

CENTRO PAULA SOUZA GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

**BROMÉLIA CURAUÁ:
A FIBRA VEGETAL NUM MERCADO TÊXTIL INÉDITO E
INOVADOR**

VALÉRIA CARDOSO DA SILVA
EDUARDO GALEPE COSTA

Americana, SP
2015

CENTRO PAULA SOUZA

GOVERNO DO ESTADO DE
SÃO PAULO

Faculdade de Tecnologia de Americana
Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil

**BROMÉLIA CURAUÁ:
A FIBRA VEGETAL NUM MERCADO TÊXTIL INÉDITO E
INOVADOR**

VALÉRIA CARDOSO DA SILVA

EDUARDO GALEPE COSTA

valeria_cardososilva@hotmail.com

eduardo_galepe@hotmail.com

Trabalho Monográfico, desenvolvido em cumprimento à exigência curricular do Curso Superior de Tecnologia em Produção Têxtil da Fatec-Americana, sob orientação da Prof^a. Orientadora Mestre: Maria Adelina Pereira

Área: Produção Têxtil

**Americana, SP
2015**

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

S584b	<p>Silva, Valéria Cardoso da Bromélia Curauá: a fibra vegetal num mercado têxtil inédito e inovador. / Valéria Cardoso da Silva ; Eduardo Galepe—Americana: 2015. 67f.</p> <p>Monografia (Graduação em Tecnologia em Produção Têxtil). - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Orientador: Prof. Me. Maria Adelina Pereira</p> <p>1. Fibras vegetais I. Galepe, Eduardo II. Pereira, Maria Adelina III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana.</p> <p>CDU: 677.2</p>
-------	---

VALERIA CARDOSOS DA SILVA

EDUARDO GALEPE

PS

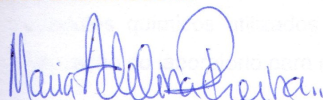
BROMÉLIA CURAUÁ: UM MERCADO TÊXTIL INÉDITO E INOVADOR

Trabalho de graduação apresentado
como exigência parcial para obtenção
do título de Tecnólogo em Curso
Produção têxtil pelo CEETEPS/
Faculdade de Tecnologia – Fatec/
Americana.

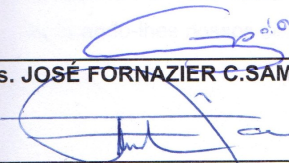
Área de concentração:

Americana, 10 de dezembro de 2015.

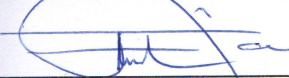
Banca Examinadora:



Ms. MARIA ADELINA PEREIRA (Presidente)



Ms. JOSÉ FORNAZIER C. SAMPAIO (ESPECIALISTA)



ESPECIALISTA. CARLOS FREDERICO FAÉ. (CONVIDADO)

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus.

Agradecemos a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

Eu, Valéria, agradeço à minha mãe Maria de Lourdes da Silva pela compreensão da nossa ausência, com os afazeres de nossa responsabilidade. Agradeço ao Manuel meu marido, pelo incentivo e sua presença constante neste período de muita correria onde sua presença foi muito importante.

Eu, Eduardo, agradeço à minha família, à minha filha Kethilyn e minha mãe Agar Aparecida Galepe.

Agradecemos ao professor Daives pelas dicas imprescindíveis, ao professor Alex pela disponibilidade em nos ajudar, ao professor Amarildo pela doação dos produtos químicos utilizados nos ensaios e ao Dr. João, pela autorização de utilização do laboratório para realização desses ensaios.

Abraçamos ao final desta primeira jornada com profundo sentimento de gratidão, dedicando-lhes nossos sinceros agradecimentos.

**“O êxito da vida não se mede pelo caminho que você conquistou,
mas sim pelas dificuldades que superou no caminho”.**

Abraham Lincoln

RESUMO

Atualmente, o desenvolvimento de materiais obtidos de fontes renováveis tem sido uma necessidade para minimizar os problemas ambientais. O emprego destes materiais vem sendo objeto de diferentes estudos e pesquisas visando sua aplicação como substituto em materiais, ou mesmo agregado a outros. O Curauá é uma planta com características muito peculiares, que oferece oportunidades e desafios especiais para quem o cultiva e o beneficia com propósitos comerciais. O seu cultivo exige conhecimentos adequados e a aplicação de uma gama de tecnologias indispensáveis para ensejar sucesso econômico às atividades. As suas fibras vêm apresentando um grande potencial de aplicação em diversos setores industriais. Por isso, a compreensão de suas propriedades e entendimento delas em termos de sua estrutura é de fundamental importância para definição de novas aplicações. Assim, o objetivo deste estudo foi descrever sobre a aplicação das fibras extraídas da Bromélia Curauá, suas principais características, correlacionando sua estrutura com suas propriedades. Também apresentou a criação de um laboratório no estado do Pará, estado de maior produção da fibra, com objetivo de beneficiá-la, abrindo novas possibilidades de aplicação, podendo ser apresentadas às indústrias têxteis brasileiras. Como resultado viu-se que a fibra possui potencial efetivo além de ter grande potencial econômico, o que valoriza o desenvolvimento dos negócios como fator de transformação da sociedade.

Palavras Chave: Curauá; Fibras Vegetais; Socioeconômico; Laboratório Físico-Químico.

ABSTRACT

Currently, the development of materials derived from renewable sources has been a need to minimize environmental problems. The use of these materials has been the subject of various studies and researches aiming their application as replacement materials, or even added to others. The Curauá is a plant with very peculiar characteristics, which offers special opportunities and challenges for those who cultivate and benefits for commercial purposes. Its cultivation requires adequate knowledge and application of a range of essential technologies to give rise to economic success to the activities. Its fibers have shown great potential for application in various industrial sectors. Therefore, understanding their properties and understand them in terms of their structure is of fundamental importance for defining new applications. The objective of this study was to describe on the application of fibers extracted from Bromeliad Curauá, its main features, correlating structure with its properties. Also presented the creation of a laboratory in the state of Para, state of higher fiber production, in order to benefit her, opening up new application possibilities and can be presented to the Brazilian textile industries. As a result it was seen that the fiber has effective potential as well as having great economic potential, which values the business development as a factor of social transformation.

Keywords: Curauá; Vegetable Fibers; Socioeconomic; Physical-Chemical Laboratory.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Receita Inicial I	50
Gráfico 2 – Receita Inicial II	51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Componentes Químicos das Fibras Do Curauá.....	23
Tabela 2 – Características Mecânicas da Fibra do Curauá	24
Tabela 3 – Características Mecânicas das Fibras Naturais Vegetais	24
Tabela 4 – Métodos de Extração, Produção e Comprimento das Fibras Vegetais	25
Tabela 5 - Dimensões das Folhas da Planta do Abacaxizeiro	27
Tabela 6 – Colaboradores.....	36
Tabela 7 – Encargos Trabalhistas.....	37
Tabela 8 – Provisões	38
Tabela 9 – Custos Fixos	38
Tabela 10 – Custos Variáveis	39
Tabela 11 – Tabela de Investimento em Infraestrutura.....	40
Tabela 12 – Custo Final.....	41
Tabela 13 – Diâmetro, Teor de Umidade e Peso Específico da Fibra do Curauá.	45
Tabela 14 – Absorção de Água das Fibras de Curauá para os Primeiros 60 Minutos em Imersão.....	46
Tabela 15 – Absorção de Água das Fibras de Curauá dm Intervalos de 24 Horas.....	47
Tabela 16 - Tabela Prestação De Serviços.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Fibras Têxteis Naturais	16
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura da Parede Celular Vegetal.....	17
Figura 2 – Bromélia Curauá	21
Figura 3 – Micrografia Obtida por Microscopia Eletrônica de Varredura da Fibra do Curauá	23
Figura 4 – Fluxograma de Produção Agroindustrial	26
Figura 5 – Fibras do Curauá	27
Figura 6 – Exemplo de Produtos Desenvolvidos Utilizando o Piñatex [™]	29
Figura 7 – Exemplo de Produtos Desenvolvidos Utilizando “Organza de Abacaxi”	30
Figura 8 – Planta Baixa do Laboratório	34
Figura 9 – Fibras Cortadas	43
Figura 10 – Fibra no Frasco Graduado	43
Figura 11 – Fibra Colada na Placa de Alumínio.....	44
Figura 12 – Fibra em Imersão na Água.....	45
Figura 13 – Índice de Absorção de Água das Fibras de Curauá em Relação ao Tempo em Minutos	46
Figura 14 – Índice de Absorção de Água da Fibra de Curauá em Relação ao Tempo em Horas, para os Intervalos de 24 Horas.....	47
Figura 15 – Fibra Degomada no Laboratório	49
Figura 16 – Resultado da Receita Inicial I.....	50
Figura 17 – Resultado da Receita Inicial II.....	52
Figura 18 – Banho-Maria 6 Bocas.....	61
Figura 19 – Balança Digital	61
Figura 20 - Estufa De Secagem.....	62
Figura 21 - Phmetro	62
Figura 22 - Termômetro	63
Figura 23 - Microscópio.....	63
Figura 24 - Maquina HT	64
Figura 25 – Torciômetro.....	64
Figura 26 - Aspas.....	65
Figura 27 - Dinamômetro	65

Figura 28 - Tensiômetro.....	66
Figura 29 - Paquímetro	66

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1 FIBRAS NATURAIS VEGETAIS	16
1.1 FIBRAS VEGETAIS E SUA UTILIZAÇÃO COMO REFORÇO NOS COMPÓSITOS.....	17
1.2 APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO TÊXTIL.....	18
1.3 AS FIBRAS NATURAIS VEGETAIS NO BRASIL.....	19
2 A BROMÉLIA CURAUÁ	21
2.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DO CURAUÁ	22
2.1.1 Processo de Desfibramento.....	25
2.2 APLICAÇÃO DAS FIBRAS DO CURAUÁ.....	27
2.3 A IMPORTÂNCIA SOCIOCONÔMICA DO CURAUÁ PARA A REGIÃO NORTE DO BRASIL	31
3 PROJETO DE LABORATÓRIO	33
3.1 MISSÃO	34
3.2 VISÃO	35
3.3 PRINCIPIOS.....	35
3.4 QUADRO DE COLABORADORES	35
3.5 CUSTOS	37
3.5.1 Colaboradores	37
3.5.2 Custos Fixos	38
3.5.3 Custos Variáveis.....	39
3.5.4 Infraestrutura	40
3.5.5 Custo Final.....	41
3.6 ENSAIOS ESPECIFICOS	42
3.6.1 Geometria da Fibra.....	42
3.6.2 Teor de Umidade	42
3.6.3 Peso Específico	43
3.6.4 Absorção de Água	44

3.7	PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO	48
3.8	QUALIDADE TOTAL	52
3.9	CERTIFICAÇÃO.....	53
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	56
	REFERÊNCIAS	57
	ANEXOS	60

INTRODUÇÃO

Há uma tendência mundial das indústrias em buscar na natureza recursos, visando não só lucratividade, mas sustentabilidade. E para isto além da criação de novos produtos elas estão voltadas também ao desenvolvimento de novas tecnologias que venham a propiciar uma melhoria a qualidade de vida da comunidade e gerar novas oportunidades de emprego a população.

E no Brasil a realidade não é diferente: a exploração de recursos naturais abundantes no país está assumindo importância fundamental para a melhoria e possível solução de problemas socioeconômicos, especialmente em regiões menos desenvolvidas industrialmente.

Portanto, este trabalho para Conclusão do Curso de Tecnologia Têxtil utiliza-se dos conhecimentos adquiridos na vida acadêmica e profissional para apresentar as Fibras da Bromélia Curauá. Produto novo no mercado e que vem revolucionando as indústrias têxteis, geotêxteis e automobilísticas.

O trabalho também quer proporcionar ao leitor um olhar socioeconômico sobre este vegetal, pois dela sobrevivem centenas de famílias na região norte do Brasil.

Pretende-se ao longo da pesquisa descrever sobre a aplicação das fibras extraídas da Bromélia Curauá, suas principais características correlacionando sua estrutura com suas propriedades. Também apresenta a criação de um laboratório no estado do Pará, estado de maior produção da fibra, com objetivo de beneficiá-la abrindo novas possibilidades de aplicação, podendo ser apresentadas às indústrias têxteis de todo o Brasil.

E para tanto apresenta no primeiro capítulo os conceitos de fibras vegetais, sua utilização em compósitos, na área têxtil e informações relevantes sobre elas no Brasil. Já o segundo capítulo apresenta o Curauá, a planta de fibra inovadora, suas características e propriedades, bem como suas aplicações e sua importância socioeconômica para a região norte do país.

O terceiro capítulo apresenta o Instituto de Pesquisa Têxtil Especializado em Fibras Curauá (IPTE), laboratório criado pelos acadêmicos, apresentando todos os passos para sua abertura, custos para instalação e principalmente, os testes realizados comprovando as qualidades da fibra do Curauá.

E com base nas informações conseguidas a partir dos estudos realizados nos capítulos anteriores, o quartocapítulo se reserva às considerações finais.

Este projeto é de grande contribuição aos demais acadêmicos da área têxtil que querem agregar conhecimento em áreas não tão tradicionais em nossa região e também ao empresariado regional que buscam inovações e pretendem investir em novos negócios, buscando alternativas para novos mercados, obtendo maior lucratividade e conseqüentemente muito sucesso.

1 FIBRAS NATURAIS VEGETAIS

As chamadas fibras naturais são todas as fibras que já se apresentam prontas na natureza necessitando apenas alguns processos físicos para transformá-las em fios. Elas estão divididas em: Fibra Têxtil Animal: Seda, lã, etc.; Fibra Têxtil Vegetal: Algodão, Linho, Sisal, Coco, etc.; Fibra Têxtil Mineral: Amianto.

As fibras naturais possuem uma classificação, segundo a ABNT (NBR-12744) conforme quadro abaixo:

Quadro 1 – Fibras Têxteis Naturais

Fibras Naturais	Vegetais Celulósicas	De sementes	Algodão	CO
		Caules	Cânhamo	CH
			Juta	CJ
			Kenaf	CK
			Linho	CL
			Malva	CM
Rami	CR			
Folhas	Abacá	CB		
	Caroá	CN		
	Fórmio	CF		
Sisal	CS			
Frutos	Coco	CC		

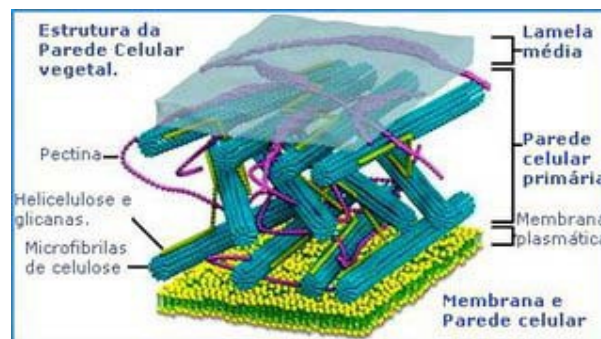
Fonte: ABNT NBR 12744 (1992)

Para Magalhães (2009), as fibras vegetais são materiais sustentáveis e provenientes de plantas nativas que quando adicionadas em componentes construtivos, favorecem a leveza do material, permitem baixo custo em sua produção além de melhorar as propriedades mecânicas destes componentes, principalmente a resistência ao impacto.

Bledzki e Gassan (1999), afirmam que as fibras vegetais têm vantagens tais como fonte abundante e renovável, baixo custo, baixa massa específica ou densidade, altas propriedades específicas, menos abrasivas, não tóxicas e biodegradáveis, mas também desvantagens como baixa temperatura de processamento, limitada a 200°C, falta de uniformidade de propriedades e absorção de água que causa a sua degradação.

Na estrutura física das fibras vegetais há três camadas: a camada primária é mais externa de estrutura reticulada, chamada de lamela média. A segunda camada onde as microfibrilas estão orientadas por um ângulo em espiral com relação ao eixo da célula é chamada de parede celular primária e a camada de maior espessura que tem maior teor de celulose é membrana plasmática.

Figura 1 – Estrutura da Parede Celular Vegetal



Fonte: Anatomia Vegetal (2015)

Na imagem acima é possível verificar a formação da célula vegetal em detalhes, o que implica diretamente na forma de obtenção da fibra na maceração.

1.1 FIBRAS VEGETAIS E SUA UTILIZAÇÃO COMO REFORÇO NOS COMPÓSITOS

Houve um grande avanço tecnológico no desenvolvimento de novos materiais e as fibras naturais assim, passaram a ter menor uso. Com o surgimento das fibras sintéticas, o consumo das fibras vegetais teve uma queda de cerca de 40% (D'ALMEIDA *apud* MARTINS NETO, 2010). Mas nos últimos anos, devido a crise energética, o baixo o grau necessário para o processamento dessas fibras, sua abundancia, baixo custo e os problemas relacionados pelo uso de fibras sintéticas ao meio ambiente, tem novamente despertado a atenção e o interesse de pesquisadores e empresários de todo mundo.

Vários estudos têm sido realizados sobre a aplicação das fibras vegetais em compósitos reforçados, voltados para analisar em especial a melhoria das propriedades físicas e mecânicas dos compósitos, quando reforçados com as

fibras vegetais.

Segundo Martins Neto (2010, p.16) “O interesse nos materiais compósitos reforçados com as fibras naturais esta crescendo rapidamente em termos de aplicações indústrias e pesquisas. Elas são renováveis, baratas, completa ou parcialmente recicláveis e biodegradáveis”.

Leão et al., (1998) estudaram sobre a utilização das fibras naturais em materiais de construção, embalagens e na indústria automotiva. De acordo com os autores, as fibras naturais apresentam vantagens consideráveis e podem ser utilizadas com diferentes polímeros tais como PVC, PP e PE apresentando largas aplicações. Foram consideradas diversas propriedades das fibras naturais dentre as quais a fibra de Curauá apresentou os melhores resultados.

Desta maneira, considerando-se as tendências ambientalistas globais, esta é uma grande oportunidade de agregação de valor às fibras vegetais e ao desenvolvimento tecnológico para países produtores agrícolas como o Brasil.

1.2 APLICAÇÕES NA PRODUÇÃO TÊXTIL

Entende-se por fibra têxtil todo elemento de origem química ou natural, constituído de macromoléculas lineares, que apresente alta proporção entre seu comprimento e diâmetro e cujas características de flexibilidade, suavidade e conforto ao uso, tornem tal elemento apto às aplicações têxteis.

Conforme a ABNT NBR 12744 (1992), a fibra têxtil é transformada em fios pelo processo de fiação e estes diferem entre si dependendo do comprimento das fibras, que podem ser longas, como as fibras de seda, ou curtas, como por exemplo, as fibras de algodão ou lã.

E no âmbito têxtil, existem muitas espécies vegetais com grande importância por produzirem fibras em quantidades e com qualidades necessárias ao aproveitamento comercial. Como exemplo apresenta-se o algodão, fibra indispensável nas indústrias de tecidos. Ele é usado como fibra têxtil há mais de 7.000 anos, podendo dizer-se que está ligado à origem mais remota do vestuário e à evolução da produção de artigos têxteis. Sendo usado na produção de tecidos laváveis tais como tecidos em geral, malharia para roupa íntima e externa. Ainda para roupa de cama, mesa, panos para enxugar as mãos, copos, etc., panos de

limpeza, lençóis, tecidos decorativos, capas para móveis, tecidos. Faz-se também linha de costura, fios para trabalhos manuais, fios para malharia, retrós de todos os tipos. (LEÃO et al., 1998)

Conceitua Anatomia Vegetal (2015), o linho é obtido do caule de uma planta que se desenvolveu em muitas regiões temperadas e subtropicais da Terra. No interior da casca da planta há células longas, delgadas e de espessas paredes, das quais os elementos fibrosos são compostos. As variedades de linho para fibra alcançam entre 90 e 120 cm de altura. No linho para fibra, o comprimento do caule, do colo da planta até os ramos inferiores, é um fator importante na determinação da qualidade, já que somente a porção não ramificada do caule tem valor comercial para o uso como fibra têxtil.

O cânhamo nos países onde é permitido seu cultivo comercial movimentou uma indústria em expansão, principalmente têxtil, sendo usado em quase todas as formas de aplicação têxteis: tecidos finos, cortinas, cordas, redes de pesca, lonas, etc., além de misturado a outras fibras, naturais e/ou artificiais. (ANATOMIA VEGETAL, 2015)

Estes são alguns dos exemplos de fibras naturais vegetais muito usadas no mundo na produção têxtil.

1.3 AS FIBRAS NATURAIS VEGETAIS NO BRASIL

Uma importante ferramenta para o desenvolvimento sustentável do Brasil está na utilização e no desenvolvimento de fibras têxteis naturais, através da sua aplicação na moda.

O Brasil, que já foi o maior produtor de fibras naturais do mundo, segundo a ABIT (1992), que no período que antecedeu a década de 1960 tinha participação mundial no mercado de fibras superior a 78%, teve sua participação decrescendo nas décadas de 70 e 80 e em 1990 já estava abaixo dos 50%, onde se encontra praticamente estável até hoje.

Esta queda de participação no mercado se deu por diversos motivos, entre eles o aumento do consumo mundial das fibras químicas, a falta de produtividade, a falta de barreiras para importação de fibras naturais e químicas, entre muitas outras.

Já, conforme divulga em seu site Inteligência de Mercado - IEMI, o Brasil conta com 433 unidades produtivas com porte industrial, onde a produção de fios fiados (não inclui filamentos) alcançou 1,3 milhões de toneladas em 2013.

Neste mesmo ano, a produção brasileira avançou 0,9% em volumes e o principal canal de consumo é o das tecelagens e malharias.

Ainda, segundo o autor, em 2013, o setor de fios têxteis no Brasil era composto de grandes números como: 74 mil empregos, 1,3 milhões de toneladas produzidas, US\$ 5,7 bilhões em valores de produção, US\$ 86 milhões exportados e US\$ 689 milhões importados. (IEMI, 2014)

Ainda assim, o que se vê no país é a falta de políticas para o desenvolvimento do setor de produção nacional de fibras naturais. Segundo dados da ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção, 2013), as alíquotas relacionadas às tarifas aduaneiras para entrada de tecidos de algodão no Brasil caíram de 105% em 1986 para 15% em 1994, e para fios de algodão caíram de 85% em 1998 para 10% em 2006.

Hoje, existe a (Associação Nacional dos Produtores de Algodão) ABRAPA que incentiva a formação de Associações regionais de cotonicultores, mas ainda assim é essencial a intervenção governamental, que proteja a produção interna para que volte a se ter um crescimento substancial.

Para FREIRE *et al.*, (1997), com a queda das barreiras alfandegárias e com a inexistência de políticas para o desenvolvimento e competitividade para o setor “o produtor de fibras naturais deve utilizar técnicas de produção de forma que resulte em um produto com preço e qualidade capaz de fazer face à concorrência no mercado mundial”.

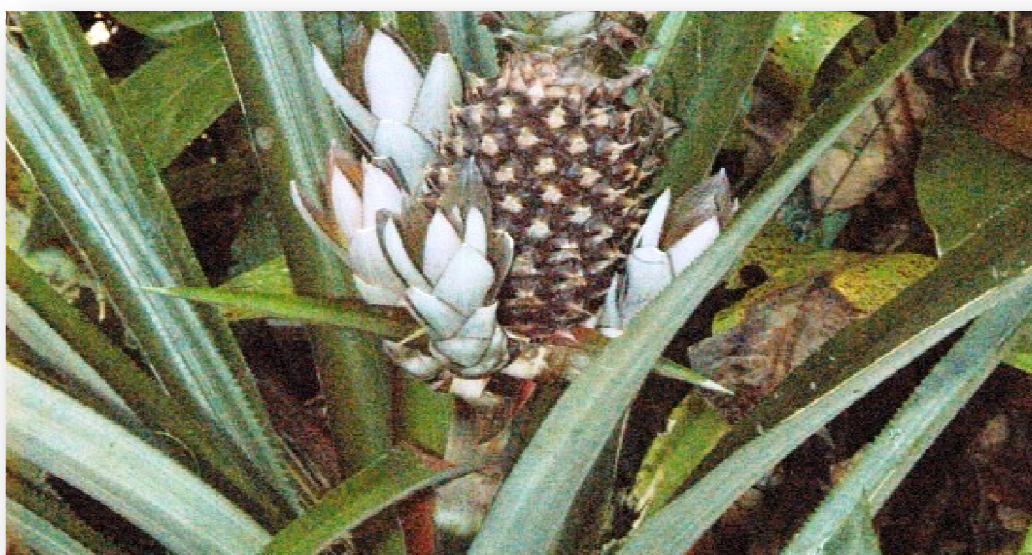
Caldas explica que é importante também dar atenção às outras fibras naturais produzidas no Brasil como a seda, a lã, o linho, e hoje as fibras que está chamando a atenção da mídia: a do bambu e do abacaxi.

2 A BROMÉLIA CURAUÁ

A Bromélia Curauá ou Abacaxi Curauá ou apenas Curauá, é uma planta típica brasileira, mas especificamente da região amazônica; por isso recebe esse nome indígena; e está sendo propagado de forma racional para a produção de fibra têxtil de excelente qualidade.

Segundo Giacomelli e Py (1981, p. 17) “a Bromélia Curauá é uma planta monocotiledônea da família das bromeliáceas”. Este vegetal atinge cerca de 1,5 metros e suas folhas, produtoras da fibra, são eretas e medem em média 5 cm de largura, por 0,5 cm de espessura.

Figura 2 – Bromélia Curauá



Fonte: Revista Planeta Sustentável (2012)

É uma planta muito sensível a frio, mas resistente às secas. Ainda sim não deve estar exposto ao sol muito intenso, pois pode sofrer queimaduras, embora seja uma planta tropical.

Ainda conforme os autores, seu plantio deve ser em solos permeáveis, isto é, não sujeito ao encharcamento. Para uma melhor produção, seu plantio deve ser realizado em solos leves, ricos em elementos nutritivos e com pH entre 4,5 e 5,5, ainda que tolere aqueles de pH mais baixo.

O fruto atinge apenas uns seis centímetros de comprimento, isso excluindo

a coroa, que é de grande porte e múltipla, isto é, há uma coroa principal circundada por cerca de duas dezenas de secundárias.

Descreve Manica (2000, p. 26):

O abacaxi Curauá é de polpa doce e tem poucas sementes, mas é bastante fibrosa. As folhas, que são quase eretas e somente possuem um acúleo terminal (espécie de espinho que nasce na folha), dão fibra de ótima qualidade, sendo muito apreciada pelos nativos da Amazônia para a fabricação de redes de pesca.

Dentre as muitas espécies de bromélias que ocorrem no norte e nordeste do Brasil, o Curauá tem uma característica própria de uso pela população. Suas folhas servem para a extração de fibras que são usadas para fazer redes, sacolas, barbantes e tecidos. Suas fibras são finas e brilhantes e de alta resistência. (ARAUJO, 2008)

Segundo publicado no Blog dos plantadores desta qualidade de bromélia em 2011, a produção é colhida pela primeira vez após um ano de plantio, retirando-se manualmente dois quilos de folhas de cada planta, cerca de 24 unidades maduras. Esse processo é repetido a cada três meses.

2.1 CARACTERÍSTICAS E PROPRIEDADES DAS FIBRAS DO CURAUÁ

No passado, diversas fibras naturais vegetais eram tratadas como lixo ou material residual, mas com a evolução dos conhecimentos técnicos-científicos esses materiais passaram a ter várias utilidades. Algumas das características como coloração, elasticidade, durabilidade e resistência à tração e à umidade oferecem muitas possibilidades de utilização como matéria-prima natural para indústria e entre elas está o Curauá.

Segundo John e Agopyan (1993), a fibra do Curauá é um complexo polimérico heterogêneo, composto em maior parte de celulose, hemicelulose e lignina, e de um número menor de componentes chamados de extrativos vegetais consistindo em mono e dissacarídeos, graxas gorduras e ésteres ácidos de alta massa molecular, por isso apresenta variadas características vantajosas sobre outras fibras.

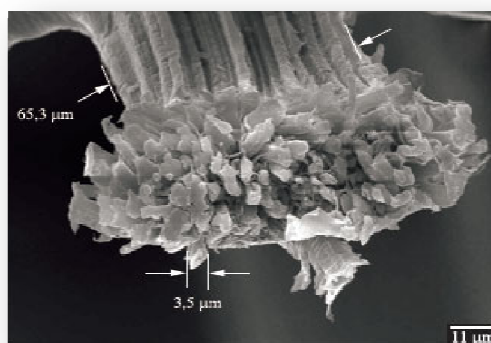
Tabela 1 – Componentes Químicos das Fibras do Curauá

Fibras	Celulose (%)	Hemi-celulose (%)	Lignina (%)	Pectina (%)	Cera(%)	Teor de umidade (%)
Curauá	83,0	3,0	12,0	0,5	1,5	11,0

Fonte: John e Agopyan (1993)

Suas fibras são multicelulares compostas de numerosas fibro-células alongadas fusiformes, unidas por material ligante da planta, que se dirigem de forma cônica para as extremidades, que apresentam um tubo de polígonos irregulares com uma cavidade central oca. Suas formas e dimensões, propriedades físicas e mecânicas são função da idade da planta, do tipo do solo, das condições climáticas locais, do tipo do processamento e de sua composição química.

Figura 3 – Micrografia obtida por microscopia eletrônica de varredura da fibra do Curauá



Fonte: Rabello (2000)

A fibra do Curauá possui propriedades mecânicas adequadas para o reforço em relação às outras fibras vegetais. O Curauá é uma planta da família das bromeliáceas cujo teor médio dos componentes é de 74% de Celulose, 10% de Hemicelulose, 84% de Holocelulose, 7% de Lignina e 1% de cinzas. (JOHN E AGOPYAN, 1993). Esses teores variam em função da espécie, do local de plantação e do tempo decorrido após a colheita. As propriedades físicas e mecânicas estão relacionadas no quadro seguir e que provam esta qualidade:

Tabela 2 – Características Mecânicas da Fibra do Curauá

Propriedades	Fibras do Curauá
Densidade (g/m ³)	1,2
Resistência a Tensão (MPa)	834
Alongamento na Ruptura (%)	4

Fonte: John e Agopyan (1993)

Avaliando estes dados é possível ver que a fibra do Curauá possui uma excepcional capacidade de tensão. E desta forma, com a tabela 00 é possível observar a esta grande capacidade que a fibra do Curauá tem, se comparada a outras fibras vegetais.

Tabela 3 – Características Mecânicas das Fibras Naturais Vegetais

FIBRA	DIÂMETRO (µm)	DENSIDADE (Kg/m ³)	MÓDULO ELÁSTICO (GPa)	TENSÃO MÁXIMA (MPa)	ALONGAMENTO NA RUPTURA (%)
Curauá	10 – 130	1100	26,0 – 46,0	700 – 1100	2,0 – 4,0
Abacaxi	80 – 250	1440	34,5 – 82,5	413 – 1627	0,8 – 1,6
Banana	80 – 250	1350	7,7 – 20,0	54 – 754	1,9 – 13,0
Coco	100 – 450	1150	4,0 – 6,0	106 – 175	17,0 – 47,0
Juta	–	1450	–	533	–
Sisal	50 – 200	1450	9,4 – 15,8	568 – 640	3,0 – 7,0

Fonte: Tomczak (2010)

Vale ressaltar que, as propriedades mecânicas das fibras são afetadas por tratamentos químicos como a alcalinização, os quais são empregados para alterar a superfície das fibras naturais melhorando a interação das fibras quando são empregadas como reforço em materiais compósitos. Fibras naturais ainda apresentam impurezas, tais como ceras, óleos naturais ou óleos de processamento que ficam depositadas na superfície das fibras, afetando também suas propriedades.

De acordo com Bledzki e Gassan (1999), as propriedades mecânicas assim como a composição das fibras apresentam variações consideráveis em seus valores. Estes fatores contribuem para que em aplicações mais técnicas seja necessária a modificação destas fibras com fins específicos.

Quanto a fibra do Curauá, por essa sua capacidade de tensão, como

demonstrada anteriormente, quando utilizadas de maneira combinada com fibras sintéticas tem a capacidade de reduzir o peso e o custo do material. E também promovendo aspectos ambientais, econômicos e sociais.

2.1.1 Processo de Desfibramento

As fibras do Curauá podem ser extraídas através de dois processos simples: manual (facas) e mecanicamente através de máquinas desfibradoras, como indica a tabela 2.

Conforme Gadelha *etal*(1996, p. 03) após a colheita ser realizada manualmente, as folhas do Curauá passam por uma desfibradeira, para a extração das fibras.

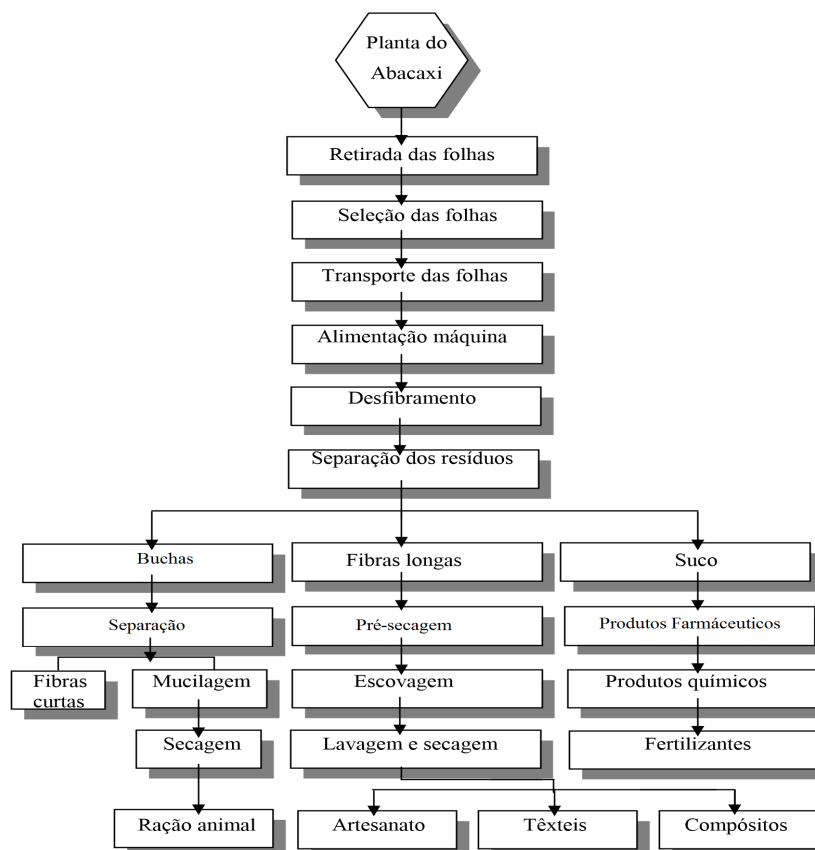
Tabela 4 – Métodos de extração, produção e comprimento das fibras vegetais

Fibras	Método de Extração	Quantidade produzida	Comprimento (mm)
Abacaxi	Manual (batidas) / Mecânica por desfibradora	2,5 a 3,5 % das folhas verdes	700 a 1200

Fonte: John e Agopyan (1993)

O fluxograma a seguir mostra a cadeia de produção agroindustrial das fibras da folha da bromélia, desde a sua retirada da planta até a aplicação final da bucha de fibras curtas, fibras longas e suco, como mostram Carvalho *etal* (2004).

Figura 4– Fluxograma de Produção Agroindustrial



Fonte: Tomczak (2010)

Em qualquer processo de desfibramento as fibras resultantes precisam ser penteadas com cardas manuais, lavadas com água para a completa remoção da mucilagem péctica e depois secas ao sol para a redução do teor de umidade como mostra Neto et al (2001). Os fatores que afetam a qualidade final das fibras e seu valor agregado são: comprimento, densidade, limpeza e integridade da fibra.

Figura 5 – Fibras do Curauá



Fonte: Revista Planeta Sustentável (2012)

Tabela 5 - Dimensões das folhas da planta do abacaxizeiro

Parâmetros	Medidas
Massa da planta (kg)	2,70
Comprimento máximo da folha (mm)	1160
Comprimento mínimo da folha (mm)	723
Largura da folha (mm)	67,5
Espessura da folha (mm)	3,09
Massa da folha (g)	72,40

Fonte: Giacomelli (1982)

A fibra da Bromélia Curauá é comparável à fibra de vidro em resistênciamecânica e peso, além de ser reciclável e biodegradável, por isso está se transformando numa matéria prima ecologicamente correta a ser usada pelas indústrias têxteis e automobilísticas.

2.2 APLICAÇÃO DAS FIBRAS DO CURAUÁ

As fibras do Curauá são fontes renováveis e abundantes na natureza em especial na região Norte do Brasil. Suas fibras longas e de alta resistência foram usadas durante muito tempo apenas para o artesanato.

Mas, um dos trabalhos desenvolvidos atualmente sobre esta fibra é substituição à fibra de vidro no reforço de compósitos poliméricos. Conforme Alves Filho (2005), este estudo foi desenvolvido por pesquisadores da Unicamp e

apresenta uma série de vantagens sobre o modelo convencional.

O autor explica que, além de ser cerca de 10 vezes mais barata do que a fibra de vidro, a fibra do Curauá é biodegradável; também é menos abrasiva aos equipamentos de processamento. Ainda, o material vegetal ainda possibilita a produção de plásticos reforçados por meio do método de injeção.

De acordo com De Paoli (apud ALVES FILHO, 2005) coordenador da pesquisa a fibra do Curauá oferece diversas vantagens sobre a do vidro:

Primeiro, a matéria prima é obtida a partir de uma fonte renovável, que é a planta da região amazônica cultivada no Pará. Segundo, trata-se de um material biodegradável, ou seja, atenua significativamente a agressão ao ambiente. Terceiro, seu custo é pelo menos dez vezes inferior ao da "concorrente". Quarto, exige menor quantidade de energia para ser processada. Isto sem falar que a tecnologia, se empregada em larga escala agregara valor a um produto agrícola que esta se tornando importante para a economia de algumas comunidades da Amazônia.

O objetivo do estudo é tornar o plástico mais leve do que o que incorpora a fibra do vidro. Isso tende a tornar, por exemplo, um carro mais leve, o que reduz o consumo de combustível. No setor de eletroeletrônicos, o plástico reforçado com a fibra pode ser empregado na confecção de vários componentes internos.

Ainda no setor automobilístico, pela pressão que a indústria sofre para produzir um carro biodegradável, as fibras do Curauá, por serem macias, leves e resistentes, estão sendo utilizadas na fabricação do protetor solar, porta chapéu e das portas laterais dos automóveis.

Já Ereno (2000), aponta uma pesquisa em que a fibra esta sendo usada em caixas d'água, piscinas, tecidos antialérgicos e até como material substituto para as vigas de ferro usadas no lugar de concreto em países como Japão, que enfrentam problemas de tremores de terra de alta intensidade, pela sua alta resistência mecânica e leveza.

Entretanto existe um obstáculo: não há oferta suficiente de matéria prima para atender à demanda, por conta disto a substituição de uma fibra por outra ainda é inviável, pois, segundo o SEBRAE (2006) a demanda das indústrias brasileiras é entorno de mil toneladas de fibras por mês e a produção efetiva é de apenas vinte toneladas.

No mercado internacional, a partir da fibra do Curauá foi desenvolvido um têxtil não tecido inovador, natural e sustentável chamado PiñatexTM. Ele foi

desenvolvido nas Filipinas podendo ser um substituto para o couro, se parecendo com pele de cobra ou receber um acabamento metálico para um produto de luxo.

Com desempenho excepcional, o Piñatex™ é respirável e macio, leve e flexível, moldável e facilmente tingido, utilizado na fabricação de sapatos, bolsas e estofados.

Figura 6– Exemplo de Produtos desenvolvidos utilizando o Piñatex™



Fonte: AnanasAnam(2013)

Ainda nas Filipinas, a partir das fibras do Curauá foi criado um tecido considerado fino, chamado de “organza de abacaxi”.

Figura 7—Exemplo de Produtos desenvolvidos utilizando “Organza de Abacaxi”



Fonte: Leite (2015)

A organza em sua composição natural é de seda, portanto esse tecido é uma alternativa que também garante as propriedades de ser um tecido leve, muito fino e transparente.

Existem outros estudos que utilizam-se de compósitos com fibras de Curauá utilizando termofixos. Os compósitos obtidos por estes processos podem ser utilizados para a confecção de perfis ou produtos acabados com forma complexa usando moldagem por injeção. O teor de fibra de curauá que proporciona as melhores propriedades mecânicas (tração, flexão e impacto) aos compósitos de polipropileno ou polietileno de alta densidade corresponde à 20% em massa de fibra e 2% em massa de polipropileno ou polietileno modificado com anidrido maleico, que atuam como agente de acoplagem.

O potencial do curauá é tão extenso que a partir da sobra do processo de desfibramento resulta num composto viscoso chamado de mucilagem, que é utilizado na fabricação de papel e como composto na ração animal.

2.3 A IMPORTÂNCIA SOCIOCONÔMICA DO CURAUÁ PARA A REGIÃO NORTE DO BRASIL

O Curauá é uma planta com características muito peculiares, que oferece oportunidades e desafios especiais para quem o cultiva e o beneficia com propósitos comerciais. O seu cultivo exige conhecimentos adequados e a aplicação de uma gama de tecnologias indispensáveis para ensejar sucesso econômico às atividades.

No estado do Pará, a crescente demanda de terra e de recursos naturais tem provocado impactos sobre o sistema natural, onde grandes áreas de mata foram transformadas em pastos e, apresentam-se alteradas e em diversos graus de degradação.

Para Fearnside e Barbosa *apud* Cordeiro (2007, p. 16):

A intensificação de uso do solo, muito além da sua capacidade de suporte do ecossistema, provocou um colapso estrutural e funcional, havendo uma completa mudança na paisagem. Mas os milhões de hectares alterados juntamente com as áreas de capoeira provenientes da agricultura migratória representam uma oportunidade de implementar novos sistemas de produção.

Assim sendo, os sistemas de plantio como o agroflorestal tem sido uma solução alternativa para melhorar a produtividade de sítios pobres ou degradados, bem como uma excelente opção de uso da terra para propriedades rurais de pequeno porte.

Especificamente no estado do Pará, a exploração dos recursos naturais tem papel importante na melhoria e possível solução de problemas socioeconômicos; e entre estes está a folha do abacaxizeiro.

Na descrição de Gadelha (1996, p. 04): “no norte do país a abaxicultura assumiu um lugar de grande importância, quando relacionado a economia regional”. Mas na maioria dos plantios apenas o fruto é aproveitado. Sendo assim, após a colheita, as folhas ora cortadas são desprezadas no campo e na maioria das vezes ficam entulhadas até apodrecerem, por falta de tecnologia adequada para seu aproveitamento.

Quando devidamente exploradas e processadas as fibras vegetais longas do abacaxi conferem características e propriedades têxteis e este meio de exploração pode trazer grandes benefícios para os produtores.

Observando essas características e acreditando no potencial da fibra, produtores do Curauá se uniram em uma cooperativa chamada de (Centro de Apoio a Projetos de Ação Comunitária)CEAPAC, uma organização sem fins lucrativos com objetivo de promover a cadeia de produção do Curauá, na região de Santarém, cidade do estado do Pará.

Os objetivos principais da cooperativa são: aumentar a produção de matéria prima; Adotar, junto das famílias técnicas agroecológicas de plantio do Curauá, fornecendo produtos alternativos a essas famílias; promover a agregação de valor à matéria-prima (fibra do curauá) mediante produção de artesanato;prestar assessoria técnica e apoio às famílias envolvidas na produção primária.

3 PROJETO DE LABORATÓRIO

O laboratório de análise de fibras naturais vegetais (Instituto de Pesquisa Têxtil Especializado em Fibras Curauá), IPTE foi criado no ano de 2015 na cidade de Santarém, no estado do PA, com objetivo principal de realizar análises físico-químicas em fibras do Abacaxi Curauá.

Através de diversas pesquisas sobre o uso da fibra do Abacaxi Curauá, dois alunos do curso de produção têxtil da Faculdade de Tecnologia de Americana, estado de São Paulo, apresentaram imenso interesse em comum em conhecer a fundo esta “nova” fibra vegetal; e em contato com a cooperativa que realiza o beneficiamento destas, viram a possibilidade de grande rentabilidade, visto as diversas aplicações desta material.

O local foi escolhido dentre as possibilidades de locação, pois deveria estar próximo à Cooperativa CEAPAC, uma organização da sociedade civil constituída na forma de associação e sem fins lucrativos.

A CEAPAC, junto a famílias de pequenos produtores rurais, artesãos e artesãs, tem o objetivo de promover a cadeia de produção do Curauá para gerar renda e desenvolvimento para as famílias envolvidas e para a região.

Assim, o IPTE em parceria com esta organização, objetiva desenvolver, através do beneficiamento das fibras do Curauá, novas receitas e neste momento aprimora as já existentes, para proporcionar às indústrias melhor qualidade de produto no menor preço e com garantia de qualidade.

O IPTE possui área construída de 108 m² compreendendo o espaço em: laboratório químico, laboratório físico, almoxarifado de laboratório e recepção, conforme planta abaixo.

Figura 8 – Planta Baixa do Laboratório



Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

Observa-se na figura 8, uma planta com áreas amplas e bem distribuídas, o que facilita aos trabalhadores o deslocamento entre os setores.

A localização e as instalações foram estudadas e estrategicamente planejadas, em áreas isentas de odores, distúrbios eletromagnéticos, radiação, umidade, vibrações e com alimentação elétrica e de água garantidas; proporcionando a realização correta dos ensaios. Além disso, o local favorece ações do programa de gestão de resíduos.

O layout sustentou-se em algumas condições estratégicas para a obtenção de resultados finais de ensaios confiáveis. Controle de agentes externos, tais como fumaça, poeira, vibração, bem como o estudo da localização dos equipamentos (levando em consideração as particularidades de cada procedimento e instrumento), visam a garantia do resultado final.

O IPTE vem crescendo e priorizando a busca da excelência em análises e ensaios de fibras no campo têxtil, sempre atento às novas tecnologias do mercado e zelando pelo bom atendimento aos seus clientes e parceiros.

3.1 MISSÃO

Realizar análises e ensaios têxteis com agilidade, exatidão nos resultados obtidos e aperfeiçoamentos dos serviços prestados.

3.2 VISÃO

Manter elevados níveis no atendimento ao cliente, ser referência nacional como especialista em análises das fibras do Curauá no seguimento têxtil com políticas e procedimentos de alta qualidade.

3.3 PRINCIPIOS

- Precisão;
- Confidencialidade;
- Confiabilidade;
- Ética;
- Respeito à Pessoa e ao Meio Ambiente;
- Responsabilidade Social.

3.4 QUADRO DE COLABORADORES

O IPTE sendo um laboratório pequeno conta com um quadro de empregados bem enxuto, em um total de apenas 04 colaboradores distribuídos entre as áreas administrativas e produção, sendo um dos sócios, o responsável por toda a área administrativa: comercial e financeiro, contando com o auxílio do escritório de contabilidade para realizar todo o processo contábil e de pessoal.

O outro sócio é o responsável pelo laboratório, é o profissional que realiza todo o trabalho de pesquisa, contando com o auxílio de um estagiário na área de química, para que assim desenvolvam novos processos e produtos com a fibra. E também conta com o trabalho de uma recepcionista/telefonista.

Tabela 6 – Colaboradores

FUNÇÕES	REGIME	QTDE	SALÁRIOS
Sócio/Administrador: Financeiro / Vendas	Pró Labore	1	R\$ 2.000,00
Sócio/Administrador: Gerente de Processos	Pró Labore	1	R\$2.000,00
Recepção e Telemarketing	CLT	1	R\$872,00
Auxiliar de Serviços Gerais	CLT	1	R\$ 788,00
Laboratorista	Estágio	1	R\$890,24
Engenheiro Químico	Contrato de Prestação de Serviço	1	R\$1.200,00
		6	
TOTAL			R\$7.707,24

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

É importante ressaltar que o laboratório necessita de um engenheiro químico para validar todos os testes realizados, portanto, o IPTE contratou um profissional liberal que atesta seus laudos para assim estarem de acordo com a lei. (LEI nº6.839 de 30 de outubro de 1980)

A Responsabilidade Técnica, conforme estabelecem as Resoluções Normativas nos. 12/59 e 133/92, do Conselho Federal de Química (CFQ), é uma posição de comando a ser assumida por Profissional da Química, para conduzir, orientar e se responsabilizar por todas as atividades na área da Química. Portanto, a responsabilidade técnica exige formação profissional compatível com a atividade desenvolvida e o profissional da química que possui diploma de formação específica poderá assumir, somente, a responsabilidade técnica de atividades restritas às respectivas áreas de formação.

O CRQ não interfere nas relações contratuais entre as partes (contratante/contratado), que deverão, porém, respeitar a legislação vigente, em especial, a legislação trabalhista.

E, embora seja uma obrigação legal, o fato de o estabelecimento contar com um profissional da Química como Responsável Técnico pode e deve ser utilizado como diferencial competitivo e instrumento de valorização do negócio.

3.5 CUSTOS

Custo, no conceito de Zanluca (2015) compreende todos os gastos incorridos na sua aquisição ou produção, de modo a colocá-los em condições de serem vendidos, transformados, utilizados na elaboração de produtos ou na prestação de serviços. Isto é, custo é o valor gasto com bens e serviços para a produção de outros bens e serviços.

Para se assegurar que o negócio é realmente rentável, foi preciso avaliar os custos de forma abrangente, iniciando com o levantamento dos custos com pessoal. Após foram avaliados os custos com fixos e custos variáveis e os com infraestrutura. Só assim foi possível estabelecer o valor do seu serviço e conhecer a rentabilidade da empresa.

3.5.1 Colaboradores

Para uma avaliação mais aprofundada dos custos com a folha de pagamento dos colaboradores em regime CLT, é preciso apresentá-los de forma mais abrangente.

Tabela 7 – Encargos Trabalhistas

PROVENTOS					ENCARGOS			
SALÁRIO	INSALUBRIDADE	VALE TRANSPORTE	CESTA BÁSICA	AJUDA DE CUSTO	FGTS	INSS 26,80%	FALTAS ATRASOS	TOTAL
R\$ 872,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 69,76	R\$ 233,70	R\$ -	R\$ 1.175,46
R\$ 788,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 63,04	R\$ 211,18	R\$ -	R\$ 1.062,22
R\$ 1.660,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ 132,80	R\$ 444,88	R\$ -	R\$ 2.237,68

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

A tabela 7 apresenta os custos mensais dos proventos e encargos de cada funcionário. Já a tabela 8 traz os números correspondentes às provisões mensais de cada obrigação, o total de provisões e o valor total do custo de cada colaborador para o laboratório mensalmente.

Tabela 8 – Provisões

PROVISÕES								TOTAL PROVISÕES	TOTAL +
AVISO PREVIO	13º SALARIO	FÉRIAS	1/3 FÉRIAS	FGTS AVISO	FGTS 13º	FGTS FÉRIAS +1/3	MULTA 50%		
R\$ 72,67	R\$ 72,67	R\$ 72,67	R\$ 24,22	R\$ 5,81	R\$ 5,81	R\$ 7,75	R\$ 44,57	R\$ 306,17	R\$ 1.481,62
R\$ 65,67	R\$ 65,67	R\$ 65,67	R\$ 21,89	R\$ 5,25	R\$ 5,25	R\$ 7,00	R\$ 40,28	R\$ 276,68	R\$ 1.338,90
R\$ 138,33	R\$ 138,33	R\$ 138,33	R\$ 46,11	R\$ 11,07	R\$ 11,07	R\$ 14,76	R\$ 84,84	R\$ 582,84	R\$ 2.820,52

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

Muitos empresários se esquecem de calcular as provisões da sua folha de pagamento e acabam por ter prejuízos no simples pagamento de uma rescisão, por exemplo.

3.5.2 Custos Fixos

Os custos fixos são aqueles que não se alteram seja qual for o volume de produção ou serviço da empresa. Eles são fixos em relação à produção estabelecida; entretanto, podem variar em função de outros fatores que não dependem da Produção. Os Custos Fixos existem mesmo que não haja Produção.

E, para a implantação do laboratório físico-químico, o IPTE precisou buscar em instituições financeiras, recursos suficientes para a compra de todos os equipamentos necessários. A melhor opção foi um financiamento junto ao BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) no valor de R\$60.000,00.

Tabela 9 – Custos Fixos

TABELA DE CUSTOS FIXOS				
CUSTOS FIXOS	QTDE	VALOR PAGO	QTDE PARCELAS	ANO
Internet/Telefone		R\$ 220,00	1	2015
Custo de Depreciação		R\$ 566,60	1	2015
Plano Serasa		R\$ 124,00	1	2015
Parcela do Financiamento		R\$ 1.550,00	48	2015
Custo Mensal de Funcionários	6	R\$ 8.910,76	1	2015
Água		R\$ 82,00	1	2015
Luz		R\$ 863,00	1	2015

Aluguel do Salão		R\$ 3.500,00	1	2015
Honorários Contábeis		R\$ 550,00	1	2015
TOTAL		R\$	16.366,36	

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

Na tabela acima são apresentados os custos fixos do laboratório, inclusive o parcelamento do financiamento, conforme relatado acima.

3.5.3 Custos Variáveis

Os Custos variáveis aumentam na medida em que a produção, a revenda de mercadorias ou os serviços prestados também aumentam; isto porque, os custos variáveis podem ser considerados como custos diretos, por variarem na mesma medida que a produção, a revenda de mercadorias ou dos serviços prestados, respectivamente.

Os valores apontados na tabela 10, referem-se aos preços adquiridos dos produtos químicos necessários para um mês de produção, conforme demanda da cooperativa e utilizando como base a receita química de melhor resultado (receita 2).

Tabela 10 – Custos Variáveis

TABELA DE CUSTOS VARIÁVEIS						
PRODUTOS QUÍMICOS	QTDE TOTAL	VALOR PAGO	QTDE 5 RECEITAS	VALOR 5 RECEITAS	ANO	VIDA ÚTIL (anos)
Peróxido de Hidrogênio 1120 Vol.	1 litro	R\$ 7,00	50 ml	R\$ 0,35	2015	1
Hidróxido de Sódio 30 bé	1 litro	R\$ 20,00	25 ml	R\$ 0,50	2015	1
Umectante	1 litro	R\$ 16,80	1 ml	R\$ 0,09	2015	1
Detergente Aniônico	1 litro	R\$ 16,80	1 ml	R\$ 0,09	2015	1
Metassilicato de Sódio	1 litro	R\$ 17,00	5 ml	R\$ 0,09	2015	1
Ácido Acético	1 litro	R\$ 40,00	5 ml	R\$ 0,20	2015	1
TOTAL		R\$ 117,60	R\$ 1,31			

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

3.5.4 Infraestrutura

Para que fosse possível ao IPTE realizar os ensaios específicos na fibra do Curauá e assim atender a demanda regional para fins comerciais, foram adquiridos máquinas e equipamentos e para tanto, foi necessário realizar variadas pesquisas para encontrar o melhor preço dentro da qualidade desejada.

A relação de produtos, conforme tabela 11 são a base para equipar um laboratório de análise físico-químico no seguimento de pesquisa de fibras têxteis. Além disso, a tabela apresenta o valor para a aquisição dos mesmos.

Tabela11 – Tabela de Investimento em Infraestrutura

TABELA DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA						
INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA	QTDE	VALOR PAGO	VALOR TOTAL	ANO	VIDA ÚTIL (anos)	DEPRECIACÃO
Aquecedor Banho-maria	01 unid	R\$ 790,00	R\$ 790,00	2015	10	R\$ 6,58
Balança Digital	02 unid	R\$ 2.200,00	R\$ 4.400,00	2015	10	R\$ 36,67
Estufa de Secagem 30 litros	01 unid	R\$ 1.320,00	R\$ 1.320,00	2015	10	R\$ 11,00
Máquina HT (usada)	01 unid	R\$ 7.500,00	R\$ 7.500,00	2015	10	R\$ 62,50
Termômetro	01 unid	R\$ 38,00	R\$ 38,00	2015	5	R\$ 0,63
Microscópio de cortes longitudinais e transversais	01 unid	R\$ 2.200,00	R\$ 2.200,00	2015	10	R\$ 18,33
Dinamômetro	01 unid	R\$ 3.200,00	R\$ 3.200,00	2015	10	R\$ 26,67
Torciômetro	01 unid	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00	2015	10	R\$ 12,50
Aspas	01 unid	R\$ 1.500,00	R\$ 1.500,00	2015	10	R\$ 12,50
Medidor de PH	01 unid	R\$ 1.850,00	R\$ 1.850,00	2015	10	R\$ 15,42
Paquímetro	01 unid	R\$ 98,80	R\$ 98,80	2015	10	R\$ 0,82
Bequer Graduado	10 unid	R\$ 9,00	R\$ 90,00	2015	5	R\$ 1,50
Bastão de Vidro	05 unid	R\$ 3,85	R\$ 19,25	2015	5	R\$ 0,32
Espátula com Colher	05 unid	R\$ 8,90	R\$ 44,50	2015	5	R\$ 0,74
Pipeta Graduada	05 unid	R\$ 9,90	R\$ 49,50	2015	5	R\$ 0,83
Pipetador tipo "Pêra"	02 unid	R\$ 16,99	R\$ 33,98	2015	5	R\$ 0,57
Pisseta ou Frasco Lavador	01 unid	R\$ 9,90	R\$ 9,90	2015	5	R\$ 0,17
Proveta	02 unid	R\$ 9,50	R\$ 19,00	2015	5	R\$ 0,32
Mesa para Escritório	03 unid	R\$ 149,90	R\$ 447,00	2015	5	R\$ 7,45
Cadeira para Escritório	03 unid	R\$ 95,00	R\$ 285,00	2015	5	R\$ 4,75
Aparelho Telefônico	03 unid	R\$ 69,90	R\$ 209,70	2015	5	R\$ 3,50
Micro computador	03 unid	R\$ 999,00	R\$ 2.997,00	2015	5	R\$ 49,95
Armário	03 unid	R\$ 560,00	R\$ 1.680,00	2015	5	R\$ 28,00
Ar condicionado para laboratório Físico	01 unid	R\$ 2.525,00	R\$ 2.525,00	2015	5	R\$ 42,08
Ar condicionado recepção	01 unid	R\$ 1.200,00	R\$ 2.400,00	2015	5	R\$ 40,00
TOTAL			R\$ 43.521,83	TOTAL		R\$ 566,60

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

Obs: Foram adquiridos máquinas e equipamentos de vários fornecedores, portanto, não foram apontados na tabela, mas seguem em anexo.

3.5.5 Custo Final

Ao realizar os ensaios, atestando as qualidades físico-químicas da fibra do Curauá, o IPTE baseia-se no valor dos seus custos fixos e variáveis, que serviram como base para avaliar sua receita líquida:

Tabela 12 – Custo Final

Custos Fixos	R\$ 16.366,36
Custos Variáveis	R\$1,31
Sub Total	R\$ 16.367,67
Receita Bruta	R\$ 21. 277,97 (30% dos custos e despesas)
Imposto	8,21% sobre a Receita Bruta - R\$ 1.746,92/mês
Total(Custos e Despesas + Impostos)	R\$ 16.367,67+ R\$ 1.746,92 = R\$18.114,59
Receita Líquida	R\$ 21.277,97 - R\$ 18.114,59 = R\$ 3.163,38

Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores (2015)

Por se tratar de uma parceria, O IPTE recebe da cooperativa as fibras degomadas e realize os ensaios com certificação. A Cooperativa assumirá as despesas mensais da manutenção do IPTE num sistema de condomínio empresarial com relação aos gastos e receitas, isto é, garante 30% a mais sobre o valor dos seus custos e despesas. Este foi o acordo inicial entre as partes com objetivo de promover a fibra nesse mercado tão inovador.

Esta parceria foi estabelecida pois, para a cooperativa a importância do IPTE representa uma parceria para apresentar às grandes empresas uma matéria-prima com excelentes propriedades e com atestado de qualidade.

No caso de ensaios ou serviços prestados à externos, o valor dos laudos entrará como receita, pois esse é o objetivo a longo prazo, atrair novos parceiros e clientes. Também objetiva-se obter financiamentos a fundo perdido de entidades de fomento voltadas ao meio ambiente, a geração de renda, e a promoção social, entre outros.

Quanto ao IPTE cabe oferecer mais ensaios para a comunidade, oferecer a garantia da qualidade das fibras ao mercado; assim conseguirá verbas para ampliar sua ação tecnológica e social para uma comunidade maior que a própria cooperativa.

3.6 ENSAIOS ESPECIFICOS

Os ensaios abaixo foram realizados para a apresentação da Faculdade de Engenharia Civil de Tucuruí, no estado do Pará no COBENGE (Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia no ano de 2012) e foi utilizado como fonte de pesquisa inicial para o IPTE, utilizando-o como dados comparativos e posteriormente para que agregasse novos procedimentos e assertividade nos resultados. Os ensaios referem-se a teor de umidade, peso específico, geometria e índice de absorção.

3.6.1 Geometria da Fibra

Para determinar o diâmetro das fibras de Curauá dois métodos foram realizados: um com paquímetro, com precisão de 0,01 mm e outro com um microscópio com ampliação de 40x.

Com o paquímetro, foram utilizadas 100 amostras da fibra. O diâmetro das fibras foi determinado através de três medições em posições convenientemente espaçadas, sendo utilizadas fibras com o seu comprimento natural. Em seguida calculou-se a média das medições.

O outro método utilizado para medir o diâmetro das fibras foi a ampliação de 40x o seu tamanho original com o auxílio de um microscópio. Neste método foram utilizadas fibras secas ao ar com comprimento médio de 50 mm para as 20 primeiras amostras e 100 mm para as outras 10 amostras, totalizando 30 amostras. Foram realizadas três medições ao longo do comprimento de cada amostra, para em seguida ser calculada a média aritmética.

3.6.2 Teor de umidade

Para determinar o teor de umidade da fibra de Curauá, as mesmas foram mantidas expostas ao ar livre no laboratório por 24 horas. Passadas às 24 horas, as fibras foram pesadas em balança digital eletrônica com precisão de 0,01g. Antes, as fibras foram colocadas em estufa a uma temperatura de 110°C por 24 horas, e novamente pesadas.

3.6.3 Peso Específico

O peso específico das fibras foi obtido através de um frasco graduado (100 a 400 ml). As fibras foram cortadas com comprimento médio de 20 mm (figura 9), e secas em estufa até constância de massa, ou seja, entre duas pesagens consecutivas, espaçadas de 2 horas, não apresentem variação maior que 0,1%. Dentro do frasco graduado (figura 10) colocou-se 50 g de fibra e 400 ml de água.

Figura 9 – Fibras Cortadas



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Figura 10 – Fibra no Frasco Graduado



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Em imersão nos 400 ml de água, com o frasco tampado para evitar evaporação da água, as fibras foram deixadas por 24 horas antes de ser efetuada a leitura do volume de água deslocada. Este tempo é necessário para que a água ocupe os vazios das fibras.

$$\text{Cálculo da Densidade} \quad D = \frac{\text{Massa}}{\text{Volume Deslocado}}$$

3.6.4 Absorção de água

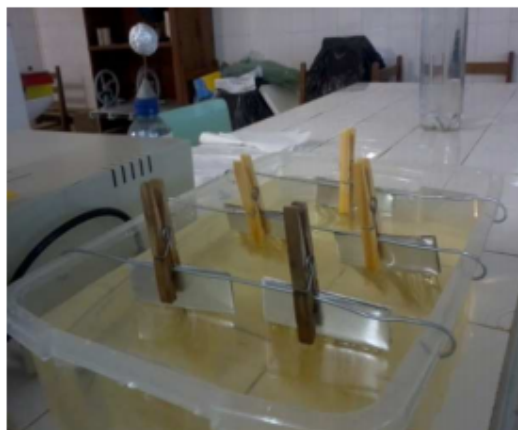
Para o procedimento de determinação do índice de absorção d'água, as fibras secas ao ar livre são cortadas (o comprimento das fibras cortadas foram de 7cm), e coladas em placas de alumínio (figura11). Para a fixação das fibras na placa de alumínio foi utilizado veda calha. Após a secagem da cola, as placas foram secas em estufa a uma temperatura de 100°C até constância de massa ou no mínimo 24 horas.

Figura 11 – Fibra Colada na Placa de Alumínio



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Figura 12 – Fibra em imersão na água



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Assim nos testes apresentados foram obtidos resultados relevantes à pesquisa que o IPTE realiza. Na tabela 13 são apresentados os resultados obtidos do diâmetro, teor de umidade e peso específico da fibra de Curauá. Observa-se que o diâmetro encontrado através do paquímetro resulta em valores consideravelmente diferentes dos encontrados com o microscópio, com amplificação de 40x.

Tabela 13 – Diâmetro, teor de umidade e peso específico da fibra do Curauá

Tipo de Fibra	Diâmetro (mm) Paquímetro	Diâmetro (mm) Microscópio	Teor de umidade (%)	Peso Específico (KNm ³)
Curauá	0,049	0,133	12,35	12,26

Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

O diâmetro encontrado pelo método do paquímetro é muito inferior (0,049 mm) ao encontrado pelo microscópio (0,133 mm). Isso pode ser explicado pela maior precisão que o microscópio admite, quando comparado ao paquímetro, porém o método do paquímetro é o mais utilizado em trabalhos técnicos. Com o método do paquímetro percebeu-se que as fibras, quando medidas, eram esmagadas por força mecânicas, quando de sua medição, podendo ser fator determinante na disparidade de resultados. O teor de umidade da fibra de curauá foi de aproximadamente 12,35%. O peso específico da fibra de curauá foi de 12,26 Kg/m³.

A tabela 14 e a Figura 13 apresentam a absorção média das placas

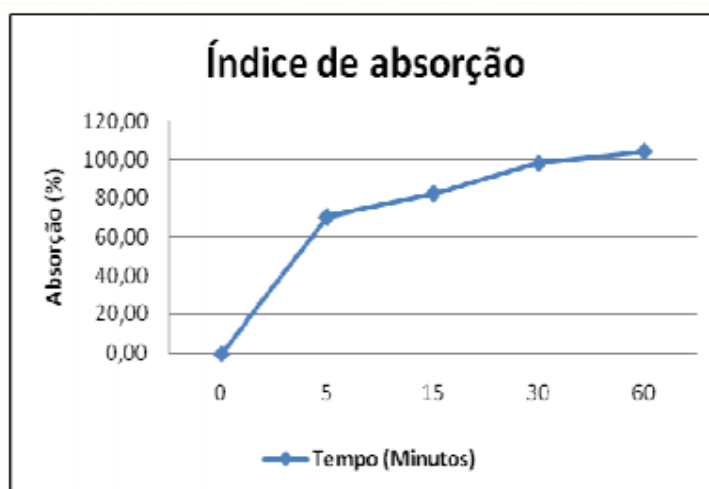
ensaiadas para o período inicial de 60 minutos em imersão.

Tabela 14 – Absorção de água das fibras de Curauá para os primeiros 60 minutos em imersão

Absorção Média (%)			
Dia	Minutos	Média	Média (%)
1	5	0,71	70,6
1	15	0,82	82,2
1	30	0,98	98,3
1	60	1,04	104,1

Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Figura 13 – Índice de Absorção de Água das fibras de Curauá em Relação ao Tempo em Minutos



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Pode-se notar pela tabela 14e na figura 13, que a fibra de Curauá absorveu mais que 70% de sua capacidade logo nos primeiros 15 minutos em imersão, chegando a sua estabilidade no final do primeiro dia, com aproximadamente 105% de saturação. Segundo Pimentel e Savastano *apud* Rosa, Moreira e Bilcati (2012), em geral as fibras atingem mais de 50% de sua capacidade higroscópica logo nos primeiros 15 minutos de contato com água, o que confirma os resultados apresentados neste trabalho. Para os dias seguintes, a fibra de Curauá, teve um acréscimo de absorção, mas nada comparado às primeiras horas de imersão. A tabela 15 mostra o comportamento da fibra de Curauá em intervalos de 24 horas.

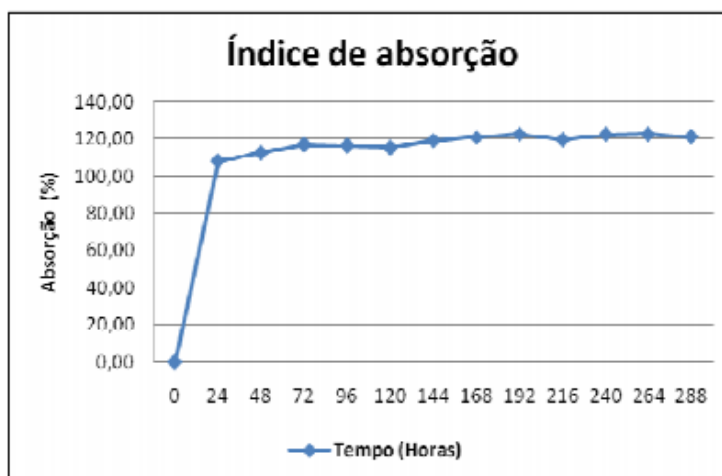
Tabela 15 – Absorção de água das fibras de Curauá em intervalos de 24 horas

Absorção Média (%)			
Dia	Horas	Média	Média (%)
2	24	1,08	108,08
3	48	1,13	112,90
4	72	1,17	116,82
5	96	1,16	116,47
6	120	1,15	115,39
7	144	1,19	119,10
8	168	1,21	121,07
9	192	1,20	122,60
10	216	1,22	119,54
11	240	1,23	122,50
12	264	1,21	122,76
13	288	1,22	121,20

Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Segundo Pinto *apud* Rosa, Moreira e Bilcati (2012), este método utilizado para o ensaio de absorção apresenta resultados confiáveis, em razão do comportamento observado, taxas crescentes de absorção nos primeiros minutos seguida por estabilização nas horas seguintes, como demonstra a figura 14, para as taxas de absorção em períodos de 24 horas.

Figura 14 – Índice de Absorção de Água da Fibra de Curauá em Relação ao Tempo em Horas, para os Intervalos de 24 horas



Fonte: Rosa, Moreira e Bilcati (2012)

Para o procedimento experimental utilizado no ensaio de absorção, percebeu-se que a taxa de absorção da fibra Curauá ocorre mais intensamente nos primeiros minutos em imersão, chegando à saturação nas horas seguintes. A fibra de Curauá atingiu cerca de 70% de sua capacidade de absorção nos primeiros 15 minutos em imersão.

3.7 PLANEJAMENTO DE PRODUÇÃO

A partir dos ensaios iniciais (cap. 3.6), o IPTE desenvolveu demais ensaios com o objetivo de determinar as propriedades químicas da fibra de Curauá, onde com estes dados fosse possível apresentá-la ao mercado como alternativa sustentável.

O ensaio inicial baseia-se no processo de limpeza da fibra, para que tenha melhor qualidade no toque, pois chega ao laboratório degomada, isto é, sem casca e sem nenhum tratamento químico.

Como a aplicação de determinados produtos químicos, a fibra começa a ser beneficiada e para tanto, são utilizados os seguintes produtos: Peróxido de Hidrogênio (H_2O_2); Hidróxido de Sódio (NaOH); Metassilicato de Sódio (Na_2SiO_3); Ácido Acético ($C_2H_4O_2$); Umectante e Detergente.

E são utilizados, neste processo os seguintes equipamentos, conforme a sua utilização, entre Laboratório Químico e Laboratório Físico:

a) Laboratório Químico:

- HT;
- Medidor de PH;
- Balança Analítica;
- Aquecedor para Banho-maria;
- Estufa.

b) Laboratório Físico:

- Aspas;
- Torquímetro;
- Dinamômetro;
- Microscópio de corte transversal e longitudinal de fibras;
- Balança Analítica;
- Paquímetro.

O uso destes equipamentos e produtos químicos tem como objetivo gerar diversos resultados, buscando a melhoria das fibras para agregar qualidade ao produto final.

E para se obter melhores resultados foram realizados vários ensaios com a fibra do Curauá. Dentre eles, destaca-se os ensaios iniciais:

Figura 15 – Fibra Degomada no Laboratório



Fonte: Arquivo do Autor(2015)

Este material refere-se a fibra recebida pelo IPTE, degomada pelos cooperados da CEAPAC. A partir daí, desenvolveu-se a primeira receita, para retirar suas impurezas e torná-la apta as necessidades do cliente.

a) Receita I: Purga e Alvejamento

Volume de Banho = 500 ml de água
Massa= 10g de Fibra de Curauá degomada
Equipamento= Aquecedor Banho-maria
Temperatura = 96°C
Tempo = 40 minutos

Produtos Químicos	Quantidade (ml)
Peróxido de Hidrogênio 1120 Volumes	15
Metassilicato de Sódio	2
Hidróxido de Sódio 30 Bé	7,5
Umectante	2
Detergente Aniônico	2
Acido Acético	3

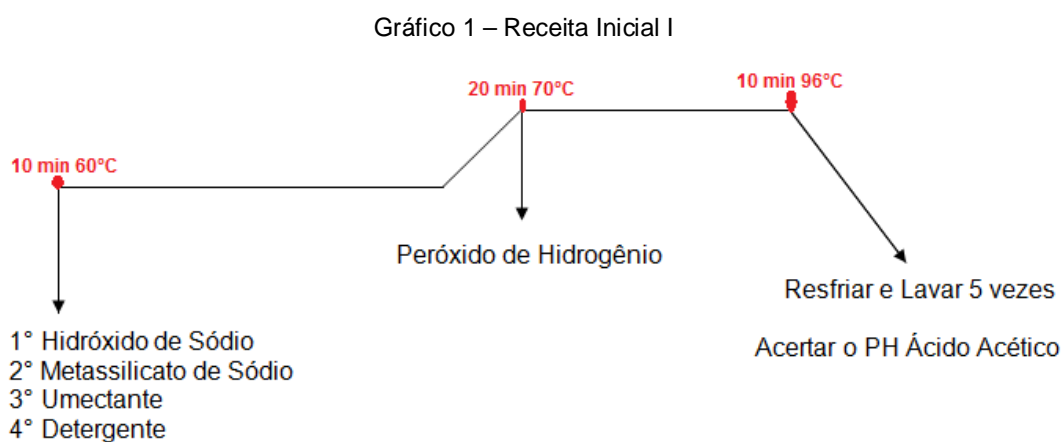


Figura 16 – Resultado da Receita Inicial I



Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores(2015)

b) Receita II: Purga e Alveamento

Volume de Banho = 300 ml de água

Massa = 5 g de Fibra de Curauá degomada

Equipamento = HT

Temperatura = 120°C

Tempo = 30 minutos

Produtos Químicos

Peróxido de Hidrogênio 1120 volumes

Metassilicato de Sódio

Hidróxido de Sódio 30 Bé

Umectante

Detergente Aniônico

Acido Acético

Quantidade (ml)

10

1

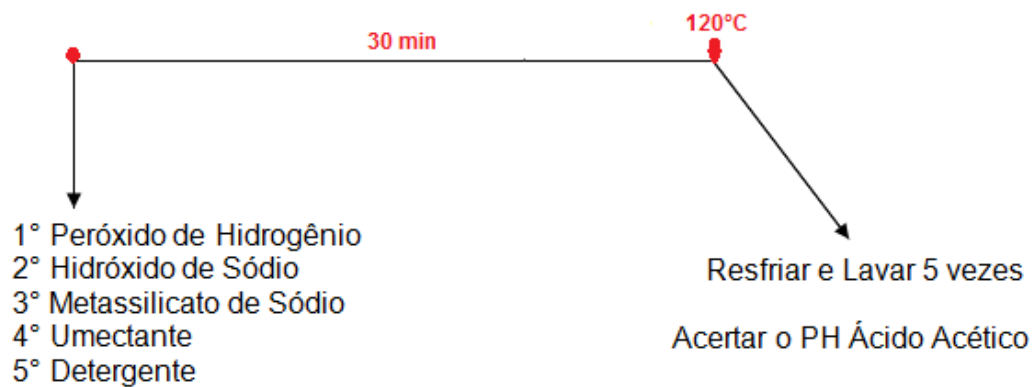
5

1

1

1

Gráfico 2 – Receita Inicial II



Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores(2015)

Figura 17 – Resultado da Receita Inicial II



Fonte: Arquivo Pessoal dos Autores(2015)

A partir deste primeiro ensaio, foi verificado que a fibra realmente possui propriedades excepcionais e que se melhor trabalhada, pode ser utilizados para os mais diversos seguimentos, como já descritos anteriormente. (cap. 2.2)

3.8 QUALIDADE TOTAL

Para atender a missão descrita anteriormente, o laboratório possui um programa de qualidade total onde a empresa fornece condições adequadas de segurança e meio ambiente para garantir a saúde dos funcionários e da comunidade; e os funcionários, por sua vez, seguem as normas da empresa agindo com segurança no manuseio dos equipamentos e dos produtos químicos.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamenta os procedimentos através da lei 9.782/1999 onde no artigo 2º normatiza, controla e fiscaliza produtos, substancias e serviços.

Ainda conforme publicação da agência (2012):

Artigo 8º - Incumbe a agência, respeitada a legislação em vigor, regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam risco à saúde pública. "Submetem-se ao regime de vigilância sanitária as instalações físicas, equipamentos, tecnologias, ambientes e procedimentos envolvidos em todas as fases dos processos de produção dos bens e produtos submetidos ao controle e fiscalização sanitária, incluindo a destinação dos respectivos resíduos".

O Inmetro atua como órgão oficial de monitoramento da conformidade aos princípios das Boas Práticas de Laboratório-BPL, onde orienta sobre os princípios que devem ser aplicados em testes não clínicos para produtos farmacêuticos, agrotóxicos cosméticos, veterinários, aditivos alimentares, rações e produtos químicos industriais.

Conforme o Inmetro (2003), os equipamentos utilizados no laboratório devem estar acompanhados de informações necessárias, serem limpos e inspecionados periodicamente, submetidos à manutenção preventiva e calibração; devem possibilitar rastreabilidade das medidas de grandezas físicas e apresentar um registro certificado de calibração, emitido por empresas especializadas. Isto tudo para garantir a qualidade nos serviços e até a qualidade de vida dos colaboradores que manipulam estes equipamentos.

3.9 CERTIFICAÇÃO

A certificação de laboratórios, segundo os requisitos estabelecidos na norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, é aplicável a laboratórios de calibração e de ensaio.

Conforme descrito na NBR-17025 (2005), a Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE) concede a certificação para laboratórios que realizam serviços de calibração e/ou ensaios em instalações permanentes, móveis, e/ou de clientes. Para instalações móveis, a concessão independe do número de instalações. No caso de uma organização possuir mais de uma instalação permanente, em diferentes endereços, cada uma dessas instalações é certificada individualmente.

A certificação de laboratórios de ensaio é concedida por ensaio para um determinado produto, segundo uma norma, regulamento, resolução ou procedimento desenvolvido pelo laboratório em que é estabelecida a metodologia utilizada. A norma NIT-DICLA-016 (em anexo) estabelece as diretrizes para a