau de incerteza para efetiva sustentabilidade ambiental do sistema de produção apresentado.

Diante desta realidade têm surgido algumas alternativas que buscam melhorar a sustentabilidade da cadeia produtiva do couro caprino. Dentre elas destacam-se o plano de manejo florestal sustentado (PMFS) e, a prospecção de outras espécies de ocorrência

natural com potencial tanífero, que requerem a existência de remanescentes de vegetação nativa e; também o reflorestamento, preferencialmente, com espécies do bioma da Caatinga com potencial tanífero e, que poderão ser executados em áreas degradadas.

Entre as espécies já prospectadas tem-se a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) e a jurema-vermelha (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.) que são nativas, pioneiras e de rápido crescimento, muito comuns na Caatinga, principalmente, em áreas com maiores níveis de antropização e, largamente utilizadas para a produção de lenha, carvão vegetal e de madeira para confecção de cercados, que segundo Paes et al. (2006a) as mesmas já demonstraram possuir teores de taninos vegetais suficientes para justificar uma investigação mais detalhada, com o objetivo de estabelecer, com maior propriedade, o seu potencial de inserção na cadeia produtiva do curtimento de peles. Necessitando, no entanto, de mais estudos com o intuito de caracterizar tecnologicamente a capacidade curtente dos extratos tânicos produzidos por tais espécies (PAES et al., 2008).

Desta forma, reconhecendo a importância do ecossistema Caatinga para a Região Nordeste do Brasil, e a necessidade de maior conhecimento sobre a sua flora, bem como a escassez de pesquisas nesta área, o desenvolvimento desta tese visou contribuir com a disponibilização de informações sobre o potencial para a produção de extratos tânicos (taninos vegetais) a partir de espécies florestais deste bioma e, principalmente, de avaliar a viabilidade técnica da utilização dos extratos tânicos produzidos no processo de curtimento de peles destinadas para a produção de couros.

Procurou-se, com isto, oferecer contribuição para o estabelecimento da harmonia entre o homem e a natureza, a fim de que se possa melhorar a qualidade de vida dos habitantes do semi-árido brasileiro e, possibilitar um nível maior de sustentabilidade ambiental. Além disto, buscou-se fornecer subsídios para a utilização de espécies adequadas para a produção de extratos tânicos, como alternativa, a utilização das cascas de angico-vermelho que, apesar da diversidade de espécies arbóreas e arbustivas de ocorrência natural na Caatinga, permanece como única fonte de taninos, na forma de cascas, empregada nos curtumes tradicionais da Região Nordeste, (PAES et al., 2006a; PAES et al., 2008).

Em função das premissas levantadas e considerando a importância da flora da Caatinga como sustento para a população rural, esta pesquisa tem como objetivos:

## 1.1 Objetivo Geral

Contribuir para redução da pressão antrópica sobre a espécie angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.), que ocorre de forma mais acentuada na mesorregião do Cariri paraibano, por meio do desenvolvimento de pesquisas tecnológicas de utilização dos extratos tânicos (taninos vegetais) das espécies jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.) no processo de curtimento de peles caprinas.

## 1.2 Objetivos Específicos

- Extrair taninos vegetais das espécies angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.), em quantidades suficientes para curtir 3 peles caprinas;
- Realizar o curtimento de peles caprinas com os extratos tânicos em planta industrial (curtume);
- Caracterizar físico-mecanicamente as peles curtidas com os extratos das espécies em estudo. As características físico-mecânicas a serem avaliadas são a tração, o alongamento, o rasgamento progressivo, a distensão e a resistência à ruptura da flor;
- Analisar a viabilidade técnica da utilização dos extratos tânicos das espécies em estudo.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Descrições Botânicas das Espécies Estudadas

As espécies angico-vermelho, jurema-preta e jurema-vermelha são descritas a seguir.

#### 2.1.1 Angico-vermelho: *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Gris.) Alts.

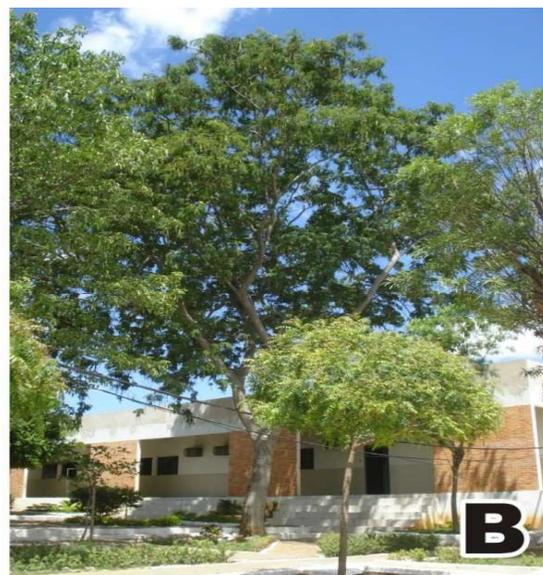
Esta espécie de angico é a mais comum em áreas de Caatinga, em altitudes que variam de 300 a 800 m, ocorrendo principalmente no extrato caatinga arbórea, onde é uma das plantas dominantes (Figuras 1 e 2), com floração ocorrendo no período de outubro a dezembro e a frutificação de novembro a abril (QUEIROZ, 2009).

Ainda segundo o mesmo autor, a nervação dos folíolos, com as nervuras secundárias salientes, é um caráter relativamente constante, assim como, a inflorescência com glomérulos em fascículos geralmente axilares, passando gradualmente a um pseudoracemo curto e terminal pelo não desenvolvimento das folhas distais. No caso dos frutos, esta variedade apresenta uma tendência a ter frutos relativamente mais largos do que a variedade *colubrina* e as margens com constrições mais irregulares, embora este caráter se mostre um pouco variável nas plantas da Caatinga.

Esta espécie há muito utilizada, conforme relata Corrêa (1926), produz madeira vermelha com veios escuros, compacta, bastante dura, pouco elástica e muito resistente, própria para obras hidráulicas e expostas, carretas, peças estruturais, postes, dormentes, esteios, construção civil e naval, revestimentos de galerias (minas de carvão), marcenaria, carpintaria, lenha e carvão vegetal. Com peso específico de 0,907 a 1,063 g/cm<sup>3</sup> e, resistência à flexão estática de 750 kgf/cm<sup>2</sup>. Sua casca é amarga e adstringente, com teores de taninos variando de 19 a 25% em relação à casca seca, muito utilizada na indústria do curtume. Ainda segundo este autor, a árvore é de rápido crescimento, vegetando indiferentemente em terrenos úmidos ou secos, à sombra ou ao sol, sua floração dura mais de seis meses, o que a torna importante para a apicultura, além de ser muito ornamental.



**Figura 1** – Angico-vermelho, (A) exemplar à margem da estrada São José do Bonfim – Mãe D`Água, (B) exemplar com frutos e inflorescências e, (C) detalhes com frutos e inflorescências.

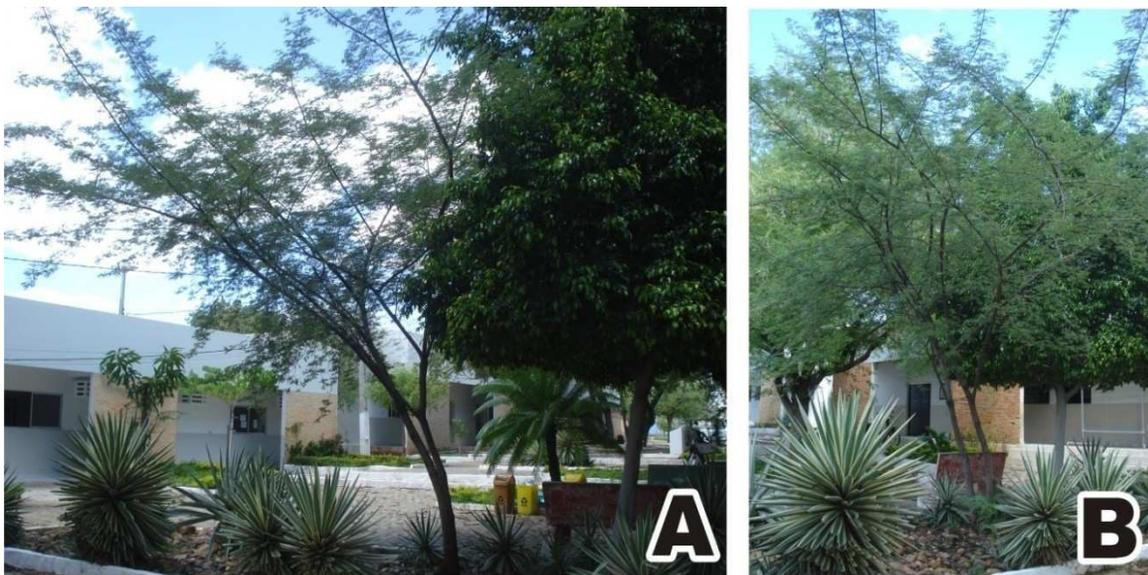


**Figura 2** – Angico-vermelho (A) exemplares à margem da estrada São José do Bonfim – Mãe D`Água, demonstrando a predominância do angico no ambiente (copas mais altas à direita), (B) exemplar de angico plantado no Campus de Patos (UFCG).

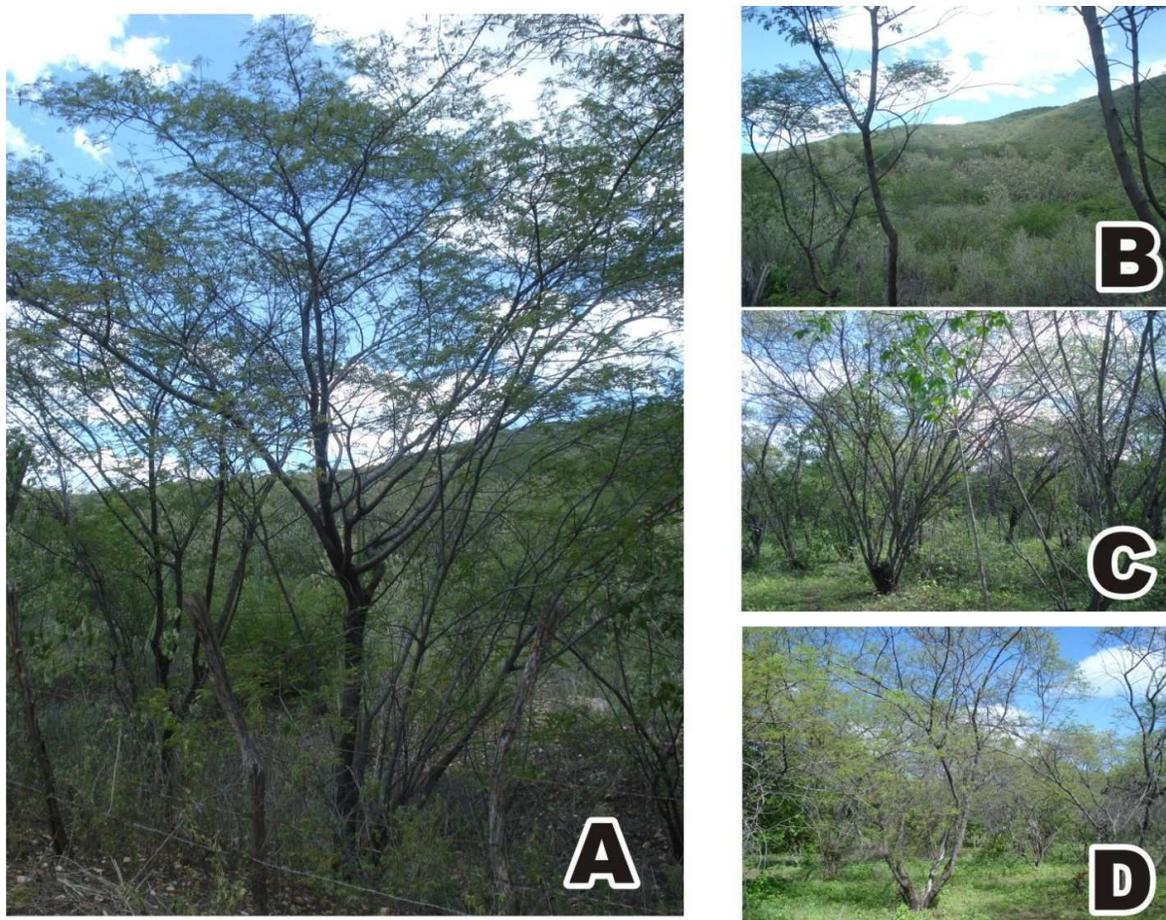
Sob quaisquer pontos de vista trata-se de espécie de alto valor econômico. Sua área de ocorrência se estende do Ceará ao Rio Grande do Sul, passando ainda pelos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (QUEIROZ, 2009).

### 2.1.2 Jurema-preta: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.

Segundo Barneby (1991) e Queiroz (2009), a *Mimosa tenuiflora* é uma espécie de áreas sujeitas à secas periódicas, distribuindo-se policentricamente no nordeste do Brasil, no norte da Venezuela e Colômbia e vales secos no sul do México, Honduras e El Salvador. É uma planta que apresenta grande capacidade de colonização de áreas degradadas onde forma densas moitas arbustivas quase homogêneas (Figuras 3 e 4). Na Caatinga, é mais frequente em áreas de caatinga arbustiva sobre solo arenoso. Com floração ocorrendo em dois períodos, um período de outubro a dezembro e outro em março e abril (talvez coincidindo com o início da estação chuvosa) e frutificação ocorrendo, principalmente, nos meses de novembro e dezembro.



**Figura 3** - Exemplar de jurema-preta sem acúleos no Campus de Patos (UFCG).



**Figura 4** – Exemplos de jurema-preta. (A) Estrada de São José do Bonfim – Mãe D'Água; (B) paisagem com jurema-preta; (C e D) áreas de pastagem manejada em extrato arbóreo de jurema-preta (Fazenda Lameirão, UFCG).

A madeira de jurema - preta é um excelente combustível e é muito utilizada para a fabricação de carvão (FARIA, 1984). É uma planta colonizadora agressiva, de crescimento rápido e com boa capacidade de rebrota após o corte, podendo ser uma espécie com potencial uso em projetos de recuperação de áreas degradadas (QUEIROZ, 2009).

Para Queiroz (2009), esta espécie pode ser reconhecida em campo pelos ramos e folhas novas resinosos, deixando uma substância viscosa nos dedos ao manipular essas partes da planta. Em geral, os ramos são castanhos quando frescos, mas se tornam escuros, quase negros, quando secos (CORRÊA, 1926). Outras características que auxiliam a diferenciar esta planta das demais espécies com flores brancas em espigas são a presença de pontuações glandulares escuras na face inferior dos folíolos e a forma peculiar do cálice, que apresenta os lobos fortemente encurvados.

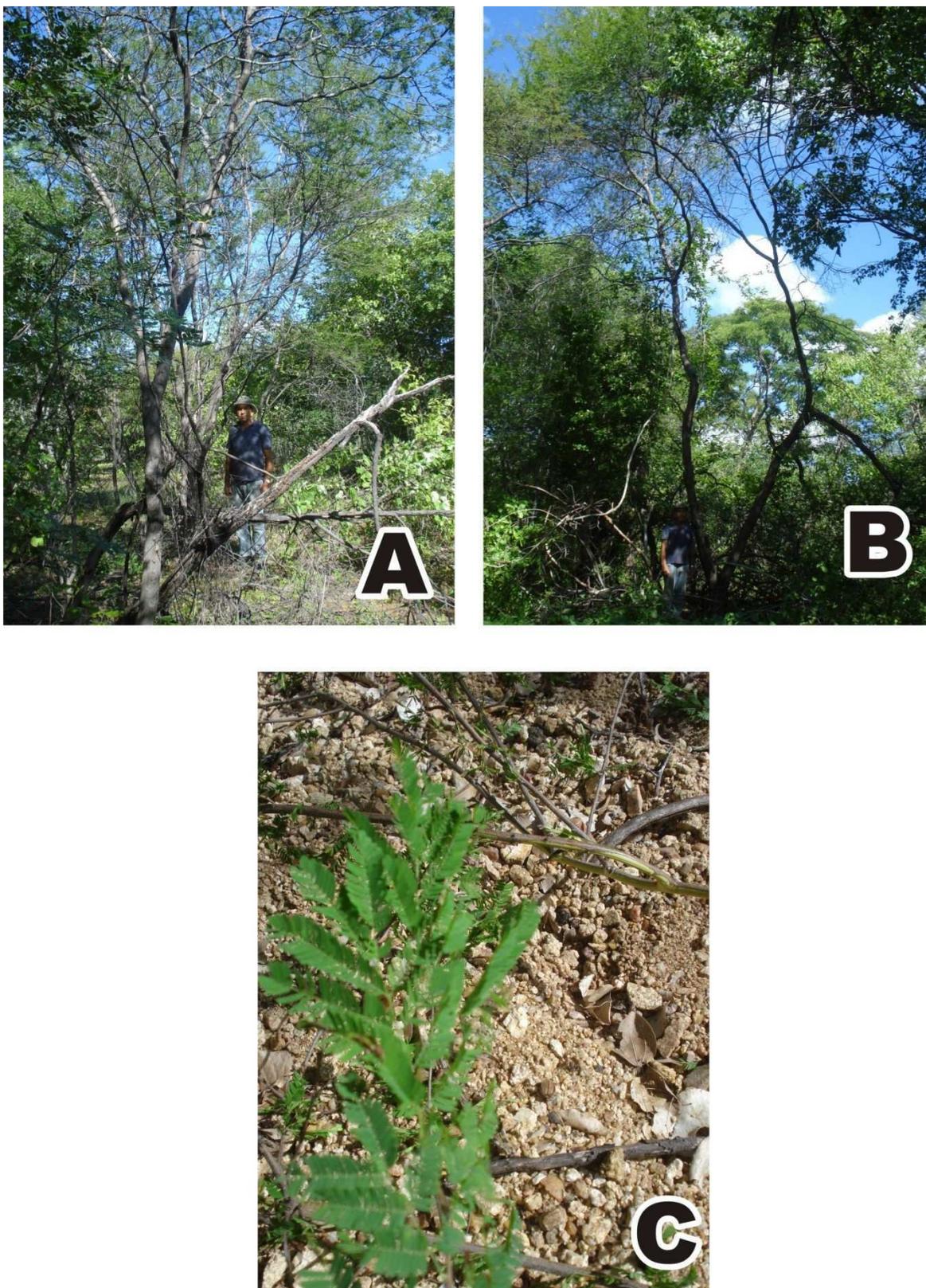
As plantas apresentam acúleos, embora exista a presença de indivíduos sem acúleos e este aspecto parece ser recessivo, pois em trabalhos de seleção e melhoramento genético os resultados mostraram que no segundo ciclo de seleção espera-se 98% de plantas sem acúleos, ou seja, praticamente a fixação do caráter em estudo (ARRIEL et al., 2000; ARIEL, 2011).

Um fato interessante em relação a esta espécie e que merece ser investigado é a permanência de espigas jovens durante muito tempo, provavelmente em estado dormente. É possível que elas possam se expandir rapidamente quando as condições ambientais forem mais favoráveis, provavelmente no início da estação chuvosa. Este fato, se confirmado, ilustraria um interessante ajuste fenológico desta espécie à distribuição estocástica de chuvas na região da Caatinga (QUEIROZ, 2009).

### **2.1.3 Jurema-vermelha: *Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.**

Para Barneby (1991) e Queiroz (2009), a *Mimosa arenosa* apresenta um padrão de distribuição disjunto entre o leste do Brasil (Ceará a Minas Gerais) e áreas secas da costa da Venezuela. Ele reconhece três variedades das quais apenas a variedade *arenosa* ocorre na Caatinga. É uma planta que, na Caatinga, ocorre principalmente como colonizadora, ocupando áreas de cultivo abandonadas, principalmente em regiões com solo arenoso e sujeitas a inundações periódicas (Figuras 5 e 6). Com floração ocorrendo no período de fevereiro a julho e a frutificação ocorrendo em setembro.

Ao longo de sua área de distribuição a *M. arenosa* apresenta grande plasticidade no número de pinas, número de folíolos por pina, comprimento da espiga e comprimento do cálice. No entanto, as plantas da Caatinga mostram-se relativamente uniformes nestes caracteres. Os principais caracteres diagnósticos desta espécie em relação às demais são os folíolos pequenos e lineares (3-6 x 1-1,5 mm), não pontuado-glandulares, com uma a duas nervuras surgindo do pulvino, a nervura principal não dando origem a nervuras laterais e corola com lobos patentes (não encurvados no ápice). Estes caracteres permitem diferenciá-la das espécies mais próximas (*M. acutistipula*, *M. ophthalmocentra* e *M. tenuiflora*), (QUEIROZ, 2009). Em determinadas localidades (Sertão da Paraíba) é também denominada por jurema de imbirá.



**Figura 5** – Jurema-vermelha, (A) três exemplares próximos; (B) exemplar com cerca de 8 metros de altura; (C) detalhes da folhagem.



**Figura 6** – Jurema-vermelha, exemplar vegetando na Fazenda Lameirão, Campus de Patos (UFCG), à direita detalhes da retira da casca (amostragem) para extração de tanino.

Também apresenta grande capacidade de colonização e ou recuperação de áreas degradadas, onde pode ocorrer de forma mais espaçada que a jurema-preta e, geralmente, em regiões de maiores altitudes que a jurema-preta.

## **2.2 Espécies Florestais e a Sustentabilidade Sócio-Ambiental**

A compreensão das relações entre a sociedade e a natureza é uma das preocupações da Ciência Geográfica. Listar os pontos de convergência entre ambas seria tanto exaustivo quanto desnecessário. Cabe, entretanto, destacar que tais relações podem ocorrer de forma positiva ou negativa, como no caso das doenças causadas por aspectos ambientais como, por exemplo, a fluorose dentária e a osteoporose (CANESSO et al., 2009).

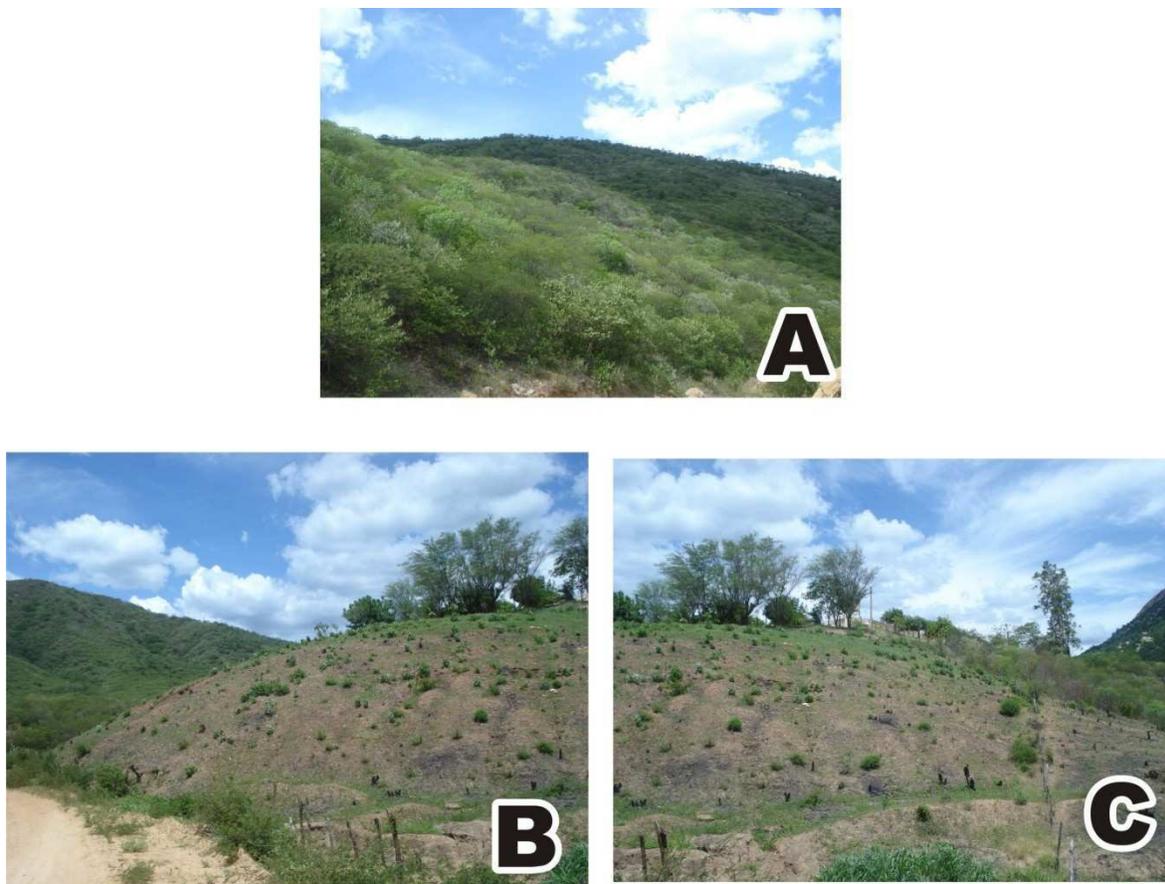
Outro caso de relação entre a sociedade e a natureza se refere às alterações no ambiente natural que se reflete em impactos negativos ao ambiente e às populações, como é patente no caso das alterações promovidas em áreas de vegetação natural para diversas finalidades, principalmente para incorporá-las aos processos de produção da agropecuária e de minerações. Mesmo contando com uma legislação ambiental considerada entre as mais rígidas do mundo, após alguns anos de exploração inadequada destas áreas por estes e outros sistemas de produção, tais áreas se tornam exauridas, com o seu retorno econômico comprometido, bem como com sua capacidade de regeneração ambiental reduzida, assim tais áreas são ditas degradadas ou com elevado índice de degradação ambiental.

Segundo Canesso et al. (2009), o desmatamento e, ou, desertificação é um dos problemas ambientais dos mais antigos. As florestas têm sido devastadas nos últimos setecentos anos, primeiramente na Europa. Atualmente boa parte das florestas tropicais está ameaçada. A destruição da floresta pode ser ocasionada pela poluição do ar, urbanização, implantação de projetos hidrelétricos, expansão da agricultura, exploração de produtos florestais, queimadas e também degradação da terra em áreas áridas, semi-áridas e sub-úmidas secas, em função do impacto humano adverso relacionado ao cultivo e práticas agrícolas inadequadas, assim como o desflorestamento.

A maioria das tecnologias florestais atualmente disponíveis é direcionada para as monoculturas, voltadas na maioria das vezes somente para o lado econômico, sem a preocupação com a proteção e, ou, recuperação dos solos. Para a região semi-árida, sugere-se uma silvicultura diversificada e consorciada, que se reverta mais para o social e o ecológico do que para o econômico. Nestas áreas, os sistemas agroflorestais constituem importante alternativa para contribuir com o aumento da capacidade produtiva e reabilitação das áreas degradadas (DRUMOND & COUTO, 1994).

Na Figura 7 são apresentadas duas paisagens no Município de Mãe D'Água – PB, numa delas consta o relevo acidentado, contendo mais de 45% de declividade e na qual esta preservada a vegetação nativa, com um nível mínimo de antropismo (A), já nas outras além do relevo acidentado evidencia uma grande alteração na área (B e C), degradando-a para fins de incorporá-la ao sistema de produção agropecuária da propriedade ou para a simples retirada do extrato arbóreo (lenha e, ou, carvão vegetal). Percebe-se nitidamente que não estava sendo realizada nenhuma ação mitigadora nesta segunda área. Este tipo de exploração predatória infelizmente tem se constituído em regra em praticamente toda a região semi-árida do Nordeste brasileiro.

As paisagens apresentadas na Figura 7 demonstram que as relações entre o ambiente e a comunidade é uma realidade amplamente constatada. Tais relações são evidentes em diversos aspectos, no que se refere aos alimentos, à saúde, à qualidade e modo de vida, além das questões econômicas associadas. Importante destacar que, neste contexto de associação entre o ambiente e a sociedade, as relações podem ocorrer na forma de impactos positivos e, ou, negativos (CANESSO et al., 2009). Normalmente, observa-se que



**Figura 7** - Paisagens à beira da estrada entre São José do Bonfim e Mãe D'Água; (A) área com vegetação nativa com baixo nível de antropismo, (B e C) áreas desmatadas com evidências do uso de fogo e sem ações mitigadoras.

não é devidamente estimulado o desenvolvimento dos impactos positivos e, que na maioria dos casos, os impactos negativos são negligenciados ou, no mínimo, não são mitigados.

A Paraíba é o Estado brasileiro que possui o maior percentual de áreas com nível de desertificação muito grave (29%), afetando o dia a dia de uma população de mais de 653 mil pessoas. Pouco mais de 70% do território paraibano, onde residem 1,66 milhões de pessoas (52% do total da população), são afetados pela desertificação. O sobrepastoreio, a alta densidade populacional registrada em várias localidades, os constantes desmatamentos e o manejo ambiental sem planejamento fazem com que grande parte das terras do Estado enfrente sérios problemas de erosão e redução da fertilidade potencial dos solos (MONTEIRO, 1995; CANDIDO et al., 2002).

As pesquisas relacionadas à desertificação, mesmo com sua importância inquestionável, são, ainda, incipientes e limitadas, especialmente na Paraíba. São escassos

os trabalhos desenvolvidos localmente, com predominância daqueles com caráter geral, para todo o Nordeste brasileiro e, que apenas uma parte pequena deste material esta disponibilizada (RODRIGUES, 1997; CANDIDO et al., 2002).

Candido et al. (2002), em trabalho desenvolvido na região do Seridó Oriental da Paraíba, concluíram que o alto índice de degradação grave e muito grave, chegando a quase 50% da área estudada, é um forte sinal de alerta para tomadores de decisão, nas esferas municipal, estadual e federal, para que medidas mitigadoras urgentemente necessárias venham a ser tomadas, prevenindo-se um desastre eminente para toda a região, que é a desertificação generalizada, pois os resultados da pesquisa demonstraram que 2,28% (21,68 km<sup>2</sup>) já são caracterizados pelo desenvolvimento dos núcleos de desertificação e, o poder público precisa, também, definir urgentemente políticas públicas, que visem o desenvolvimento sustentável e a redução dos riscos, e que possam vir a promover e consolidar a participação da mulher rural nas atividades socioeconômicas e familiar.

Vários pesquisadores e, até mesmo instituições privadas, estão trabalhando no desenvolvimento de sistemas de recuperação de áreas degradadas, mais conhecidos pela sigla RAD, inclusive na região do Semi-Árido do Nordeste brasileiro.

Como exemplo de uma instituição do setor privado, tem-se a Empresa Carbomil S.A., em Limoeiro do Norte – CE, que realiza a mineração de calcário e no seu processamento, na calcinação do minério, utiliza lenha provinda em sua maioria de remanescentes de vegetação nativa existente na região. Portanto, produzindo impactos negativos ao meio ambiente, nas etapas de mineração e de processamento. No entanto, em uma atitude pró-ativa e, pela necessidade de garantir a sustentabilidade ambiental do seu processo produtivo, a empresa tomou a decisão de utilizar o extrato arbóreo dos açudes em fase de construção, existentes dentro de um raio econômico de transporte e, ao mesmo tempo em que executa um programa de recuperação de áreas mineradas (degradadas) por meio de reflorestamento com a espécie jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.).

Na referida empresa, nas áreas já reflorestadas (em fase de recuperação) já se realizam o consórcio com a apicultura e a produção de sementes para a produção de mudas e para comercialização (Figura 8). A Empresa abandonou completamente a utilização de espécies florestais exóticas, por causa de várias experiências negativas e pretende estabelecer em áreas próprias cerca de 10 mil hectares reflorestados ou recuperados com a

jurema-preta, que além da revegetação das áreas degradadas, evitam o processo de erosão e a exposição do solo a níveis intensos de radiação solar. Desse modo, produzirá no futuro e de forma sustentável o insumo lenha, imprescindível para o seu processo produtivo.



**Figura 8** - A experiência da Empresa Carbomil S. A., Limoeiro do Norte – CE; (A) estatua em bloco de calcário (matéria-prima); (B) detalhe de área recuperada com reflorestamento de jurema-preta (vista externa); (C) vista interna de um talhão de jurema-preta consorciado com apicultura.

Lima (1998) e Lima e Bajay (2000) apresentam outro exemplo vindo do setor privado, que são as associações de reposição florestal, que começaram a surgir por volta de 1985 no Estado de São Paulo, porém, tomaram como exemplo uma bem sucedida associação surgida no início dos anos 1980 no Vale do Rio Itajaí, no Estado de Santa Catarina, após uma grande enchente ocorrida no verão de 1979/1980. A experiência catarinense foi exclusivamente de cunho ambientalista, pois visavam à recuperação da calha do Rio Itajaí (Zona Ripária), ou seja, da mata ciliar. Já a experiência paulista tinha e continuam tendo como objetivo principal a produção sustentável de lenha (biomassa

florestal) para finalidades energéticas, principalmente pelas empresas do setor cerâmico, mas que também desenvolvem trabalhos de recuperação e de preservação ambiental.

A experiência paulista progrediu e frutificou, hoje o Estado conta com cerca de 15 destas associações ativas e atuantes, congregando as indústrias, principalmente as cerâmicas, e os produtores rurais. As empresas recolhem os recursos financeiros da reposição florestal obrigatória para a associação da qual fazem parte; as associações realizam a gestão dos recursos financeiros para a produção de mudas de *Eucalyptus* sp., *Pinus* sp. e outras espécies nativas e exóticas, na contratação de mão de obra técnica e administrativa e, os produtores rurais recebem gratuitamente o projeto, as mudas e a orientação técnica e entram com a terra, a mão de obra e com alguns insumos para a realização dos plantios e de sua manutenção. O único compromisso que assumem é o de disponibilizar a madeira (lenha) preferencialmente para os consumidores associados da associação com a qual ele desenvolveu o seu projeto de reflorestamento, a preços de mercado. Não havendo o interesse destes consumidores, os produtores rurais podem negociar sua produção com terceiros (consumidores não associados). Esta fórmula de associações de reposição e, ou, recuperação florestal já foi forte também no Rio Grande do Sul e existem diversas outras experiências em outras unidades da federação, inclusive uma no Estado da Paraíba, em 2002, denominada de PB FLORA e, que infelizmente, por problemas de gestão administrativa e financeira ainda não logrou sucesso.

Pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em diversos dos seus centros de pesquisas, dos quais destaca-se o Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Semi - Árido (CPATSA), localizado em Petrolina – PE, desenvolvem estudos e pesquisas com sistemas de produção sustentada e de recuperação de áreas degradadas. Trabalhos desenvolvidos por pesquisadores do CPATSA são referenciais para a produção sustentada de sistemas agrários na Região Nordeste do Brasil, mais precisamente para o Semi-Árido.

Diversas instituições de ensino superior (IES), principalmente as federais e estaduais, possuem grupos de pesquisas trabalhando com a questão dos impactos ambientais negativos e os seus processos de mitigação (recuperação), parte significativa destes trabalhos são direcionados para o setor agrário ou rural. No entanto, em termos de

volume e de resultados alcançados e, principalmente, no horizonte de longo prazo são ainda poucos e incipientes.

### **2.3 Substâncias Tânicas, Substâncias Tanantes ou Taninos**

Estes termos técnicos se equivalem, isto é, são utilizados frequentemente na literatura como sinônimos.

Um dos segmentos industriais que as utilizam como insumo de produção é o de curtimento de pele animal para a sua transformação em couro e, nesse setor, ocupa papel destacado a utilização de taninos vegetais. A palavra tanino está associada ao curtimento de pele animal desde longa data. Substância tanante é sinônima de substância que tem o poder de transformar pele animal em couro por causa da sua atuação adstringente de retirar a água dos interstícios das fibras, por contrair os tecidos orgânicos moles e impedir a sua putrefação. Os taninos ocorrem na maioria das plantas superiores, em diferentes quantidades. Em geral, são obtidos da madeira e, ou, casca de muitas folhosas e da casca de algumas coníferas (GONÇALVES & LELIS, 2001).

Os taninos ou tanantes são substâncias naturais, minerais ou sintéticas, capazes de precipitar as proteínas presentes em peles para produzir couro (PANSWIN et al., 1962; HASLAM, 1966; LEPAGE, 1986). Os agentes tânicos minerais são obtidos de sais inorgânicos, à base de cromo, alumínio, titânio ou zircônio. Já os taninos sintéticos são produtos derivados da condensação do fenol, do cresol e do naftaleno com um aldeído, como o furfural (PANSWIN et al., 1962). Essas substâncias químicas, ou os produtos das reações entre eles, poderão causar impactos negativos tanto ao homem quanto ao meio ambiente. Muitas destas substâncias, cíclicas e aromáticas, notadamente as sintéticas e as minerais, são potencialmente cancerígenas e genotóxicas. Por isto, vários países desenvolvidos e em desenvolvimento têm dado preferência ao tema do curtimento com taninos naturais, preferencialmente com os extratos vegetais.

As substâncias tânicas sintéticas são comumente utilizadas nas etapas de pré-curtimento e de recurtimento e, as substâncias tânicas minerais e vegetais são utilizadas nas etapas de curtimento e de recurtimento. Algumas vezes, são utilizadas misturas de substâncias tanantes, às vezes são misturas de extratos tânicos e em outras podem ser

combinados taninos vegetais e minerais, vegetais e, ou, minerais com os taninos sintéticos. A seleção das substâncias tanantes ou de suas misturas depende da natureza das peles a serem curtidas, dos produtos finais a serem obtidos e do processo de curtimento a ser utilizado.

Os extratos tânicos (taninos vegetais) foram predominantes nos processos de curtimento desde os primórdios da humanidade até o início da década de 1930, quando o Engenheiro Químico Paulo Jacques Feltes iniciou o curtimento com sal de cromo, um derivado mineral e, que teve um extraordinário incremento, especialmente pelo grande investimento realizado pela Bayer, única produtora de sal de cromo em todo o mundo (MÜLLER, 1996).

Com o advento da Segunda Guerra Mundial, a demanda de couros para fins bélicos aumentou consideravelmente. Os Estados Unidos da América e os países europeus iniciaram grandes importações do Brasil. O couro usado para sola continuava com curtimento ao tanino vegetal, porém os couros para cabedais teriam que ser ao cromo, pois o couro curtido ao cromo é repelente ao fogo e mais impermeável à umidade. A partir de então, o curtimento ao cromo cresceu chegando a representar, em meados dos anos 90, algo em torno de 80% da produção de couros (MÜLLER, 1996).

Somente na década de 1970, com o aprofundamento dos problemas ambientais, que os extratos vegetais esboçaram uma reversão e passaram a ganhar o mercado. Esta reversão encontra-se em processo e, cada vez mais, as sociedades mais conscientes exigem produtos com maior índice de sustentabilidade ambiental e social, que são proporcionados pelos extratos vegetais, em detrimento aos sais de cromo e das demais substâncias curtentes minerais e sintéticas.

Os taninos vegetais, que são metabólitos secundários, são compostos fenólicos de grande interesse econômico e ecológico. Apresentam solubilidade em água e peso molecular compreendido entre 500 e 3000 Dalton, possuindo a habilidade de formar complexos, insolúveis em água, com proteínas, gelatinas e alcalóides (MELLO & SANTOS, 2001). A ligação entre taninos e proteínas ocorre, provavelmente, por meio de pontes de hidrogênio entre os grupos fenólicos dos taninos e determinados sítios das proteínas, emprestando uma duradoura estabilidade a estas substâncias (MONTEIRO et al., 2005).

Os extratos tanantes vegetais (taninos naturais), que são misturas complexas de muitas substâncias, podem ser encontrados em várias partes do vegetal, como madeira (cerne), casca, folhas, frutos e sementes. Tais misturas curtem pelo seu conteúdo em substâncias fenólicas. São constituídos por polifenóis e classificados em hidrolisáveis e condensados. Os taninos hidrolisáveis (pirogálicos) são poliésteres da glicose e são classificados, dependendo do ácido formado de sua hidrólise, em taninos gálicos ou taninos elágicos (PIZZI, 1993). Já os taninos condensados (catequínicos) são constituídos por monômeros do tipo catequina e são conhecidos por flavonóides (HASLAM, 1966; WENZL, 1970; PIZZI, 1993). Pouco se conhece com relação à estrutura dos taninos condensados, a despeito dos numerosos trabalhos executados com estes produtos (HOINACKI, 1989).

Os taninos vegetais podem representar de 2 a 40% da massa seca da casca de várias espécies florestais. Dentre as espécies tradicionalmente exploradas para a produção, destacam-se as apresentadas na Tabela 1, exceto as duas espécies de juremas.

Em trabalho com espécies florestais da Caatinga (Semi-Arido brasileiro), anteriormente desenvolvido por Paes et al. (2006a; 2006b), os teores médios de taninos condensados apresentados nas cascas das espécies estudadas foram de 11,89%; 17,74% e 18,11%, respectivamente para o angico-vermelho, jurema-preta e jurema-vermelha. As juremas (preta e vermelha) não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre si e, apresentaram, em média, 50% a mais de taninos condensados em suas cascas, o que corresponde a ganhos de, aproximadamente, 60 kg de taninos por tonelada de cascas seca processada, em comparação ao angico-vermelho (PAES et al., 2006a; DINIZ, 2008).

Azevedo et al. (2006) cita que a quantidade de taninos produzida pelas cascas de jurema-preta foi de 10,47 kg de taninos/estéreo de madeira ou 197,60 kg de taninos/toneladas de casca seca e, a Superintendência de Administração e Meio Ambiente - SUDEMA (2004) cita que o consumo de lenha no Estado da Paraíba era da ordem 4 milhões de metros estéreos por ano. A partir destas duas informações e, considerando que pelo menos 70% da lenha consumida sejam da espécie jurema-preta, pode-se, a priori, inferir que o Estado da Paraíba possui um potencial teórico de produção de extratos tânicos de jurema-preta, da ordem de 30 mil toneladas/ano. Este potencial poderá ser ampliado significativamente caso seja realizada a recuperação de áreas degradadas por meio de

**Tabela 1** – Espécies produtoras de taninos, partes das plantas, teores de taninos (%) e países de ocorrência natural.

<b>Espécies</b>	<b>Parte da planta</b>	<b>Teor de Taninos (%)</b>	<b>Ocorrências</b>
Quebracho ( <i>Schinopsis</i> sp.)	cerne	25	Argentina, Paraguai, Brasil
Acácia negra ( <i>Acacia mearnsii</i> )	casca	28	Austrália
Eucalipto ( <i>Eucalyptus astringens</i> )	casca	40 a 50	Austrália
Mangue-vermelho ( <i>Rhizophora candelária</i> )	casca	20 a 30	Brasil
Mangue-branco ( <i>Rhizophora mangle</i> )	casca	20 a 30	Brasil
Jurema-preta ( <i>Mimosa tenuiflora</i> )	casca	18	Brasil
Jurema-vermelha ( <i>Mimosa arenosa</i> )	casca	18	Brasil
Angico-vermelho ( <i>Anadenanthera colubrina</i> )	casca	12	Brasil

Fontes: PANSKIN et al. (1962); HASLAM, (1966); TANAC S.A., (2005); PAES et al. (2006a; 2006b).

plantios comerciais de jurema-preta, nos moldes do trabalho que vem sendo realizado pela Empresa Carbomil S. A., em Limoeiro do Norte – CE, ou ainda realizando-se um trabalho semelhante ao das associações de reposição e ou recuperação florestal existentes no estado de São Paulo, porém utilizando espécies da Caatinga.

## 2.4 Outras Utilizações dos Taninos Vegetais

Além da importância no curtimento de peles, os taninos são utilizados pela indústria de petróleo, como agente dispersante para controlar a viscosidade de argilas na perfuração de poços (PANSKIN et al., 1962; DOAT, 1978), sendo, também, empregados no tratamento de água de abastecimento e residuárias (SILVA, 1999), na fabricação de tintas e adesivos (TRUGILHO et al., 1997) e, em virtude de suas propriedades anti-sépticas, vêm sendo testados contra organismos xilófagos (COUTO, 1996; GONZÁLEZ LOREDO, 1996; SHIMADA, 1998).

A partir dos taninos vegetais são desenvolvidos produtos que atendam a variadas aplicações, como condicionadores de lama para perfurações de poços de petróleo, redutores de viscosidade de massas cerâmicas, aglutinantes para negro-de-fumo, defloculantes em concreto, agentes de suspensão em formulações de agroquímicos, permitindo, também, formulações especialmente adaptadas à necessidade do cliente (TANAC, 2010).

A indústria moderna, que tem preocupação com as questões ambientais, utiliza os taninos vegetais no curtimento de peles há mais de trinta anos. E a cada dia é descoberta mais utilidades, como é o caso dos floculantes, para tratamento de água e esgoto (MARTINEZ, 1996; PELLINI, 1995; SILVA, 1999).

Portanto, independentemente do problema da exploração predatória do angico-vermelho na região do Cariri Paraibano, é muito importante o desenvolvimento de pesquisas sobre novas fontes de taninos vegetais e das suas potencialidades de aplicações.

## **2.5 Curtumes e Processos de Curtimento de Peles**

O objetivo de transformar a pele em couro é, por um lado, preservar as propriedades originais como resistência à tração, viscoelasticidade e abrasão, e, por outro, eliminar problemas, tais como a facilidade de decomposição e rigidez ao secar e, ainda, acrescentar outras vantagens, como a resistência térmica e permeabilidade aos gases (BIENKIEWICZ, 1983; JACINTO et al., 2005).

O homem primitivo, em determinado momento, percebeu que havia a possibilidade de se cobrir com peles de animais para se proteger das intempéries. Isto ocorreu, basicamente, por que ele descobriu que ao colocar as peles a uma pequena altura acima do mesmo fogo em que assava sua refeição, as peles passavam a ter uma durabilidade maior, o que significa dizer que levavam mais tempo para apodrecer, devido ao contato com substâncias fenólicas com caráter tânico presente nas fumaças. Ele, certamente, não imaginava que a sua necessidade básica se transformaria em um dos mais promissores ramos da indústria mundial (CORRÊA, 2010).

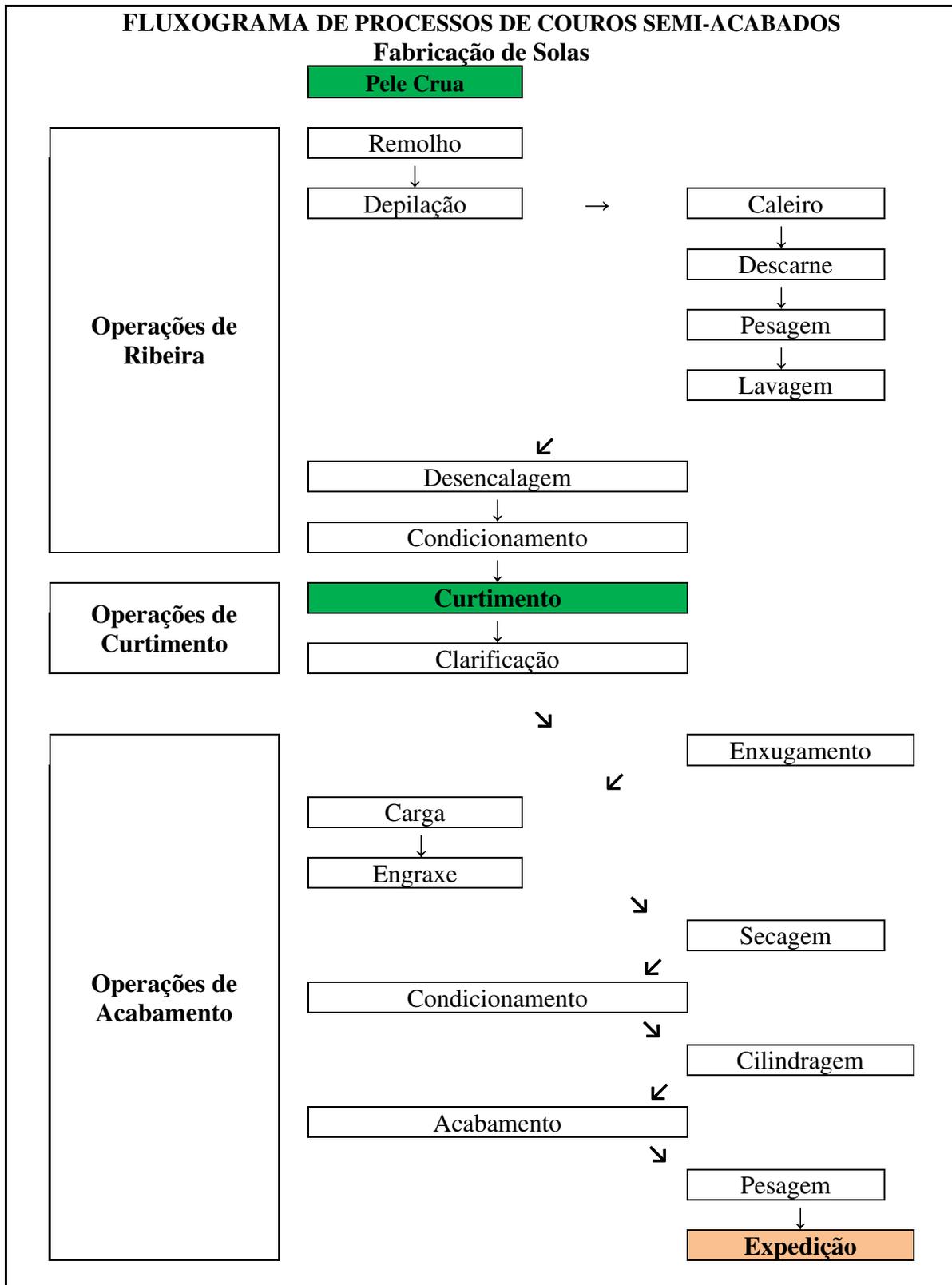
O curtimento vegetal, praticado desde a Antiguidade, foi substituído, a partir da revolução industrial, por novas substâncias químicas, como os taninos concentrados e sintéticos, e os curtimentos minerais com cromo, alumínio, zircônio e titânio. Atualmente, o

curtimento ao cromo é industrialmente o mais utilizado. No entanto, os resíduos deste processo são considerados perigosos à saúde pública e ao meio ambiente e, por isto, a indústria curtumeira tem se voltado novamente aos curtimentos que utilizam os extratos tânicos vegetais (taninos vegetais), que são menos poluentes (BAU, 2010). Ainda segundo este autor, em função da crescente discussão sobre o desenvolvimento sustentável, todo o setor industrial tem se esforçado em aplicar as tecnologias mais limpas em seus processos. No segmento dos curtumes (setor coureiro), que já foi considerado um dos mais poluidores e, muitos ainda o são, não está indiferente a estas questões. O cromo, que atualmente é a substância curtente mais utilizada no processo de curtimento industrial de peles, vem sendo gradativamente substituído por substâncias curtentes alternativas. Uma das opções, social e ambientalmente sustentável, são os extratos tânicos vegetais que, nas peles, transformam as proteínas existentes em produtos resistentes à decomposição.

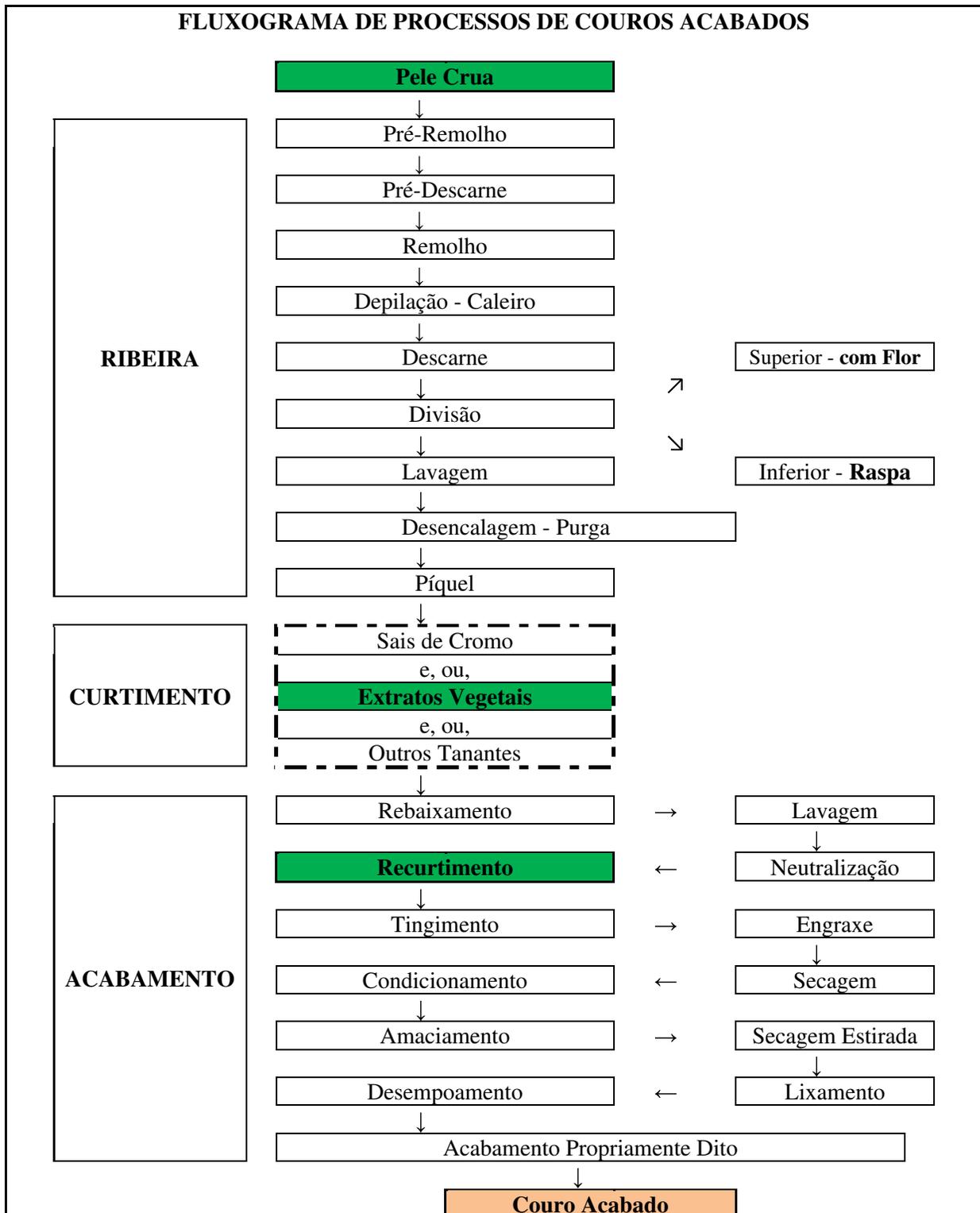
Segundo Müller (1996), o curtume é uma indústria de transformação, na qual uma pele putrescível, quando *in natura*, é transformada em um couro imputrescível, macio, sedoso e que, por vezes, recebe no final um acabamento pigmentado ou em anilina, nas cores e brilhos desejados, bem como em estamparias imitando répteis.

Curtumes são instalações industriais nas quais são processadas as peles de animais domésticos e, eventualmente, também de animais selvagens visando à obtenção de diversos tipos de couros. Os curtumes podem ser de vários tipos e tamanhos, em função do tipo de couro que produz (semi-acabado e acabado) e da capacidade produtiva instalada (Figuras 9 e 10). O couro constitui a pele do animal preservada da putrefação por processos denominados de curtimentos e, que a tornam flexível, macia e sedosa. Nos processos de curtimento a natureza fibrosa da pele é mantida, porém, as fibras são previamente separadas pela remoção do tecido interfibrilar e pela ação de produtos químicos. Denomina-se de curtimento ao conjunto das diversas operações que ocorrem em um curtume durante a transformação das peles em couro semi-acabado ou acabado. Em geral a preparação de todos os tipos de couros compreende três operações básicas: ribeira; curtimento e recurtimento e, de acabamento, conforme demonstrado esquematicamente nas Figuras 9 e 10, (BELAVSKY, 1965; HOINACKI, 1989; CUSTÓDIO NETO, 2009).

Segundo esses autores, na operação de ribeira realiza-se um pré-tratamento das peles, a preparação das peles para a etapa de curtimento e recurtimento. A maioria das



**Figura 9** – Fluxograma simplificado de um curtume para produção de solas.



**Figura 10** – Fluxograma de curtimento para couros acabados, de melhor qualidade, destinados a produtos de maior valor agregado.

substâncias e estruturas não formadoras do couro deve ser removida durante a operação de ribeira. A pele se constitui de três camadas: a epiderme; a derme e a hipoderme. A epiderme e a hipoderme devem ser removidas nas operações de ribeira, enquanto a derme deve ser preparada para o processo de curtimento. Porém, existem situações, como no caso do curtimento de pelicas, em que a epiderme é integralmente utilizada. A derme apresenta uma estrutura fibrosa, em que as fibras são dispostas em diversas formas e direções. No preparo da derme para o curtimento, propriamente dito, as fibras devem sofrer intumescimento e separação. Dependendo do grau desejado de flexibilidade e de elasticidade nos produtos finais, semi-acabados ou acabados, certa quantidade de substâncias que envolvem as fibras (material interfibrilar) deve ser removida. As operações de ribeira incluem o remolho, a depilação e, ou caleiro, a desencalagem, a purga e o píquel.

No processo de curtimento as peles previamente preparadas são tratadas com soluções de substâncias curtentes (tânicas ou tanantes), tornando-se imputrescíveis. Inúmeras substâncias agem como curtentes, podendo ser divididas em três categorias: curtentes vegetais; curtentes minerais e, outros tipos de curtentes. Na etapa de acabamento, além do recurtimento, são executados, em linhas gerais, tratamentos complementares às operações anteriores e que darão a aparência e o aspecto final ao couro semi-acabado e ou acabado. O acabamento inclui as operações de recurtimento, tingimentos, engraxe, secagem e acabamento propriamente dito, que abrange a aplicação de pintura, estamparia, entre outros (BELAVSKY, 1965; HOINACKI, 1989; CUSTÓDIO NETO, 2009).

## **2.6 Caracterização Físico-Mecânica de Couros**

Para que os padrões de qualidade internacional sejam atendidos, além de um rigoroso controle do processo de curtimento, faz-se necessário o controle da qualidade do produto final, ou seja, dos couros semi-acabados ou acabados.

A qualidade da pele e do couro, após o curtimento, está relacionada com o manejo do animal durante sua criação, com os processos de abate (contenção do animal, abate, linhas de corte, esfola) e ao curtimento (conservação das peles, armazenamento das peles conservadas e curtimento), (JACINTO, 2011).

Corroborando com este entendimento Costa et al. (1998); Villarroel et al. (2004b) enfatizam que para efeito da comercialização industrial, a pele deve apresentar certos requisitos, de acordo com a utilização do produto final, que pode ser afetado por fatores que vão desde a qualidade da pele oferecida pelo produtor até sua transformação em couro no curtume, englobando tanto os fornecedores de matéria-prima e de insumos, como a indústria de processamento.

Seguindo este entendimento, Machado & Ruaro (1989), afirmam que o couro deverá atender a determinados requisitos, de acordo com a utilização final pretendida. Tais requisitos qualitativos dificilmente serão atendidos controlando-se somente as variáveis dos processos de curtimento e de acabamentos. Portanto, faz-se necessário que a indústria coureira implante a sua política global de controle de qualidade. A uniformidade do couro depende de um amplo programa de controle de qualidade, o qual deverá envolver os seus fornecedores de matéria-prima, o processo de curtimento (qualidade da água utilizada; mão de obra técnica e administrativa; os insumos químicos; a infra-estrutura; e dos equipamentos) e, o couro no estado semi-acabado ou acabado. Para garantir o controle da qualidade dos couros são utilizados ensaios físico-mecânicos e físico-químicos.

Para Jacinto (1996), citado por Villarroel et al. (2004a), na indústria, a qualidade do couro é avaliada por ensaios físico-mecânicos, por meio da carga e resistência à tração, da carga e resistência ao rasgamento e da resistência da flor à distensão, para atender determinados requisitos na comercialização de acordo com a sua utilização.

Os ensaios físico-mecânicos são os meios para a verificação e a garantia da qualidade de peles e couros e devem fazer parte de um programa global da empresa para a implantação e manutenção do sistema da qualidade (JACINTO, 2011).

Vários são os fatores que influenciam na resistência do couro, tais com as técnicas aplicadas no curtimento, no recurtimento e no engraxe, assim como, no acabamento, a estrutura histológica da pele e a direção de retirada dos corpos de prova (MACHADO et al., 2002; SOUZA, 2003; SOUZA et al., 2003; KOZUKI et al., 2004; SOUZA, 2004).

Segundo a BASF (2004) e Godoy et al. (2010), os valores de referência para couros curtidos ao cromo para vestuário, independentemente do tipo de recurtimento, deve ser de

no máximo 60% para o alongamento na ruptura, no mínimo de 25 N/mm<sup>2</sup> de resistência à tração e, no mínimo, 35 N/mm para a resistência de rasgamento progressivo.

São apresentados na Tabela 2 os valores de referência para características de couros de acordo com as normas e, ou instituições (JACINTO et al.; 2005). Ressalta-se que são valores referenciais que possuem graus variáveis de conflitos entre si e, que são utilizados para couros bovinos curtidos ao cromo. Não foram encontradas referências de normas específicas para couros caprinos e ou peles que tenham sido curtidas e recurtidas com taninos vegetais. Normalmente estes produtos são avaliados segundo as normas e valores referências contidos na Tabela 2.

**Tabela 2** – Valores de referências para os ensaios físico-mecânicos para couro bovino.

Ensaio	Unidades	Instituições Normatizadoras			
		UNIDO <sup>1</sup>	BASF <sup>2</sup>	SENAI <sup>3</sup>	PFI <sup>4</sup>
Resistência à tração	N/mm <sup>2</sup>	= 20	= 20	= 17,60	= 14,70
Alongamento (alongação)	(%)	< 80	> 40	= 40	-
Resistência ao rasgamento	N/mm	= 40	= 40	-	= 50
Lastômetro	(mm)	-	= 7,0	> 7,2	> 7,0

(<sup>1</sup>) Fonte: MUNZ (1999); (<sup>2</sup>) Abril de 2004; (<sup>3</sup>) Senai - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Fonte: HOINACK (1989); (<sup>4</sup>) PFI - Prüf und Forschungsinstitut – Pirmasens.

Villarroel et al. (2004a), avaliando couros caprinos de dois diferentes grupos genéticos (Boer ou Anglo Nubiano), constataram que não houve diferenças significativas de resistência entre os couros, para os ensaios de tração e de rasgamento progressivo. Entretanto, foram observadas diferenças significativas entre as regiões da paleta, da anca e do ventre, em todos os parâmetros estudados nos ensaios de tração e de rasgamento progressivo, com os maiores valores de espessura, resistência e alongamento encontrados na paleta, região mais próxima do grupão.

Portanto, a utilização de reprodutores exóticos da raça Boer ou Anglo Nubiano em cruzamentos, para melhorar a produção de carne dos caprinos da região nordeste, não influencia a qualidade do couro dos animais. Observou-se, em ambos os grupos genéticos, grande variação individual nos ensaios de tração e rasgamento progressivo entre as amostras das regiões da paleta, anca e ventre, bem como entre elas, uma característica comum aos couros, que são produtos desuniformes por natureza. Estes resultados corroboram com Bal (1984), segundo o

qual a estrutura e a espessura da pele dos animais domésticos variam segundo a região e são influenciadas pela raça, idade e pelo sexo do animal.

Segundo Villarroel et al. (2004b), couros de animais mestiços deslanados Santa Inês apresentaram maior resistência à tração quando comparados com mestiços lanados Texel, aspecto determinante para a qualidade do produto na indústria coureira. Portanto, o uso em cruzamento de reprodutores lanados com ovelhas deslanadas, para melhorar a produção de carne dos ovinos no nordeste influencia negativamente a qualidade dos couros, fato que deve ser considerado na avaliação da utilização de reprodutores lanados.

Couros de fêmeas bovinas apresentaram maior resistência em relação aos couros de machos (castrados e não-castrados). Menores resistências nos corpos-de-prova foram apresentadas pelos couros de bovinos machos não castrados. Um couro de maior resistência é tido como de melhor qualidade para as indústrias calçadistas e automotivas, pois é a resistência que define quais são os melhores empregos e, a partir dela, resultar em produtos mais duráveis, garantindo a qualidade necessária para os consumidores finais. Os corpos-de-prova dos sistemas de terminação demonstraram que os bovinos alimentados com concentrado a base de sorgo, no sistema confinamento, apresentaram menores médias quanto à resistência e a força empregada nos testes físico-mecânicos. Este fato pode estar relacionado diretamente à idade dos animais, pois os bovinos terminados em pastagem eram mais velhos em relação aos terminados em confinamento (GOMES, 2007).

Paes et al. (2006b), utilizando extratos tânicos de quatro espécies que ocorrem na Caatinga e comparando-os com o extrato tânico da Acácia negra (*Acacia mearnsii*), obtiveram os seguintes resultados para a tração na direção paralela 26,53; 22,41 e 20,53 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente, a Jurema-preta, Acácia negra e Jurema-vermelha. A Jurema-preta foi superior e não houve diferença estatisticamente significativa entre a Acácia negra e a Jurema-vermelha. Para a tração na direção normal (perpendicular) os resultados foram de 18,09; 17,70 e 13,61 N/mm<sup>2</sup>, respectivamente, a Jurema-vermelha, Jurema-preta e Acácia negra. Não havendo diferença estatisticamente significativa entre a Jurema-vermelha e Jurema-preta. Tendo sido a Acácia negra inferior inclusive as outras duas espécies em estudo (Angico-vermelho e Cajueiro). Na direção perpendicular às fibras, apenas a pele curtida com os taninos de jurema-vermelha atingiu resultado superior ao da exigência

técnica mínima para couros, que é de  $18 \text{ N/mm}^2$  e na direção paralela às fibras, todos os taninos testados superaram a exigência técnica mínima (ABNT, 1997).

Para o teste de alongamento, na direção paralela às fibras, as peles curtidas com os extratos tânicos de Cajueiro e de Angico-vermelho apresentaram os melhores resultados e, na direção perpendicular às fibras, estes apresentaram os piores resultados. Apenas a pele curtida com Jurema-preta ficou abaixo de 40%, exigência técnica mínima (ABNT, 1997) para o teste (PAES et al., 2006b).

Ainda segundo estes mesmos autores, todos os resultados do teste de rasgamento progressivo foram semelhantes estatisticamente, excluindo-se a pele curtida com jurema-preta e aplicação da carga na direção paralela às fibras e, conforme tais resultados as peles curtidas com os extratos tânicos das espécies testadas são indicadas para confecção de calçados com forro, cuja exigência técnica mínima é de  $34,3 \text{ N/mm}^2$  (ABNT, 1997).

Esses resultados indicam o potencial, para utilização no curtimento de peles, dos extratos tânicos obtidos de espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido brasileiro, porém, há a necessidade de desenvolver pesquisas que indiquem as melhores formas de aplicação desses extratos tânicos quer seja para a indústria de curtume ou de outras utilizações nas quais estes extratos vegetais (taninos) possam ser empregados. Os extratos tânicos de cajueiro, de jurema-preta e de jurema-vermelha apresentaram capacidade curtente para peles de caprinos, representada pelos valores de resistência das peles curtidas e, a efetiva utilização destes pelos curtumes da região Nordeste certamente contribuirá para aliviar a pressão antrópica exercida sobre populações remanescentes de angico-vermelho (PAES et al., 2006b).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa, as espécies angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.), foram tecnicamente avaliadas no tocante a utilização dos seus respectivos extratos tânicos (taninos vegetais) no processo de curtimento ao vegetal de peles caprinas. A qualidade dos couros semi-acabados produzidos foi avaliada por meio de ensaios físico-mecânicos.

#### 3.1 Procedências das Cascas Utilizadas na Obtenção dos Extratos Tânicos

Para a produção dos extratos tânicos (taninos vegetais) foram obtidas cascas de árvores nas localidades constantes na Tabela 3.

**Tabela 3** – Locais de obtenção das cascas para a produção dos extratos tânicos.

Espécies	Propriedade	Proprietários	Município	Coordenadas	
				Latitude S	LongitudeW
Angico-vermelho	-	ARTEZA	Cabaceiras - PB	7° 29' 20"	36° 17' 13"
Jurema-preta	Fazenda Lameirão	UFCG	Santa Terezinha - PB	7° 06' 57"	37° 27' 7"
Jurema-vermelha	Sítio Boa Vista	Francisco F. da Silva	Itapetim - PE	7° 22' 42"	37° 11' 25"

Fontes: SUDEMA (2004); IBGE (2008) e PAES et al. (2008).

#### 3.2 Preparação das Cascas, Extração, Secagem e Moagem dos Extratos Tânicos

Para a obtenção dos extratos tânicos (taninos vegetais), as cascas foram secas ao ar até alcançar teor de umidade em torno de 10%, em seguida reduzidas a fragmentos menores, com o auxílio de uma forrageira e, posteriormente, peneiradas, resultando em material com granulometria superior a 60 “mesh”, do qual as substâncias tânicas foram extraídas em água destilada, à temperatura de ebulição.

Nas extrações, foram adicionados 10 litros de água para cada 2 kg de casca (relação 5:1). Cada amostra de casca foi submetida a duas extrações consecutivas, a fim de se retirar

a máxima quantidade de substâncias tânicas presentes. Assim, a relação final água:casca foi de 10:1. As amostras foram submetidas à fervura, em autoclave com capacidade de 48 litros, dentro de um recipiente cilíndrico, confeccionado em aço inox, com capacidade de, aproximadamente, 30 litros (diâmetro de 30,50 cm e altura de 40 cm), durante duas horas.

Após cada extração, o material foi passado em coador confeccionado em tecido grosso (“jeans”), depois em peneira confeccionada com tecido de tela de “silk screen” e, posteriormente, em peneira de 150 “mesh”, para a retenção de partículas finas de casca. Os extratos obtidos foram homogeneizados e vertidos em bandejas de alumínio (assadeiras) com dimensões 5 x 40 x 60 cm, postos para evaporar ao ar livre até atingir  $\pm 50\%$  de teor de sólidos e, em seguida, conduzidos a uma estufa com ventilação forçada e, a temperatura mantida a  $70 \pm 3$  °C, até a completa evaporação da umidade.

Os materiais anidros (extratos secos) foram moídos em multiprocessador doméstico e passados em peneira de 60 “mesh”. Estas etapas foram repetidas até a obtenção de, no mínimo, 20 kg de extratos tânicos em pó (taninos vegetais) para cada espécie florestal, quantidade esta, tida como a mínima necessária para o curtimento de, pelo menos, três peles caprinas com cada um dos extratos tânicos.

Esta etapa do trabalho foi realizada no Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (LTPF), da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Patos.

### **3.3 Processos de Curtimento e de Recurtimento das Peles Caprinas**

As peles foram submetidas ao processo de curtimento (ribeira, curtimento e acabamento) desenvolvido no Curtume Moderno S.A., localizado em Petrolina – PE, reconhecido mundialmente e que possui vasta experiência no ramo de curtimento de peles, conferindo, desta forma, maior credibilidade aos resultados da pesquisa, uma vez que constituem resultados obtidos com mão-de-obra especializada e no laboratório de uma grande planta industrial de curtimentos.

Preliminarmente, foram realizados ensaios com pequenas amostras de peles e com os estratos tânicos em estudo, em bancada de laboratório, necessários para ajustes do

processo curtimento. A partir dos resultados obtidos nestes ensaios foram estabelecidos os procedimentos a serem adotados com as peles utilizadas na pesquisa.

Foram selecionadas nove peles caprinas com características homogêneas, que estavam em pleno processamento e já haviam passado pela etapa do processo de ribeira, isto é, foram selecionadas após a operação de piquelagem, ou seja, no momento anterior à entrada das peles na etapa de curtimento. A partir dessa etapa é que foram introduzidas alterações no processo de curtimento e acabamento (recurtimento), em função de testes preliminares desenvolvidos com os extratos tânico das três espécies em estudo. A principal alteração foi a introdução dos extratos tânico (taninos vegetais) em substituição ao cromo e ao extrato tânico de Acácia negra, taninos normalmente utilizados pelo curtume, respectivamente para o curtimento e o recurtimento.

A partir da piquelagem, as nove peles foram divididas em três lotes com três peles cada e, cada um dos lotes curtido e recurtido com um dos extratos tânico avaliados.

### **3.4 Qualidade dos Couros e Ensaio Físico-Mecânico**

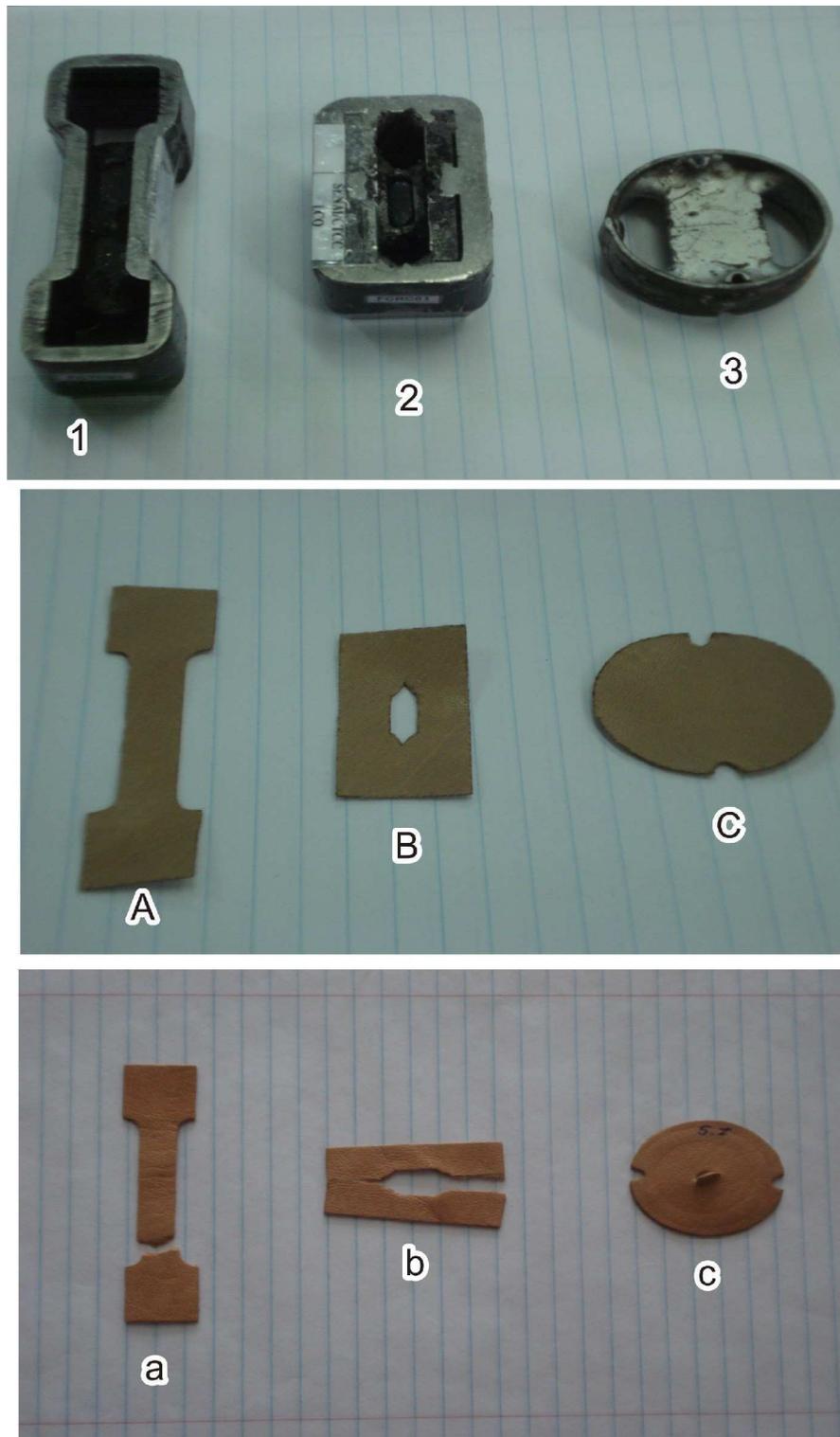
As características físico-mecânico dos couros avaliados foram a resistência à tração, o alongamento, o rasgamento progressivo, a distensão e a força de ruptura da flor das peles curtidas. Os ensaios foram realizados no Laboratório de Controle da Qualidade, do Centro de Tecnologia do Couro e do Calçado “Albano Franco” (CTCC), do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI - PB), em Campina Grande - PB, o qual se encontra devidamente acreditado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), sob número 0141.

Para a avaliação das características físico-mecânico dos couros foram empregadas as seguintes Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), apresentadas na Tabela 4, em ordem sequencial de execução das operações ou etapas.

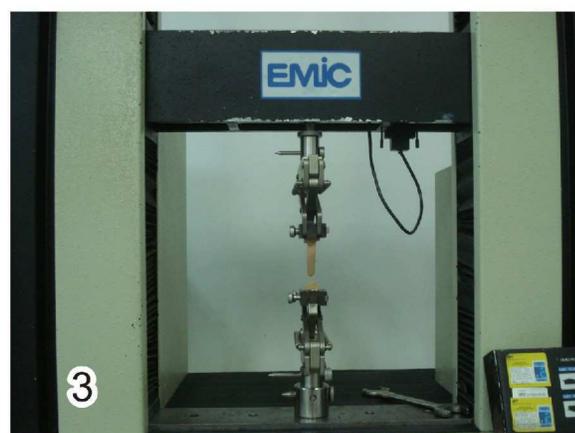
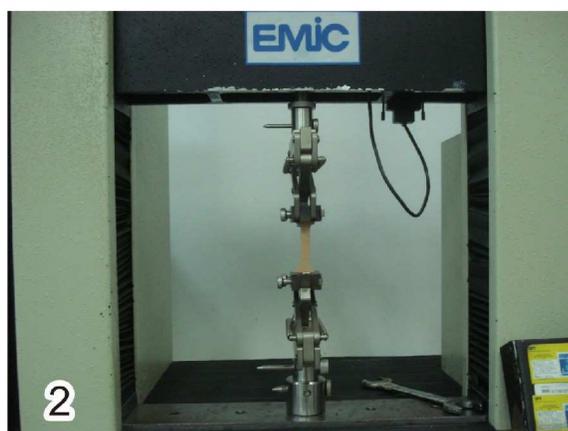
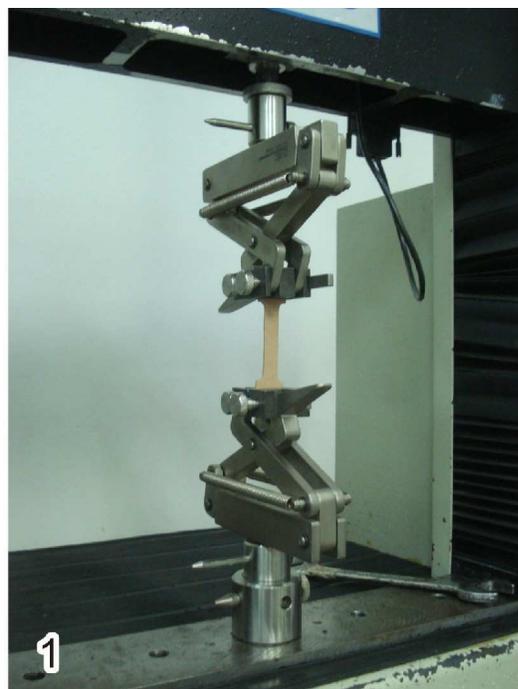
As figuras 11, 12, 13 e 14 apresentam equipamentos e detalhes da obtenção dos corpos de provas e da realização dos ensaios.

**Tabela 4** – Descrição do conjunto de normas técnicas da ABNT utilizadas para a obtenção, climatização e realização dos ensaios físico-mecânicos, dos corpos de provas retirados dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies avaliadas.

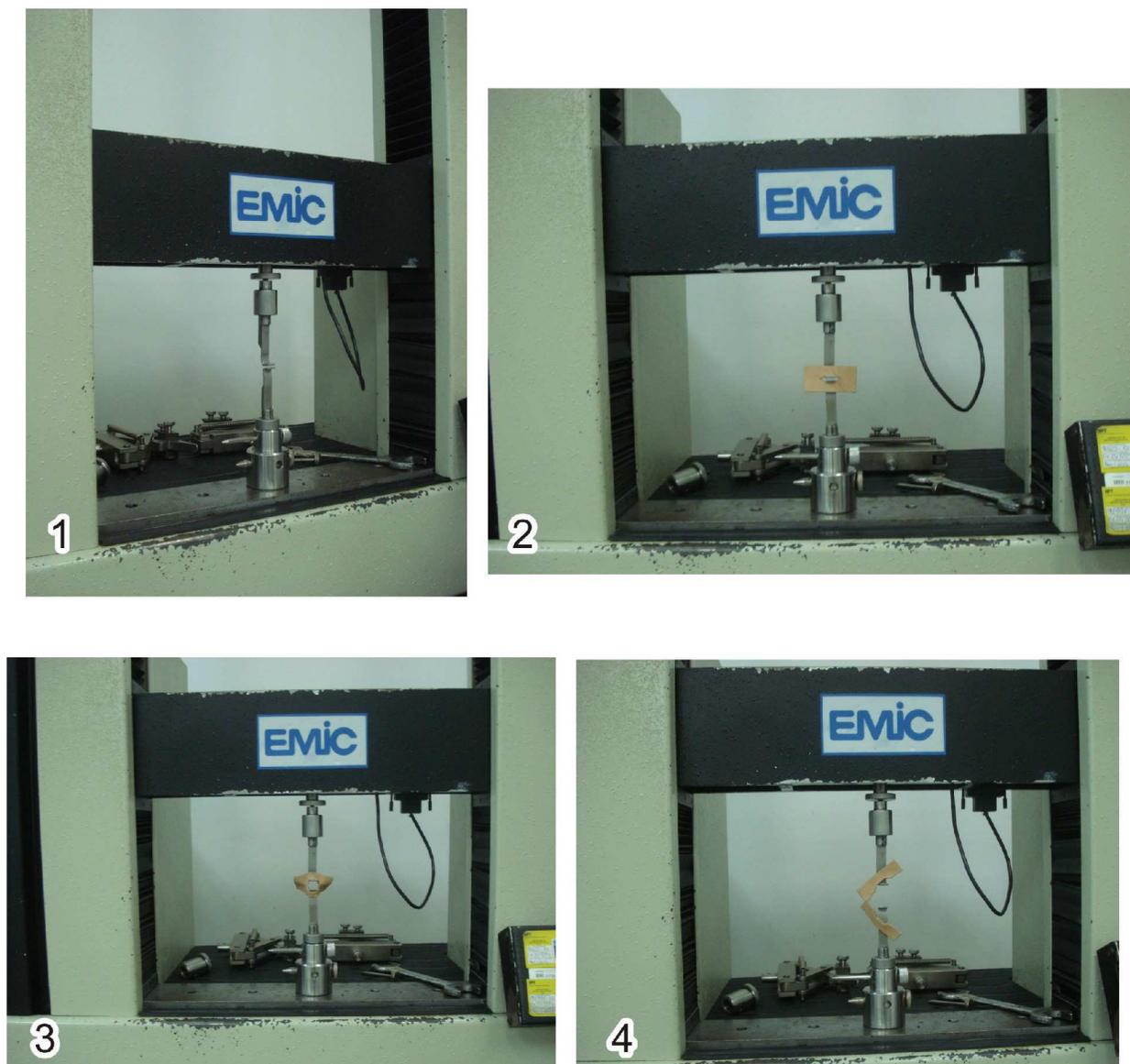
CÓDIGO	ANO	TÍTULO	OBJETIVO
<b>NBR 11032</b>	<b>1998</b>	Peles e couros - Tomada do pedaço-de-prova – Procedimento.	Fixar as condições exigíveis para a tomada do pedaço-de-prova em peles e couros. Esta Norma se aplica à execução de ensaios químicos e físico-mecânicos em qualquer tipo de pele ou couro
<b>NBR 11035</b>	<b>2005</b>	Couro - Corte de corpos-de-prova.	Fixar os requisitos exigíveis para o corte de corpos-de-prova em couro, para ensaios físico-mecânicos.
<b>NBR 10455</b>	<b>2006</b>	Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos	Fixar os requisitos exigíveis para a climatização de amostras de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos.
<b>NBR 11052</b>	<b>2005</b>	Couro - Determinação da espessura.	Estabelecer o método para determinação da espessura de todos os tipos de couro.
<b>NBR 11041</b>	<b>1997</b>	Couros - Determinação da resistência à tração e ao alongamento.	Prescrever o método para a determinação da resistência à tração e ao alongamento para todos os tipos de couros.
<b>NBR 11055</b>	<b>2005</b>	Couro - Determinação da força de rasgamento progressivo.	Estabelecer o método para determinação da força de rasgamento progressivo para todos os tipos de couro, exceto couro-sola.
<b>NBR 11669</b>	<b>2005</b>	Couro - Determinação da ruptura e da distensão da flor – Lastômetro.	Estabelecer o método para determinação da distensão da flor de um couro até a sua ruptura.



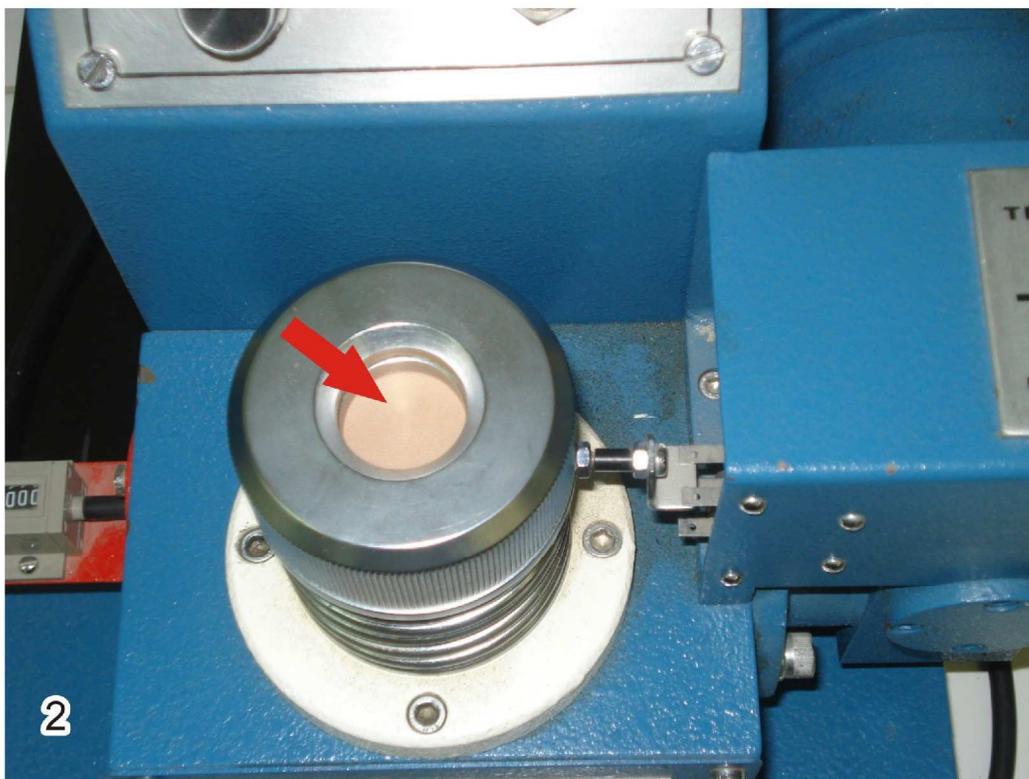
**Figura 11** – Ferramentas empregadas para o corte de corpos de prova de tração e alongamento (1), rasgamento progressivo (2) e, de distensão e ruptura da flor (3). Corpos de prova cortados (A, B, C) e ensaiados (a, b, c).



**Figura 12** - Equipamento de ensaios de tração e alongamento. (1) Vista lateral das garras; (2) vista frontal e ensaiando e, (3) corpo de prova rompido.



**Figura 13** – Ensaio de Rasgamento Progressivo. Detalhe das garras (1), da colocação do corpo de prova (2), do ensaio em andamento (3) e, do corpo de prova rompido (4).



**Figura 14** – Ensaio de Distensão e Ruptura da Flor (Lastômetro). (1) Vista geral do equipamento de ensaio (Lastômetro) e, (2) detalhe mostrando a posição do corpo de prova, indicada pela seta vermelha.

### 3.5 Delineamento Experimental e Análises Estatísticas

Para as avaliações da resistência à tração, ao alongamento e ao rasgamento progressivo dos nove couros caprinos curtidos com os três extratos tânicos experimentais empregou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, em que foram estudados os seguintes fontes de variação: extratos tânicos das espécies florestais (com três níveis) e direções nos couros (com dois níveis; amostras obtidas na direção céfalo-caudal (paralela) e perpendicular (normal) ao dorso do animal), em três couros curtidos para cada espécie (extrato tânico) e com cinco repetições por couro, totalizando 90 corpos de prova, sendo 45 em cada direção.

Para as avaliações das variáveis distensão da flor e de resistência à ruptura da flor das peles curtidas foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado, em que foi estudado o efeito dos extratos tânicos das espécies florestais, em três couros para cada espécie e, três repetições por couro, totalizando 27 corpos de prova.

Para permitir as análises, os dados em porcentagem foram transformados em arcsen [raiz quadrada (valor em porcentagem/100)]. Esta transformação dos dados, sugerida por Steel e Torrie (1980) foi necessária para homogeneizar as variâncias.

O Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), desenvolvido pelo Centro de Processamento de Dados (CPD), da Universidade Federal de Viçosa (UFV), foi utilizado nas análises estatísticas dos dados.

Foram realizadas análises de variância e, quando constatada a significância estatística para os fatores ou interações analisados, foram aplicados testes de médias. As interações, quando significativas, foram devidamente desdobradas e as médias comparadas (Tukey a 5% de significância).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As peles de caprinos foram curtidas com as espécies angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.), jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir) e jurema-vermelha (*Mimosa arenosa* (Willd.) Poir.), empregando-se o mesmo procedimento utilizado, pelo Curtume Moderno S. A., localizado em Petrolina – PE, para o curtimento ao cromo e o recurtimento com extrato tânico de acácia negra (*Acacia mearnsii*), que é a espécie mundialmente mais utilizada. O extrato tânico de jurema-preta apresentou boa penetração e difusão nas peles, não necessitando de dispersantes, o que não ocorreu com os extratos tânicos do angico-vermelho e da jurema-vermelha (PAES et al., 2008; DELGADO, 2011).

Os extratos tânicos (taninos vegetais) das espécies experimentais jurema-preta, jurema-vermelha e angico-vermelho, sendo esta última, praticamente, a única empregada pelos curtumes tradicionais da Região Nordeste (PAES et al., 2006a e PAES et al, 2006b), curtiram bem as peles, tendo os couros resultantes apresentado bom acabamento e lisura, semelhantes aos curtidos com o extrato tânico de acácia negra (PAES et al., 2008; DELGADO, 2011).

Os couros obtidos foram manuseados por técnicos em couros e tanantes do Curtume Moderno S. A., Petrolina - PE e, do Centro de Tecnologia de Couros e Tanantes “ALBANO FRANCO”, Campina Grande – PB, que foram unânimes em afirmar que os mesmos possuíam excelentes qualidades organolépticas como cor, flexibilidade e maciez, aspectos da flor, entre outras, características decisivas tanto para o setor industrial como para o consumidor final. Expressaram, também, a superioridade qualitativa dos couros produzidos com os extratos das juremas (preta e vermelha) em relação aos produzidos com o extrato de angico-vermelho.

### 4.1 Tração, Alongamento e Rasgamento Progressivo na Direção Paralela ao Dorso do Animal

A Tabela 5 apresenta os resumos das análises de variância (ANOVA) das características de resistência à tração, ao alongamento e, ao rasgamento progressivo, na

direção paralela ao dorso do animal, dos couros produzidos, em resposta aos extratos tânicos das espécies estudadas. Verifica-se, por meio dos dados obtidos que todas as variáveis analisadas foram influenciadas significativamente ( $p = 0,01$ ) pela espécie produtora do extrato tânico.

**Tabela 5** - Resumos das análises de variância para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção paralela ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas. Dados em % foram transformados em arcsen [raiz quadrada (alongamento/100)].

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		Tração	Alongamento	Rasgamento
Espécie	2	436,76 **	$0,27 \times 10^{-1}$ **	1.099,15 **
Resíduo	42	18,13	$0,20 \times 10^{-2}$	21,54
Coeficiente de Variação (%)		14,90	6,95	14,24

\*\* - significativo a 1% ( $p = 0,01$ ).

Examinando-se os dados apresentados na Tabela 6, vêem-se as médias das variáveis tração, alongamento e rasgamento progressivo dos couros produzidos, na direção paralela ao dorso do animal, para as diferentes fontes de extrato tânico, percebendo-se a importância do curtimento com a jurema preta que conferiu melhores valores para alongamento e rasgamento e, que foi semelhante à jurema-vermelha em relação à variável tração.

**Tabela 6** – Comparações entre médias para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção paralela ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

Espécies (Extratos Tânicos)	Tração	Alongamento	Rasgamento
Angico-vermelho	22,60 B	32,86 B	24,98 C
Jurema-preta	30,06 A	40,47 A	41,86 A
Jurema-vermelha	33,08 A	33,98 B	30,93 B

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula, para cada característica analisada, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

É importante destacar que durante o processo de transformação do couro em produtos de usos finais como bolsas, sapatos, roupas e, principalmente, quando da utilização desses produtos os couros são constantemente submetidos a esforços de tração paralela e, ou normal, portanto, quanto maior for a sua resistência a tração melhor é a sua qualidade para esta propriedade física. Tanto que, todas as instituições constantes na Tabela 2 (Valores de Referência) determinam valores mínimos para esta característica, dos quais o menor valor é de  $14,70 \text{ N/mm}^2$ , estipulado pelo PFI (instituto Alemão). As demais instituições estabelecem valores de referência pouco superiores, o maior é de  $20 \text{ N/mm}^2$  e estipulado por duas das instituições (UNIDO e BASF).

Todos os extratos tânicos estudados produziram couros que satisfazem a todos os valores de referências para tração apresentados na Tabela 2, portanto, são couros com boa qualidade, considerando-se esta propriedade em relação à direção paralela ao dorso do animal. Não tendo a jurema-vermelha ( $33,08 \text{ N/mm}^2$ ), estatisticamente, diferido da jurema-preta ( $30,06 \text{ N/mm}^2$ ) e, ambas foram superiores ao angico-vermelho ( $22,60 \text{ N/mm}^2$ ). Estes valores encontram-se, também, acima da exigência técnica mínima para couros, que é de  $18 \text{ N/mm}^2$ , conforme NBR 11041 (ABNT, 1997).

Todas as vezes que o couro é submetido ao esforço de tração ele apresentará alguma deformação, no caso denominada por alongamento, ou seja, quando apresentar uma distensão na direção do esforço aplicado. Esta deformação é medida em mm e é referida em % com relação ao comprimento inicial da amostra analisada. Para o alongamento (Tabela 6), os couros produzidos com o extrato tânico da jurema-preta, com um valor médio de 40,47%, foram estatisticamente superiores aos de jurema-vermelha, com 33,98%, que por sua vez não diferiu estatisticamente dos de angico-vermelho (32,86%).

Segundo os valores de referências, para o alongamento, constantes na Tabela 2, o limite superior diz que o alongamento deve ser menor que 80%, para a UNIDO e, o limite inferior deve ser de 40% , para a BASF e SENAI. Neste caso, há duas interpretações para os resultados de alongamento constantes na Tabela 6. Uma mais severa e que considera o valor de referência mínimo de 40% (BASF e SENAI), pelo qual apenas a jurema-preta apresentou resultado satisfatório, ou seja, um valor médio superior ao valor mínimo estipulado por estas duas instituições e, que, também, satisfaz a exigência técnica mínima para este ensaio, que é de 40%, conforme NBR 11041 (ABNT, 1997). A interpretação

menos severa considera o valor de referência máximo de 80% (UNIDO), pelo qual podemos afirmar que todos os extratos tânicos produziram couros que satisfizeram a este critério, ou seja, uma vez que não atingiram o máximo, são de boa qualidade.

Quanto à propriedade de resistência ao rasgamento progressivo a Tabela 2 registra dois valores de referências, um valor mínimo de 40 N/mm para a UNIDO e a BASF e, outro de 50 N/mm para o PFI. Portanto, apenas a jurema-preta, que apresenta um valor médio de 41,86 N/mm, foi superior ao valor de referência da UNIDO e da BASF, como também satisfaz a NBR 11055 (ABNT, 2005), cujo valor mínimo é 35 N/mm, no entanto, nenhum dos extratos tânicos estudados produziu couros que satisfizessem ao valor de referência proposto pelo PFI (Tabela 6).

Avaliando os resultados médios para a resistência ao rasgamento progressivo, constantes na Tabela 6, observa-se que os couros produzidos com o extrato tânico de jurema-preta apresentam resultados superiores aos produzidos com o extrato de jurema-vermelha (30,93 N/mm), que por sua vez foram superiores aos produzidos com o extrato de angico-vermelho (24,98 N/mm). Em função da exigência técnica mínima, para o rasgamento progressivo, da NBR 11055 (ABNT, 2005), somente couros produzidos com o extrato tânico de jurema-preta são indicados para confecção de calçados com forro (PAES et. al., 2006b).

Sempre que os couros forem perfurados e transpassados por linhas e apliques, pelos quais poderão vir a serem tracionados, simultaneamente estarão, também, sujeitos ao esforço de rasgamento progressivo exatamente nestes furos (pontos) em que foram transpassados. O esforço de rasgamento progressivo, tal com o de tração, poderá estar presente tanto no processamento do couro como na utilização dos produtos finais.

#### **4.2 Tração, Alongamento e Rasgamento Progressivo na Direção Normal ao Dorso do Animal**

São apresentados na Tabela 7 os resumos das análises de variância (ANOVA) das características de resistência à tração, ao alongamento e, ao rasgamento progressivo, dos couros produzidos, na direção normal ao dorso do animal, em resposta aos extratos tânicos das espécies estudadas. Verifica-se que todas as variáveis analisadas seguiram a mesma

tendência daquelas avaliadas na direção paralela ao dorso do animal, isto é, foram influenciadas significativamente ( $p = 0,01$ ) pela espécie produtora do extrato tânico.

**Tabela 7** - Resumos das análises de variância para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção normal ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas. Dados em % foram transformados em arcsen [raiz quadrada (alongamento/100)].

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		Tração	Alongamento	Rasgamento
Espécie	2	194,43 **	$0,32 \times 10^{-1}$ **	689,56 **
Resíduo	42	13,43	$0,16 \times 10^{-2}$	14,05
Coeficiente de Variação (%)		14,91	6,73	11,48

\*\* - significativo a 1% ( $p = 0,01$ ).

Observando-se os dados apresentados na Tabela 8, vêem-se as médias das variáveis tração, alongamento e rasgamento progressivo dos couros produzidos, na direção normal ao dorso do animal, para as diferentes fontes de extrato tânico, percebendo-se a importância do curtimento com a jurema preta que conferiu melhores valores para a característica rasgamento progressivo e, que foi semelhante à jurema-vermelha em relação às variáveis tração e alongamento.

**Tabela 8** – Comparações entre médias para os valores de tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e rasgamento progressivo ( $N/mm$ ), na direção normal ao dorso do animal, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

Espécies (Extratos Tânicos)	Tração	Alongamento	Rasgamento
Angico-vermelho	20,45 B	26,25 B	26,72 C
Jurema-preta	26,25 A	33,33 A	40,04 A
Jurema-vermelha	27,06 A	33,79 A	31,16 B

As médias seguidas pela mesma letra maiúscula, para cada característica analisada, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Os resultados médios para a resistência à tração normal, constantes na Tabela 8, de modo geral, apresentaram comportamento semelhantes aos apresentados para a direção paralela, porém, numericamente, inferiores aqueles (Tabela 6). Esta inferioridade das características observadas na direção normal em relação à paralela, possivelmente, ocorreu em razão da anatomia das peles, que apresentam uma quantidade maior de fibras de colágeno e fibras, quase sempre, com diâmetros superiores na direção paralela.

A Tabela 2 apresenta os valores de referências sem distinguir as direções paralelas e normais, portanto, pode-se, também, afirmar que todos os extratos tânicos estudados produziram couros que satisfizeram a todos os valores de referência para a tração. Sendo, então, couros com boa qualidade quanto a resistência à tração normal ao dorso do animal. Não tendo o extrato tânico da jurema-vermelha ( $27,06 \text{ N/mm}^2$ ) diferido, estatisticamente, do extrato da jurema-preta ( $26,25 \text{ N/mm}^2$ ) e, ambos foram superiores ao extrato de angico-vermelho ( $20,45 \text{ N/mm}^2$ ). Tal como para a direção paralela, estes valores encontram-se, também, acima da exigência técnica mínima para couros, que é de  $18 \text{ N/mm}^2$ , conforme NBR 11041 (ABNT, 1997).

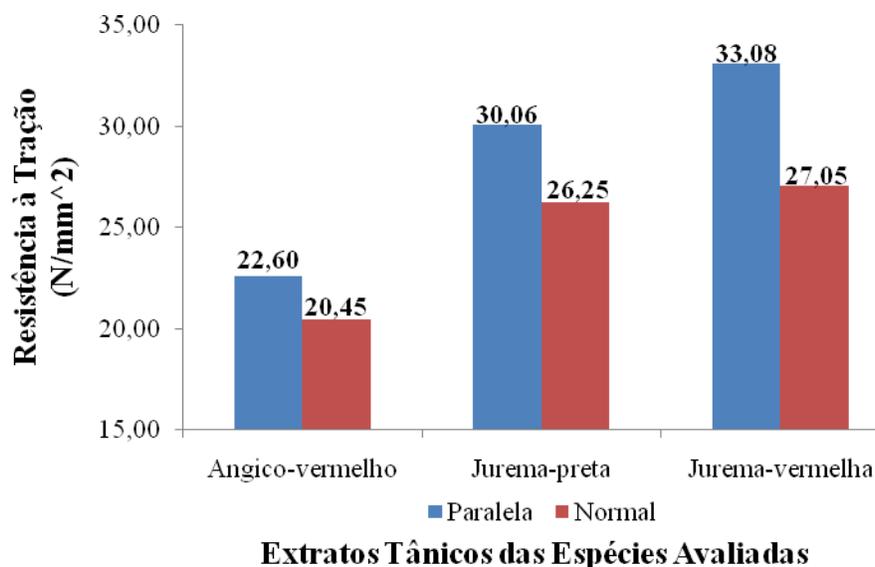
Comportamento semelhante ao da tração normal é observado para o alongamento normal. Não tendo o extrato tânico da jurema-vermelha (33,79%) diferido, estatisticamente, do extrato da jurema-preta (33,33%) e, ambos foram superiores ao extrato de angico-vermelho (26,25%). Portanto, os couros produzidos com os três extratos tânicos satisfizeram ao critério do alongamento máximo ( $< 80\%$ ), estipulado pela UNIDO, porém nenhum satisfiz ao critério do alongamento mínimo ( $= 40\%$ ), da BASF e do SENAI. Estes resultados são inferiores aos observados por Jacinto et. al. (2005), em couros bovinos e, Souza et. al. (2006), em couros de tilápia do Nilo, ambos curtidos ao cromo.

Quanto aos valores médios para a propriedade de resistência ao rasgamento progressivo na direção normal ao dorso do animal (Tabela 8), apenas a jurema-preta, que apresenta um valor médio de  $41,86 \text{ N/mm}$ , foi superior ao valor de referência da UNIDO e da BASF ( $= 40 \text{ N/mm}$ ), no entanto, nenhum dos extratos tânicos estudados produziu couros que satisfizessem ao valor de referência proposto pelo PFI ( $= 50 \text{ N/mm}$ ).

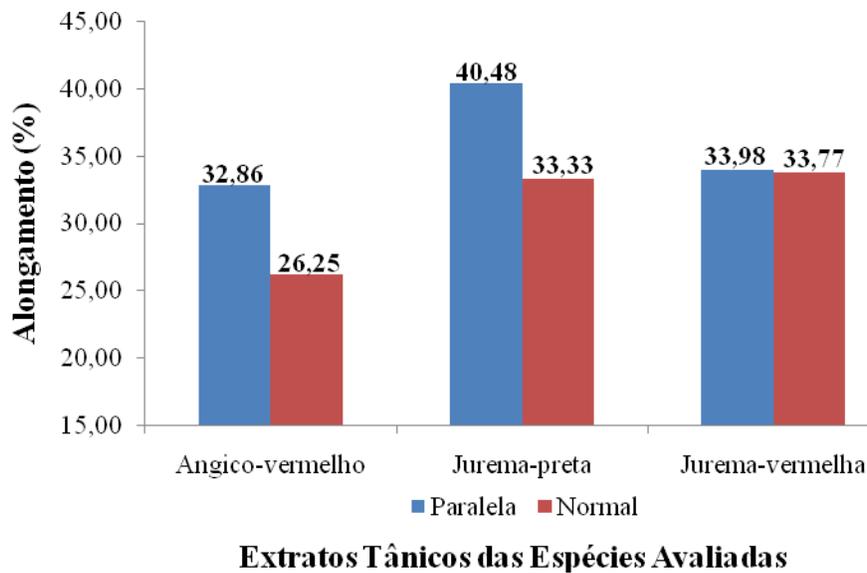
Avaliando os resultados médios para a resistência ao rasgamento progressivo, constantes na Tabela 8, observa-se que o valor médio para os couros produzidos com o extrato tânico de jurema-preta foi estatisticamente superior ao valor médio dos couros

produzidos com o extrato de jurema-vermelha (31,16 N/mm), que por sua vez foi estatisticamente superior aos produzidos com o extrato de angico-vermelho (26,72 N/mm). Tais valores são inferiores aos encontrados por Villarroel et. al. (2004a e 2004b ) para peles de caprinos curtidas ao cromo, exceto para a jurema preta na direção paralela em relação aos de 2004b, entretanto acredita-se que esta característica poderá ser melhorada com a inclusão modificações no processo de curtimento e de recurtimento.

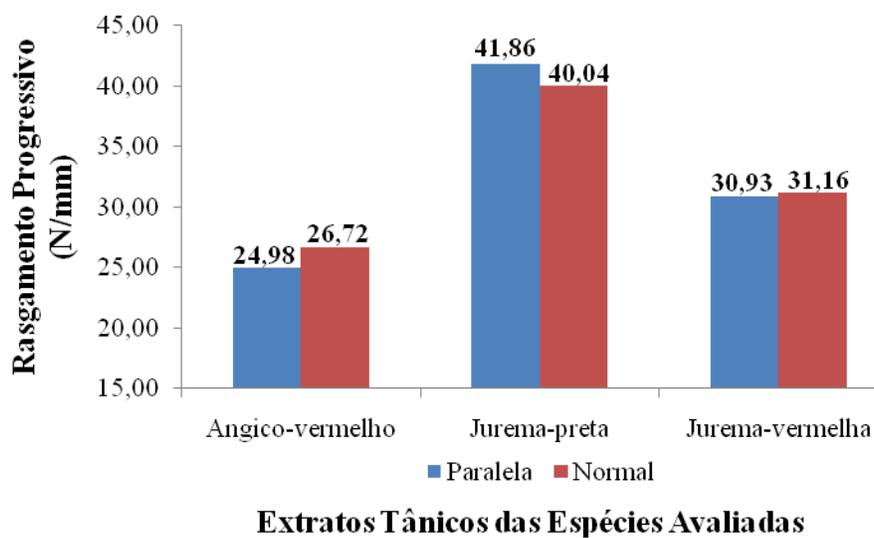
Os resultados médios, constantes nas Tabelas 6 e 8, podem ser melhor visualizados, em função das direções paralela e normal dos corpos de provas, nas Figuras 15, 16 e 17, as quais apresentam graficamente os resultados médios obtidos para as propriedades de resistência à tração ( $N/mm^2$ ), alongamento (%) e resistência ao rasgamento progressivo (N/mm), respectivamente, dos couros produzidos com os extratos tânicos das três espécies avaliadas. Todas as discussões sobre os resultados médios contidos nas Tabelas 6 e 8 se aplicam, também, sobre estas figuras.



**Figura 15** – Influência dos extratos tânicos das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre a resistência à tração.



**Figura 16** - Influência dos extratos tânico das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre o alongamento.



**Figura 17** - Influência dos extratos tânico das espécies avaliadas e das direções nos couros sobre o rasgamento progressivo.

Os valores de resistência a tração nas direções paralela e normal para os couros produzidos com os extratos tânicos de angico-vermelho, jurema-preta e jurema-vermelha obtidos nesta pesquisa foram superiores aos encontrados por Paes et al. (2006b), em que os couros foram curtidos com os extratos tânicos provenientes de angico, juremas preta ou vermelha e recurtidos com o extrato tânico proveniente de acácia negra. Ressalta-se, também que os couros curtidos com o extrato tânico de acácia negra, na pesquisa executada por Paes et al. (2006b) apresentaram valores de resistência a tração inferiores aos da jurema-preta (para ambas as direções nas peles) e de jurema-vermelha e angico vermelho (direção normal).

A viabilidade do uso dos extratos tânicos vegetais também se evidencia quando se confronta os resultados deste trabalho com os obtidos por Villarroel et al. (2004a), com couros de caprinos mestiços com Boer e com Anglo Nubiano, utilizando para o curtimento, o produto químico sulfato de cromo, em que se observa que o curtimento com as espécies vegetais estudadas conferiram ao couro maiores valores de resistência a tração.

Por outro lado os valores de resistência ao alongamento para os couros produzidos com os extratos tânicos de angico-vermelho, jurema-preta ou jurema-vermelha e recurtidos com o extrato tânico de acácia negra (PAES et al., 2006b) foram superiores aos obtidos nesta pesquisa, exceto o valor do alongamento na direção paralela para os couros produzidos com o extrato tânico de jurema-preta. Como os couros produzidos com o extrato tânico de acácia negra, na pesquisa realizada por Paes et al. (2006b), apresentaram resultados superiores aos obtidos nesta pesquisa, acredita-se que o recurtimento das peles com acácia negra, tenha causado um efeito sinérgico, aumentando a resistência das peles ao alongamento (exceto para a direção paralela das peles curtidas com jurema-preta). Neste caso, couros que estarão sujeitos a esforços de alongamento, para incrementar sua resistência, deveriam ser recurtidos com o extrato tânico de acácia negra.

Quanto à resistência ao esforço de rasgamento (em ambas as direções analisadas), os couros que foram curtidos e recurtidos com os extratos tânicos de angico ou de jurema-vermelha apresentaram valores inferiores aos obtidos para os couros produzidos com estes extratos tânicos e recurtidos com o extrato tânico de acácia negra (PAES et al., 2006b). Nestes casos, o recurtimento causou um efeito sinérgico, incrementando a resistência dos couros em ambas as direções avaliadas. No entanto, os couros curtidos e recurtidos com o

extrato tânico de jurema-preta apresentaram valores de resistência ao rasgamento maior (para ambas as direções) que aqueles curtidos com jurema-preta e recurtidos com acácia negra. Vale também ressaltar que os valores obtidos para jurema-preta 41,86 N/mm (paralela) e 40,04 N/mm (normal) estão próximos aos obtidos por Paes et al. (2006b) para acácia negra que foram de 40,43 N/mm (paralela) e 42,35 N/mm (normal).

### 4.3 Distensão e Resistência da Flor (Lastômetro)

A Tabela 9 apresenta um resumo da análise de variância (ANOVA) para as características de distensão da flor e de resistência à ruptura da flor, dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

**Tabela 9** – Resumo das análises de variância para os valores de distensão da flor (mm) e, de resistência à ruptura da flor (N), dos couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	
		Distensão	Resistência
Espécie (Extratos Tânicos)	2	345,45**	349,05**
Resíduo	24	23,81	11,85
Coeficiente de Variação (%)		16,44	5,25

\*\* - significativo a 1% ( $p = 0,01$ ).

Os extratos tânicos, obtidos das espécies estudadas, influenciaram significativamente os resultados obtidos para as características distensão da flor e resistência à ruptura da flor. As médias foram então comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 10).

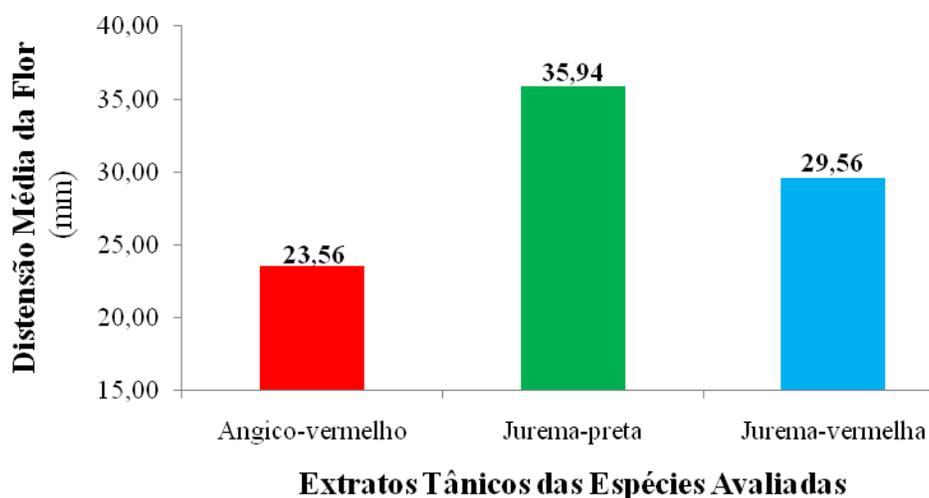
Para a distensão da flor (mm), os extratos tânicos das três espécies estudadas foram estatisticamente diferentes entre si (Figura 18). O extrato de jurema-preta, com distensão média de 35,94 mm, foi o mais eficiente, a espécie jurema-vermelha apresentou resultado intermediário, com distensão média de 29,52 mm e, a espécie angico-vermelho, com média de 23,56 mm, o resultado menos eficiente. Porém, ao compararmos estes resultados médios com os valores de referência, constantes na Tabela 2, constatamos que todos foram

**Tabela 10** – Comparações entre médias para os valores de distensão da flor (mm) e de resistência à ruptura da flor (N), para os couros caprinos produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

Espécies (Extratos Tânicos)	Distensão da Flor (mm)	Resistência à Ruptura da Flor (N)
Angico-vermelho	23,56 C	61,50 B
Jurema-preta	35,94 A	72,77 A
Jurema-vermelha	29,56 B	62,55 B

As medias seguidas pela mesma letra maiúscula, para cada característica analisada, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

superiores a 7,2 mm, exigência mínima ou valor de referência para o SENAI. Portanto com relação à distensão da flor todos os extratos tânicos produziram couros com qualidade satisfatória para esta característica.



**Figura 18** – Distensão da flor (mm) para os couros produzidos com os extratos tânicos das espécies estudadas.

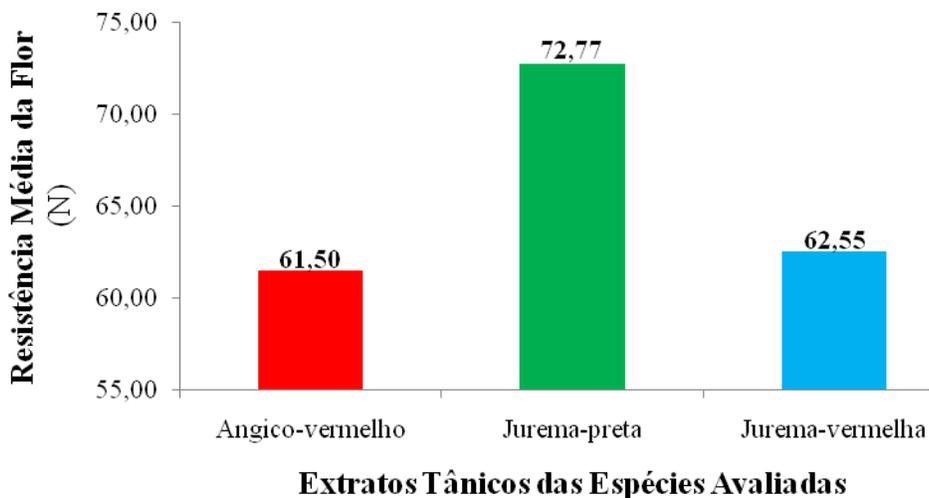
Oliveira (2006), ao trabalhar com couros de ovinos e caprinos de vários genótipos, curtidos ao cromo, obteve, para a distensão da flor, os seguintes resultados médio de 10,34 mm para os couros caprinos e, de 11,22 mm para os de ovinos, tendo constatado diferença estatisticamente significativa entre eles. Os valores médios, entre os diferentes genótipos,

variaram, de 9,88 a 10,98 mm para os couros caprinos e, de 9,44 a 12,45 mm para os de ovinos. Os resultados para esta propriedade obtidos nesta pesquisa (Tabela 10) são muito superiores aos de Oliveira (2006).

Oliveira et al. (2008) obtiveram resultados médios para a distensão da flor, para couros curtidos ao cromo, de 7,976 mm para o genótipo ½ Boer e de 8,358 mm para o genótipo Santa Inês. Não tendo encontrado diferença estatisticamente significativa para esta propriedade, resultados, também, muito inferiores aos da Tabela 10.

Ainda confirmando a grande elasticidade da flor dos couros obtidos nesta pesquisa comparou-se os resultados com os de Dal Monte et. al. (2004) que, avaliando as características físico-mecânicas e químicas do couro de caprinos abatidos em idades diferenciadas, que, também, encontraram valores inferiores quanto a distensão da flor.

Para a resistência à ruptura da flor ou carga de ruptura (N), o resultado médio do extrato tânico de jurema-preta foi mais eficiente, isto é, apresentou maior resistência média, ou melhor, maior força média para que a ruptura da flor ocorra (Figura 19).



**Figura 19** – Força de ruptura da flor (N) para os couros produzidos com os extratos tânicos.

Os extratos tânicos de jurema-vermelha e de angico-vermelho não apresentaram diferenças estatisticamente significativas para esta característica, porém a jurema-vermelha foi numericamente pouco superior ao angico-vermelho.

Tanto a distensão quanto a carga de ruptura da flor são parâmetros muito importantes para a utilização de couros em cabedais de calçados, que são as partes superiores dos calçados normalmente com a flor do couro muito solicitada, por isso a exigência de uma distensão mínima (valores de referência) antes de sofrer a ruptura e, quanto à carga espera-se um maior valor para a ruptura da flor. Isto quer dizer que o couro é considerado de boa qualidade se sofrer ruptura quando a distensão for superior ao valor de referência (7,2 mm) e, quanto maior a força necessária para que a ruptura ocorra muito melhor será esta qualidade.

## 5. CONCLUSÕES

O desenvolvimento da pesquisa e a análise dos resultados permitiram as seguintes conclusões:

- a) As espécies *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Angico-vermelho), *Mimosa tenuiflora* (Jurema-preta) e *Mimosa arenosa* var. *arenosa* (Jurema-vermelha) tiveram os seus potenciais taníferos confirmados, pois, mesmo com equipamentos de bancada e adaptados para o processo de extração, foi possível extrair taninos vegetais das cascas de árvores destas espécies;
- b) Os extratos tânicos das três espécies estudadas se adequaram muito bem ao processo de curtimento utilizado em planta industrial, na qual foram produzidos os couros;
- c) Que os extratos das espécies de Jurema produziram resultados superiores aos do Angico-vermelho e, que a Jurema-preta foi superior a Jurema-vermelha;
- d) O extrato tânico da Jurema-preta destacou-se na pesquisa pelo fato de possuir uma dispersão mais eficiente e mais rápida, dispensando a utilização de dispersantes no curtimento;
- e) Todas as variáveis analisadas (tração, alongamento, rasgamento, distensão e resistência à ruptura da flor) foram afetadas significativamente ( $p = 0,01$ ), em ambas as direções, pelos extratos tânicos (fontes de variações) das espécies em estudo;
- f) Os resultados médios das análises físico-mecânicas, no geral, nos permitem concluir que os couros produzidos com o extrato tânico da Jurema-preta foram superiores, que os da Jurema-vermelha foram intermediários e, que os do Angico-vermelho foram inferiores;
- g) Com relação ao ensaio de tração, todos os extratos tânicos estudados produziram couros que satisfazem a todos os valores de referências apresentados na Tabela 2 e,

que se encontram, também, acima da exigência técnica mínima para couros, que é de  $18 \text{ N/mm}^2$ , conforme NBR 11041 (ABNT, 1997), portanto, são couros com boa qualidade, considerando-se esta propriedade para ambas as direções;

- h) Segundo os valores de referências da BASF e do SENAI, bem com da NBR 11041 da ABNT, para o alongamento, apenas o extrato de Jurema-preta produziu couro que apresentou resultado satisfatório, apenas para a direção paralela.
- i) Entretanto, ao considerarmos o valor de referência da UNIDO, para o alongamento, pode-se afirmar que todos os extratos tânicos produziram couros que satisfizeram a este critério, em ambas as direções, portanto são os couros de boa qualidade;
- j) Quanto à propriedade de resistência ao rasgamento progressivo, apenas a Jurema-preta, nas duas direções avaliadas, foi superior aos valores de referência da UNIDO e da BASF, como também satisfez a NBR 11055 da ABNT, no entanto, nenhum dos extratos tânicos estudados produziu couros que satisfizessem ao valor de referência proposto pelo PFI;
- k) Com relação à distensão da flor e, considerando a exigência mínima ou valor de referência para o SENAI (= 7,2 mm), constata-se que todos os resultados médios foram superiores a este limite inferior. Porém, a Jurema-preta foi superior, a Jurema-vermelha intermediária e o Angico-vermelho inferior;
- l) Em função das conclusões anteriores, constata-se que é viável tecnicamente o emprego dos três extratos tânicos, avaliados nesta pesquisa, no curtimento e no recurtimento de peles caprinas.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Em função da revisão bibliográfica e da pesquisa desenvolvida recomenda-se:

- a) O desenvolvimento de estudos que visem introduzir modificações químicas nas estruturas das moléculas dos extratos tânicos (taninos vegetais) visando à melhoria da eficiência destas nos processos de curtimento e de recurtimento, que possibilitem a produção de couros com qualidades superiores, principalmente para os extratos de Jurema-vermelha e de Angico-vermelho;
- b) Estudar possibilidades de introdução de modificações nos processos de curtimento e de recurtimento, visando chegar a processos específicos para cada extrato tânico de forma a otimizar suas eficiências e as qualidades dos couros produzidos com cada um dos extratos avaliados;
- c) Proceder estudos silviculturais, com estas três espécies florestais, em sistemas de recuperação de áreas degradadas (RADs), bem como em reflorestamentos nos moldes das associações de reposição florestal existentes no Estado de São Paulo, para uma avaliação precisa dos métodos, dos custos e da sustentabilidade sócio-ambiental destes sistemas de produção sugeridos;
- d) Avaliar a aplicação desses extratos tânicos para outros produtos e processos;
- e) Dar continuidade aos estudos de prospecção do potencial tanífero de outras espécies nativas ou introduzidas na Região do Semi-Árido brasileiro (Caatinga).

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARRIEL, E. F.; BAKKE, O. A.; LEITE, J. A. N.; ARAÚJO, L. V. C.; PAULO, M. C. S. Ganho realizado da característica acúleos em jurema preta (*Mimosa hostilis*, Benth) no segundo ciclo seletivo. In: VI Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas. **Anais**. Porto Seguro, 2000. Instituto Ambiental Biosfera, Porto Seguro, 2000. p.130-131.

ARRIEL, E. F. Comunicação pessoal. Patos, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11032**: Tomada do pedaço de prova – Procedimento. Rio de Janeiro. ABNT, 1998. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11035**: Corte de corpos-de-prova em couro. Rio de Janeiro: ABNT, 2005a. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10455**: Climatização de materiais usados na fabricação de calçados e correlatos. Rio de Janeiro: ABNT, 2005b. 2p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11052**: Couro - determinação da espessura. Rio de Janeiro: ABNT, 2005c. 3p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11041**: Couro: determinação da resistência à tração e alongamento. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 5p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11055**: Couro: determinação da força de rasgamento progressivo. Rio de Janeiro: ABNT, 2005d. 4p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11669**: Couro - Determinação da ruptura e da distensão da flor – Lastômetro. Rio de Janeiro. ABNT, 2005e . 3p.

AZEVÊDO, T. K. B.; PAES, J. B.; OLIVEIRA, E.; LIMA, C. R. Relações entre madeira, casca e teor de substâncias tânicas presentes em jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd ) Poir.): resultados parciais. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande, 3., Campina Grande, 2006. **Anais...** Campina Grande: UFCG, 2006. Cd Rom, 6p.

BAL, H. S. Pele. In: **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. P.469-477.

BARBOSA, M. F. **O Extrativismo do Angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) no Cariri Ocidental da Paraíba: uma perspectiva para o manejo florestal sustentado da caatinga**. UFPB. João Pessoa. 2001. Xxp. (Dissertação, PRODEMA/UFPB). Orientadora: Dr<sup>a</sup> Maria Regina Vasconcellos Barbosa.

BARNEBY, R. C. 1991. *Sensitivae Censitae*. A description of the genus *Mimosa* Linnaeus (Mimosaceae) in the New World. **Mem. New York Bot. Gard.** 65: 1- 835.

BASF. **Vademécum do curtidor**. 4. ed. Ludwigshafen, 2004. 441 p.

BAU, L. N. A redescoberta do curtimento vegetal. SINDICOUROS CE. Disponível em: [http://www.sfipec.org.br/portav2/sites/sindicouros/home.php?st=noticias&conteudo\\_id=24952](http://www.sfipec.org.br/portav2/sites/sindicouros/home.php?st=noticias&conteudo_id=24952) Acessado em: 14/11/2010.

BELAVSKY, E. **O curtume no Brasil**. Ed. Globo. Porto Alegre. 1965. 421 p.

BIENKIEWICZ, K. **Physical chemistry of leather making**. Malabar:Rober E. Krieger, 1983. 541p.

CANDIDO, H. G.; BARBOSA, M. P.; SILVA, M. J. Avaliação da degradação ambiental de parte do Seridó Paraibano. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.368-371, 2002.

CANESSO, R.; PINESE, J. P. P.; ALEDO TUR, A.; ANDREU, H. G. Geração de energia e meio ambiente: estudo dos impactos socioambientais de usinas hidrelétricas no alto curso do Rio Paraná, Brasil. In: 12 Encuentro de Geógrafos da América Latina, 2009, Montevideo. **Anais...** v. online. p. 01-12. 2009. Disponível em: [http://egal2009.easyplanners.info/area07/7692\\_Canesso\\_Renata.pdf](http://egal2009.easyplanners.info/area07/7692_Canesso_Renata.pdf) Acessado em: 07/02/ 2011.

CORRÊA M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Rio de Janeiro. 1926. Vol. 1. 747p.

CORRÊA M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Brasília: Ministério da Agricultura, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1969. Vol. 4. 765p.

CORRÊA, T. J. **Curtimento de peles: a primeira indústria**. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/curtimento-de-peles-doc-a39649.html>. Acessado em 08/12/2010.

COSTA, R. G.; PIMENTA FILHO, E. C.; SILVA, A. F. R. Efeito da idade do animal na qualidade do couro de caprinos criados em regime semi - extensivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.355-358, 1998.

COUTO, L. C. **Potentiel fongicide dês extraits d écorce de barbatimão à l état brut et combines aux íons Fe+++ et Al+++**. 1996. 262 f. Thèse (Philosophiae Doctor) Faculté de Foresterie et de Géomatique, Université Laval, Québec, 1996.

CUSTÓDIO NETO, S. **Inovação e dedicação ao couro: aliando a química à prática de aplicação**. All Print Editora. São Paulo. 2009. 375 p.

DAL MONTE, M. A. B. L.; COSTA, R. G.; JACINTO, M. A. C.; MEDEIROS, M. N.; FIGUEIREDO, F. C. Características Físico-Mecânicas e Químicas do Couro de Caprinos Abatidos em Idades Diferenciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1285-1291, 2004.

DELGADO, M. F. F. Comunicação pessoal. Petrolina, 2011.

DINIZ, C. E. F. **Teores de taninos condensados de angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan) var. cebil (Gris.) Alts.) obtidos com diferentes extratores.** UFCC, Patos, 2008. Monografia (Engenharia Florestal). 19p.

DOAT, J. Les tanins dans les bois tropicaux. **Bois et Forêts des Tropiques**, Nogent – sur – Marne, v.182, p.35-7, 1978.

DRUMOND, M. A.; COUTO, L. Uso da agrosilvicultura em áreas degradadas na região Nordeste. In: Congresso Brasileiro Sobre Sistemas Agroflorestais, 1., Encontro Sobre Sistemas Agroflorestais Nos Países Do Mercosul, 1., 1994, Porto Velho, RR. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. p.279-284.

FARIA, W. L. F. **A jurema preta (*Mimosa hostilis*, Benth.) como fonte energética do Semi-Árido do Nordeste – Carvão.** 1984. 113f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

GODOY, L. C.; GASPARINO, E.; FRANCO, M. L. R. S.; FRANCO, N. P.; DOURADO, D. M. Testes físico-mecânicos e físico-químicos do couro da tilápia vermelha. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**; Belo Horizonte, v.62, n.480 2, p.475-480, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v62n2/30.pdf> Acessado em: 07/02/2011.

GOMES, F. C. **Avaliação da qualidade do couro de bovinos de diferentes sistemas de produção na perspectiva do desenvolvimento local.** UCDB. Campo Grande. 2007. 93p. (Dissertação). Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo.

GONÇALVES, C. A.; LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, V. 8, n.1, p.167 – 173, 2001.

GONZÁLEZ LOREDO, R. F. Preservación de madera con taninos. **Madera y Bosques**, México, v. 2, n. 2, p. 67-73, 1996.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins.** London: Academic, 1966. 170 p.

HOINACKI, E. **Peles e couros - origens, defeitos e industrialização.** 3ª. Ed. Porto Alegre: SENAI, 1989. 319 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidades@> Acesso em: 17/07/2008.

JACINTO, M. A. C. **Características anatômico-estruturais da pele de ovinos (*Ovis áries* L.) lanados e deslanados, relacionadas com o aspecto físico-mecânico do couro após o curtimento.** Jaboticabal:UNESP, 1996. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Orientador:

JACINTO, M. A. C.; FORNARI, C. J. S.; FARIAS, F. J. C.; TORRES, R. D.; MEDEIROS, E. M. C. **Aspectos qualitativos do couro de novilho orgânico do Pantanal Sul-Mato-Grossense**. EMBRAPA. Campo Grande, 2005. Circular técnica, 33. CNPQC, EMBRAPA, 2005. 12p.

JACINTO, M. A. C. Qualidade e aproveitamento de peles de caprinos. Disponível em: <http://www.capritec.com.br/art10.htm> Acesso em: 28/02/2011.

KOZUKI, H. T.; SOUZA, M. L. R.; GODOY, L. C. Análise comparativa da resistência dos couros da carpa prateada: corpos-de-prova obtidos no sentido longitudinal e transversal ao comprimento do couro. In: AQUACIÊNCIA 2004, Vitória. **Anais...** Vitória: Aquabio, 2004. p.333.

LEPAGE, E. S. Química da madeira. In: LEPAGE, E. S. (Coord.). **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, 1986. v. 1, p. 69-97.

LIMA, C. R. de - Políticas e diretrizes para a biomassa florestal no Estado da Paraíba: "Aspectos da reposição florestal obrigatória". In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 3. SBPE, São Paulo, 1998. **Anais...** SBPE, São Paulo, 1998. CD-ROOM.

LIMA, C. R. de & BAJAY, S. V. - A reposição florestal obrigatória e o planejamento energético regional. Revista Baiana de Tecnologia - **TECBAHIA**. EDITEC, Camaçari, 2000. 1(15):140 - 144.

MACHADO, S. D.; DOURADO, M. D.; SOUZA, M. L. R. Testes de resistência físico-mecânico do couro do piavuçu (*Leporinus macrocephalus*) e tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*). In: AQUICULTURA BRASIL 2002, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Simbraq, 2002.

MACHADO, D. R.; RUARO, J. J. Controle físico-mecânico e físico-químico da qualidade de couros. In: HOINACKI, E. (Ed.). **Peles e couros - origens, defeitos e industrialização**. 3ª. ed. Porto Alegre: SENAI, 1989. p. 246-274.

MARINHO, I. V. **Avaliação do potencial tanífero das cascas do angico vermelho *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *colubrina* (Vell.) Brenan e do cajueiro *Anacardium occidentale* Linn. em diferentes reagentes**. Patos, 2004, 36p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Campina Grande, 2004.

MARTINEZ, F. L. “**Taninos Vegetais e suas aplicações**”. Universidade de Havana/Cuba. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Outubro de 1996.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. **Em Farmacognosia: da planta ao medicamento**; Simões, C. M. O.; Schenckel, E. P. Orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MONTEIRO, M. Desertificação ameaça o nordeste brasileiro. **Revista Ecologia e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, nº 51, p.15-19, mai. 1995.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAUJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Quím. Nova** [online]. 2005, vol.28, n.5, pp. 892-896.

MÜLLER, P. **Couros curtidos ao tanino vegetal**. 1996. 5p. Disponível em: [http://www.idrc.ca/es/ev-24977-201-1-DO\\_TOPIC.html](http://www.idrc.ca/es/ev-24977-201-1-DO_TOPIC.html) Acessado em: 14/11/2010.

MUNZ, K. H. **Requerimentos de qualidade para couro recomendado pela UNIDO**. Franca: SENAI, 1999. 1 p.

OLIVEIRA, R. J. F. **Características histológicas e físico-mecânicas da pele de caprinos e ovinos de diferentes genótipos**. Areia:UFPB, 2006. 78f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Orientador: Roberto Germano Costa.

OLIVEIRA, R. J. F.; COSTA, R. G.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; FURLANETTO, E. L.; AQUINO, D. S. P. B. Características físico-mecânicas de couros caprinos e ovinos no Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.1, Viçosa. 2008. p.129-133.

PAES, J. B.; DINIZ, C. E. F.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido brasileiro. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 232-238, 2006a.

PAES, J. B.; MARINHO, I. V.; LIMA, R. A.; LIMA, C. R.; AZEVÊDO, T. K. B. Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido brasileiro no curtimento de peles. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4., p. 453-462, 2006b.

PAES, J. B.; LIMA, C. R.; OLIVEIRA, E.; PAIVA, L. M.; MEDEIROS NETO, P. N.; AZEVÊDO, T. K. B.; DANTAS, S. S. Correlações entre as características anatômicas, químicas e energéticas da madeira e produção e utilização de taninos de espécies de ocorrência no semi-árido brasileiro. 2008. 55p. (Relatório de pesquisa).

PANSHIN, A. J.; HARRAR, E. S.; BETHEL, J. S.; BAKER, W. J. **Forest products: their sources, production, and utilization**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1962. 538p.

PELLINI, G. **Separação via cromatografia líquida de alta performance ( HPLC ) dos compostos fenólicos do tanino**. Universidade do Rio Grande de Sul, Porto Alegre. 1995.

PIZZI, A. Tanin-based adhesives. In: PIZZI, A. (Ed.). **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: M. Dekker, 1993. p. 177-246.

QUEIROZ, L. P. **Leguminosas da caatinga**. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, 2009. 467 p.

RODRIGUES, V. **Pesquisa dos estudos e dados existentes sobre desertificação no Brasil**. Brasília: Projeto BRA 93/036, 1997. 65p.

SHIMADA, A. N. **Avaliação dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* como preservativo de madeira.** 1998. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

SILVA, T. S. S. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto.** 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

SOUZA, M. L. R. **Processamento do filé e da pele da tilápia-do-nylo (*Oreochromis niloticus*): aspectos tecnológicos, composição centesimal, rendimento, vida útil do filé defumado e testes de resistência da pele curtida.** 2003. 169f. Tese (Doutorado) – Centro de Aqüicultura, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

SOUZA, M. L. R.; GANECO, L. N.; NAKAGHI, L. S. O. Histologia da pele do pacu (*Piaractus mesopotamicus*) e testes de resistência do couro. *Acta Scienc.*, v.25, p.37-44, 2003.

SOUZA, M. L. R. **Tecnologia para processamento das peles de peixe.** Maringá: Eduem, 2004. 59p.

SOUZA, M. L. R.; VALDEZ, M. C. A.; HOCH, A. L. V.; OLIVEIRA, K. F.; MATOS, I. R.; CAMIN, A. M. Avaliação da resistência da pele de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) nos sentidos longitudinal, transversal e diagonal, depois de submetida ao curtimento com sais de cromo e recurtimento com diferentes agentes curtentes. *Acta Sci. Anim. Sci.* Maringá, v. 28, n. 3, p. 361-367, July/Sept., 2006

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of statistic:** a biometrical approach. 2. ed. New York: Mc-Graw Hill, 1980. 633 p.

SUPERINTENDÊNCIA DE ADMINISTRAÇÃO DO MEIO AMBIENTE - SUDEMA. **Atualização do Diagnóstico Florestal do Estado da Paraíba.** João Pessoa: SUDEMA, 2004. 268p.

TANAC. **Construindo o futuro todos os dias.** Disponível em: <http://www.tanac.com.br/PT/institucional.php?codCategoriaMenu=148&nomArea=Hist%C3%B3rico&codDado=2&menu=138> Acesso em: 21/12/2005.

TANAC. **Indústria química.** Disponível em: [http://www.tanac.com.br/PT/detCategoria.php?codcategoria\\_de\\_produtos=1](http://www.tanac.com.br/PT/detCategoria.php?codcategoria_de_produtos=1). Acesso em: 08/12/2010.

TRUGILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. *Cerne*, Lavras, v. 3, n. 1, p. 1-13, 1997.

VILLARROEL, A. B. S.; COSTA, R. G.; OLIVEIRA, S. M. P. Características físico-mecânicas do couro de caprinos mestiços Boer e Anglo Nubianos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, Viçosa. 2004a. p.2369-2372.

VILLARROEL, A. B. S.; COSTA, R. G.; OLIVEIRA, S. M. P. Características físico-mecânicas do couro de ovinos mestiços Santa Inês e Texel. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.6, Viçosa. 2004b. p.2373-2377.

WENZL, H. F. J. **The chemical technology of wood**. New York: Academic Press, 1970. 692p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.