# ELISEU EFRAIN PETRUY EDILMA GOMES JULIO CESAR DE OLIVERIA JULIO CESAR DOS SANTOS RIBEIRO

55

# PRODUÇÃO DE CELULOSE



6 P. P. D.	
WALTER !	REG.:
WILL.	DATA://

CURITIBA DEZEMBRO / 2016

# CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL DE CURITIBA CURSO TÉCNICO DE QUÍMICA

## FÁBRICA J.E CELULOSE



Trabalho de conclusão de curso apresentado à disciplina de Processos Industriais do curso Técnico em Química do Centro Estadual de Educação Profissional de Curitiba.

Orientadora: Professora Thieme Deguchi

CURITIBA DEZEMBRO / 2016

# Sumário

1.	INTF	RODUÇÃO	3
1.	1 7	TEMA	3
1.	.2 F	RAZÃO SOCIAL	3
1.	3 .	JUSTIFICATIVA	4
1.	4 F	REGIME DEOPERAÇÃO	4
1.	.5 L	LOCALIZAÇÃO	5
1.	6 F	HITÓRICO DO PRODUTO	5
1.	7 L	LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA	8
2.	DES	SCRIÇÃO DO PROCESSO	10
2.	.1 [	DESCRIÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS	12
	2.1.1	.1 Hidróxido de sódio	12
	2.1.2	2 Sulfato de sódio	12
	2.1.3	.3 Cloro	13
	2.1.4	.4 Madeira	14
	2.1.5	5 Celulose	15
	2.1.6	.6 Água	17
	2.1.7	7 Oxido de cálcio (CaO)	18
	2.1.8	.8 Carbonato de Sódio	18
	2.1.9	9 Hipoclorito de Sódio	19
	2.1.1	.10 Dióxido de Cloro	19
3.	DES	SCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS	20
3.	1 [	Descascador	20
3.	1.2	Correia transportadora	20
	3.1.3	3 Digestor	21
	3.1.4	.4 Caldeira	22
	3.1.5	5 Lavador	23
	3.1.6	6 Picador	24
	3.1.7	7 Secador	25
4.	FLU	JXOGRAMA	26
5.	TRA	ATAMENTO DE RESIDUOS	27

6.	ВА	LANÇO ENERGETICO	29
7.	AN	ÁLISE ECONÔMICA	30
8.	RE	FERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
9.	AP	ENDICE	41
9	.1	Balanço de massa	41
9	.2	Layout	
9	.3	Plano diretor	
Lis	ta d	e Figuras	
Fig	ura	1: Celulose Pronta	. 3
Fig	ura :	2: Figura do satélite local	. 5
Fig	ura	3: Componentes estruturais da madeira	15
Fig	ura -	4: Divisão dos componentes da madeira	17
Fig	ura	5: Esquema de descascador	20
Fig	ura	6: Esteira transportadora	21
Fig	ura	7: Digestor	22
Fig	ura	8: Esquema de caldeira	23
Fig	ura	9: Caldeira vertical	23
Fig	ura	10: Lavador em contra corrente	24
Fig	ura	11: Picador	24
Fig	ura	12: Esquema de secador	25

# 1. INTRODUÇÃO

#### 1.1 TEMA

O projeto idealizado é uma fabrica de celulose, onde o principal objetivo é fornecer a polpa celulósica para indústrias produtoras de papel da América do Norte, como por exemplo, Estados unidos.

O nosso produto será comercializado em rolos de uma tonelada por US\$ 920, aproximadamente R\$ 3.096,00. A imagem abaixo representa o produto acabado:



Figura 1: Celulose Pronta

Fonte: APREFLORESTAS, 2016

# 1.2 RAZÃO SOCIAL

J.E. CELULOSE LTDA

CNPJ: 14.758/002-31

INSCRIÇÃO ESTADUAL: 215.31975-51

Data de abertura: 07/12/2016

#### 1.3 JUSTIFICATIVA

No Brasil o setor produtivo de papel e celulose contribui de forma relevante para o desenvolvimento do país, que por possuir o menor custo de produção do mundo, é atualmente o sétimo produtor mundial de celulose, o décimo primeiro produtor de papel e também um dos maiores mercados consumidores, segundo OSÓRIO & DESCHAMPS (2005).

Isso se deve ao fato do Brasil deter avançada tecnologia no plantio e um imenso maciço florestal com elevado potencial de exploração econômica, de acordo com JUVENAL, e MATTOS (2002).

Uma análise do setor de papel e celulose mostra uma forte influencia do mercado internacional, onde a demanda vem superando a oferta com tendência a manter-se esse quadro por longo tempo, o que levará a nossa indústria a direcionar sua fabricação de celulose para a exportação, sendo que a celulose é usada em diversos ramos, tais como: em medicamentos, na alimentação, na fabricação de vários tipos de papéis.

# 1.4 REGIME DEOPERAÇÃO

A fábrica funciona 7 (sete) dias por semana, 3 (três) turnos, cada turno tem duração de 8 horas.

Tendo um total de 52 funcionários, sendo 1 engenheiro,2 supervisores de produção, 3 líderes de produção, 2 técnicos em química industrial, 2 técnico de segurança do trabalho, 1 técnico de meio ambiente, 15 auxiliares de produção, 5 operadores de máquinas, 3 técnicos de mecânica, 3 técnicos em elétrica, 2 técnicos em manutenção predial, 3 porteiros, 3 serventes de limpeza, 1 secretária, 2 técnicos em informática, 1 gerente de Rh, 3 auxiliares de escritório.

# 1.5 LOCALIZAÇÃO

A indústria se localiza na Rua Professor Teodoro Winhler, nº 110, bairro Cidade Jardim, São José dos Pinhais, a área total possui 10.000 m<sub>2</sub>, sendo uma parte coberta e outra aberta, o terreno é alugado.

O local foi selecionado por ser próximo ao Rio Iguaçú o que facilita o descarte dos efluentes tratados, por ser uma área industrial. Além de o local oferecer fácil acesso a rodovias e pela grande oferta de mão de obra.

A figura seguinte mostra uma imagem de satélite do local.



Figura 2: Figura do satélite local

Fonte: GOOGLE MAPS, 2016

# 1.6 HITÓRICO DO PRODUTO

Não tem como falar de celulose sem citar o papel, sendo este o derivado primário da celulose.

A evolução da indústria de celulose remonta o início da década de 19. Com a chegada da família real portuguesa houve-se a necessidade de maior produção de celulose para a fabricação papel para cédulas bancárias, jornais e documentos oficiais (REVISTA O PAPEL, 2016).

A partir do inicio do século XX iniciou-se pesquisas para produção de celulose de eucalipto, em vista que nesta época a produção de celulose era

proveniente de espécies de árvores desconhecidas. Mas ainda a produção de celulose de eucalipto não era algo relevante por causa da falta de tecnologia adequada (REVISTA O PAPEL, 2016).

Até o inicio da Segunda Guerra mundial o eucalipto era uma curiosidade como fonte de celulose, mas devido ao fato de nesta época as importações estarem mais difíceis o governo brasileiro se viu obrigado a oferecer mais incentivos às pesquisas direcionadas à celulose de eucalipto (IRANI e REVISTA O PAPEL)

Na década de 1950 três fatores influenciaram positivamente no desenvolvimento do processo de obtenção da celulose.

Primeiramente com a ascensão de Juscelino Kubistchek em 1955, o atual presidente tinha políticas industriais ambiciosos. Juscelino imaginou um programa intensivo de industrialização nacional, que tinha por objetivo tornar o Brasil autossuficiente até 1960 na produção de celulose e papel (REVISTA O PAPEL, 2016)

O segundo fator que afetou positivamente foi uma escassez global na produção de celulose, onde o preço pelo produto aumentou em 150% no mercado o que paralisou as importações para o Brasil e induziu o aumento do interesse na produção de celulose (REVISTA O PAPEL).

Por fim temos um avanço da tecnologia do processo de celulose sulfatada após década de inovação tecnológica e da produção em massa e celulose (REVISTA O PAPEL).

Este último foi o mais importante para a ascensão da indústria de celulose no Brasil, devido ao fato de o processo de celulose sulfatada ter sido confirmada como padrão global de produção em massa. Este processo proporcionou um aumento na produção de celulose de 4%, em 1954, para 60%, em 1960 (REVISTA O PAPEL).

Durante esse meio tempo entre 1954 e 1957 a indústria de Papel Leon Feffer, deu início a pesquisas a fim de aprimorar o processo de produção para utilização de 100% Da celulose de eucalipto. Em 1957 a indústria de celulose atingiu pela primeira vez uma produção de 120 toneladas por dia de celulose de fibra curta, sendo a produção maior que a demanda. Por este motivo outras

indústrias produtoras de papel de fibra curta se instalaram no Brasil, tornado o eucalipto a principal matéria prima na produção de celulose (REVISTA O PAPEL).

Entre 1970 e 1985 houve grandes avanços na produção de celulose fibra curta. Pouco tempo antes o Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES) lançou projeto para que todas as empresas possuíssem plantios de eucaliptos, pelo menos a metade da quantidade necessária. Com isso a produção interna de celulose aumentou grandemente fazendo com que as indústrias produtoras de papel praticamente eliminassem a importação de celulose e em 1985 a produção de celulose de fibra curta alcançou um patamar de 74% (REVISTA O PAPEL).

Com isso novas empresas de celulose se instalaram aqui no Brasil, como a Aracruz e a Cenibra. Estas possuíam uma perspectiva de mercado diferente das indústrias já instaladas, pois sua produção era voltada mais à exportação e em alguns anos ganharam um grande apoio de BNDES. Em plena operação em 1979, estas duas empresas produziam sozinhas acima de 6500.000 toneladas por ano, o que aumentou a produção de celulose no Brasil em 75%, valor nunca alcançado nos anos anteriores (REVISTA O PAPEL).

A partir de então este ramo começou a ganhar mais forças em vista que muitas organizações investiram em pesquisas tanto nos avanços tecnológicos quanto nos avanços nas pesquisas de um sistema de produção de eucalipto para a produção de celulose de fibra curta.

Entre 1985 e 2005, a ICP de eucalipto se expandiu de forma constante, e a produção anual brasileira de celulose de fibra curta aumentou em 60% entre 1985 e 1995, e em 81% entre 1995 e 2005. A produção anual total de celulose elevou-se de 3,7 milhões de toneladas, em 1985, para mais de 10 milhões de toneladas em 2005 (REVISTA O PAPEL).

A partir deste ano a indústria de celulose vem crescendo cada vez mais tanto nos avanços tecnológicos como na capacidade de produção anual, o que torna difícil de prever os resultados que podem ser alcançados futuramente.

# 1.7 LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, e Considerando a necessidade de revisão dos procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente;

Considerando a necessidade de se incorporar ao sistema de licenciamento ambiental os instrumentos de gestão ambiental, visando o desenvolvimento sustentável e a melhoria contínua; Considerando as diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA nº 011/94, que determina a necessidade de revisão no sistema de licenciamento ambiental;

Considerando a necessidade de regulamentação de aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional de Meio Ambiente que ainda não foram definidos; Considerando a necessidade de ser estabelecido critério para exercício da competência para o licenciamento a que se refere o artigo 10 da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981; Considerando a necessidade de se integrar a atuação dos órgãos competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA na execução da Política Nacional do Meio Ambiente, em conformidade com as respectivas competências, resolve:

Art. 1º - Para efeito desta Resolução são adotadas as seguintes definições:

I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

II - Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

III - Estudos Ambientais: são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambienta preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

III – Impacto Ambiental Regional: é todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.

A resolução CONAMA 430/1 no capitulo 1 , dispõe sobre a capacidade do corpo receptor e o valor máximo de efluente que ele pode receber sem alterar suas características, lançamento máximo permitido 18,75 m³.

Capitulo 2- dispõe sobre as metas obrigatórias, para o lançamento no corpo receptor, pH entre 5 e 9, temperatura da água a ser lançada deve ser inferior a 40 ° C

Capitulo 3- dispõe sobre os laboratórios, controle de qualidade, os laudos referentes a ensaios laboratoriais de efluentes e de corpos receptores, devem ser assinados por profissional legalmente habilitado.

# 2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O processamento da celulose inicia-se pela etapa de recebimento da matéria prima, onde a empresa recebe as toras de eucalipto, que são armazenadas no pátio da empresa.

Uma máquina carregadeira transporta as toras para uma mesa de abastecimento, que através de esteiras transportadoras encaminha as toras para os descascadores, em forma de tambor que esta em constante rotação. A madeira fricciona-se contra a parede do descascador e com as outras toras, onde ocorre a eliminação da casca, folhas, galhos, areia e demais impurezas.

Este processo é necessário, pois estas impurezas podem atrapalhar no processo de cozimento, isso também reduz a quantidade de reagente necessário e facilita a lavagem da polpa. Além disso, esses resíduos servirão de biomassa para caldeira.

Após o descascamento, a madeira é transportada através de esteiras para o picador de madeira. Esse picador possui lâminas em seu interior que cortam a madeira reduzindo seu tamanho e transformando em cavacos que deve possuir uma dimensão de 5 a 50mm limitadas e uniformes.

Os cavacos apresentam uma variedade de tamanhos e espessuras que podem diminuir a qualidade do produto final e também a economia nos digestores. Por esse motivo, os cavacos são encaminhados para peneiras que possuem diâmetros pré-determinado, onde os cavacos são selecionados. Os cavacos com tamanho maiores voltam para os picadores, e os com tamanho menor que o aceito segue para biomassa da caldeira. Os cavacos com diâmetro aceito são encaminhados para uma pilha que posteriormente serão encaminhados para o digestor, onde irão ser cozidos.

Embaixo da pilha de cavaco existe um tubo de rosca que encaminha os cavacos para os digestores onde ocorrerá o cozimento pelo processo Kraft, que consiste em uma ação química que dissolve a lignina por meio de um licor branco (hidróxido de sódio e sulfato de sódio) e vapor de água dentro de um reator contínuo que é o digestor, com pressão, temperatura e tempo de residência controlados em 7,5atm, 172°C e de 2 a 3 horas respectivamente.

Logo que sai do digestor a pasta de celulose apresenta licor preto e fibras, impregnados com lignina, por isso é submetida a uma lavagem com água quente, a fim de retirar quaisquer resquícios, esse processo é necessário, pois ele reduz a quantidade de alvejantes utilizada no branqueamento. As fibras são enviadas através de tubulações para o branqueamento, enquanto o licor negro é bombeado para estocagem para aguardar a recuperação das substâncias dissolvidas para reutilização no processo.

No branqueamento é utilizado o cloro e seus compostos (hipoclorito e dióxido de cloro) e também a soda cáustica. A polpa é alvejada usando dióxido de cloro, seguido de neutralização e tratamento com hipoclorito de cálcio. Nesta etapa ocorre a eliminação de agentes oxidantes, da lignina restante na polpa celulósica, com objetivo de obter uma polpa com maior alvura. Depois de alvejada a polpa é lavada e preparada para formar folhas secas.

A formação das folhas é feita em um espessador a úmido, formado por um cilindro que mergulha no tanque onde está a polpa, que arrasta a folha de polpa através de rolos de secagem e, depois passa por rolos de prensagem. Estas folhas úmidas são empilhadas em prensas hidráulicas que sujeitas a pressões até 3.000psi (204 atm). O produto final contém de 50% a 60% de fibra seca.

## Recuperação de Licor Preto

O licor preto gerado no cozimento, a partir de tratamentos químicos será transformado novamente em licor branco para ser usado no cozimento de cavacos. Antes de ir para caldeira de recuperação passará por evaporadores para aumentar sua concentração, uma vez que uma baixa concentração inviabiliza o processo de recuperação do licor preto. Após passar pelos evaporadores, sua concentração que antes estava na faixa de 14% de sólidos, passa para 80% de sólidos. Na caldeira de recuperação o licor preto concentrado é pulverizado por bicos injetores, as gotas formadas entram em contato com o ar de combustão, sofrendo o processo de secagem e combustão, nessa etapa a maior parte da água presente no licor é evaporada.

O licor preto gerado é tratado na caldeira com CaO e Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> recuperando o NaOH que é ingrediente do licor branco usado no cozimento.

Ca(OH)<sub>2</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> → 2NaOH + CaCO<sub>3</sub>

2.1 DESCRIÇÃO DAS MATÉRIAS PRIMAS

2.1.1 Hidróxido de sódio

O hidróxido de sódio (NaOH) também conhecido como soda caustica,

muito empregado na Industrial. E produzido em grande escala pela eletrolise

de uma solução aquosa de NaCl (salmoura) que e altamente exotérmica (libera

calor). O NaOH e utilizada para neutralizar ácidos fortes, portanto, e utilizado

para neutralizar ou tornar rapidamente alcalino um meio reacional.

E um hidróxido caustica usado na indústria (principalmente como uma

base química) na fabricação de papel, tecidos, detergentes, alimentos e

biodiesel. Sua obtenção origina-se da eletrolise de cloreto de sódio (NaCl) em

meio aquoso, Na+ + OH-.

Propriedades físicas Químicas

Estado Físico: Solido higroscópico

Cor: Branco leitoso

Odor: Inodoro

Temperatura de fusão: 322°C

Temperatura de ebulição: 1388°C

Densidade especifica: 2,13 g/cm3

2.1.2 Sulfato de sódio

O sulfato de sódio e um sal de fórmula química Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sendo o sal de

sódio do acido sulfúrico, que antigamente era chamado Sal de Glauber, em

homenagem a Johann Rudolf Glauber (1604-1670) que foi um alquimista

químico alemão. Recebeu prestigio e respeito dos químicos como pesquisador

dedicado. Seu trabalho e experimentos resultaram na descoberta de vários

12

métodos analíticos. Glauber foi o primeiro a extrair sulfato de sódio do mineral glauberita (sulfato de sódio e cálcio Na<sub>2</sub>Ca(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>.

Que também pode ser formado, pela reação entre o acido sulfúrico e soda caustica (NaOH).

Reação: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + NaOH —>Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + H<sub>2</sub>O

Aproximadamente um terço do sulfato de sódio do mundo e produzido como subproduto de outros processos na indústria química. A mais importante produção por via química do sulfato de sódio e conjunta a produção de acido clorídrico, proveniente do cloreto de sódio e do acido sulfúrico, no processo Mannheim, ou do dióxido de enxofre no processo Hargreaves. O sulfato de sódio resultante destes processos.

Mannheim: 2 NaCl + H2SO4→ 2 HCl + Na2SO4

Hargreaves: 4 NaCl + 2 SO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> + 2 H<sub>2</sub>O → 4 HCl + 2 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

O sulfato de sódio tem diversas aplicações industriais para celulose (processamento de polpa de madeira para produção de papel kraft), produção de vidros, detergentes, corantes para tecidos (com destaque como mordente para tingimento com cor (avermelhada). E subproduto de vários processos industriais e matéria-prima para produção de outros compostos. E usado em medicina, como laxante, anti-inflamatório.

#### 2.1.3 Cloro

O cloro e um elemento químico de símbolo CI e numero atômico 17 (17 prótons e 17 (elétrons), com massa atômica 35,5g. Este elemento está situado na serie química dos halogênios (grupo 17 ou 7A).

O Cloro, em temperatura ambiente, se encontra em sua forma biatômica (Cl<sub>2</sub>): é um gás extremamente tóxico e de odor irritante, possui coloração esverdeada.

Mas você sabe como o cloro mata as bactérias, ou melhor, como ele atua como desinfetante da agua? Primeiramente, o cloro reage com o hidrogênio presente na agua e neste momento ocorre uma liberação de

oxigênio, esta reação acaba por matar as bactérias por oxidação. Este processo e chamado de cloração da agua e, neste caso, o cloro e usado na forma de acido hipocloroso (HCIO), o qual e obtido quando se dissolve cloro na agua.

As aplicações de cloro não param por ai! Na produção de papel e usado para o branqueamento da polpa de celulose, e empregado também na produção de PVC (policloreto de vinila) quando atua na forma de cloreto de vinila.

O Cloro possui aplicação importante na síntese de compostos orgânicos e inorgânico como, por exemplo, o tetracloreto de carbono (CCI<sub>4</sub>) e o clorofórmio (CHCI<sub>3</sub>).

## 2.1.4 Madeira

A madeira e um material orgânico, e os seus constituintes químicos estão diretamente relacionados com as suas propriedades. A madeira e um biopolímero tridimensional, composto, principalmente, de celulose, hemiceluloses e lignina, responsáveis pela formação da parede celular e pela maioria das suas propriedades.

Os extrativos, também com uma importância reconhecida em diversas situações, atuam como componentes complementares e apresentam grande variabilidade na sua quantidade e constituição. O conhecimento da natureza química da madeira possibilita o sentido de seu comportamento como matéria-prima para diversos usos.

A madeira caracteriza-se como um material constituído fundamentalmente por compostos de elevado grau de polimerização e peso molecular (celulose, hemiceluloses e lignina), os quais são considerados como os verdadeiros responsáveis pela morfologia e estrutura da madeira.

Os compostos de baixo peso molecular (extrativos e componentes minerais) representam apenas uma pequena parcela e, muitas vezes, são considerados como simples acessórios da madeira em termos estruturais.

## Componentes estruturais

Os componentes fundamentais ou estruturais são aqueles que existem em toda e qualquer madeira e sem os quais ela perde sua identidade ou a sua estrutura. Na sua quase totalidade, estes constituintes são de natureza orgânica e não podem ser removidos pela ação de qualquer solvente, sem que haja a consequente destruição de sua estrutura. Os polissacarídeos insolúveis em água são os principais representantes dos compostos fundamentais da madeira, incluindo, principalmente, a celulose e as hemiceluloses. Distribuição dos principais componentes da madeira observe na figura abaixo:

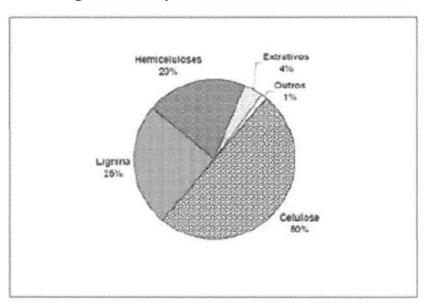


Figura 3: componentes estruturais da madeira

FONTE: PORTAL DA MADEIRA, 2016

#### 2.1.5 Celulose

É o constituinte mais abundante nos vegetais, representando cerca de 40% da massa de madeira seca. Nos vegetais superiores aparece, principalmente, sob forma de fibras. A origem química da celulose e baseada na glicose, que corresponde a um monossacarídeo com seis átomos carbonos (hexose) na sua estrutura, onde ocorrem cinco grupos hidroxílicos alcoólicos e um grupo aldeído (aldose). O grau de polimerização da celulose varia,

principalmente, em função da matéria-prima, do método de isolamento etc. É comum considerar a sua variação entre 5.000 e 10.000.

#### Hemicelulose

As hemiceluloses representam cerca de 25% da composição de matéria seca da madeira. São compostas de cadeias mais curtas que as celuloses e a sua terminologia e complexa, sendo reagrupada em polissacarídeos. Juntamente a celulose forma a fração da madeira denominada holocelulose.

Essa classe de moléculas diferencia-se da celulose, principalmente, porque elas são solúveis em soluções alcalinas diluídas, hidrolisam-se pela ação de ácidos diluídos a quente, produzindo outros monossacarídeos além da glicose, por possuírem baixo grau de polimerização e, consequentemente, pequeno peso molecular. O termo polioses também tem sido empregue para referir as hemiceluloses, porque, na formação das suas cadeias, ocorrem diversos tipos de açúcares. O grau de polimerização média dessas moléculas esta compreendido entre 150 e 200, e seu peso molecular entre 15.000 e 25.000. As hemiceluloses podem ser resultado da polimerização de vários tipos de açúcares, sendo os mais comuns: D-glicose, D-manose, D-galactose, D-xilose e L-arabinose.

## Lignina

De acordo com os métodos de extração empregues, segundo alguns autores, a lignina representa cerca de 25 a 30% do peso seco da madeira. A lignina encontra-se incrustada nas paredes celulares, estando, na grande maioria, localizadas nas paredes primarias. É um polímero tridimensional, cuja maior parte e formada pela copolimerização de dois álcoois fenilpropânicos. A lignina possui a propriedade de se ligar as fibras da celulose, bem como de ocupar os espaços intercelulares, tornando, assim, a parede rígida e impermeável. Representa um papel importante no desempenho das funções de apoio e condução dos vegetais. Assim sendo, esta constitui um polímero natural que apresenta grandes dificuldades para o estudo e conhecimento de sua estrutura química.

Atualmente, não existem duvidas de que a lignina e composta apenas por carbono, hidrogênio e oxigênio. O peso molecular da lignina e

indeterminado, no entanto alguns autores consideram que existe apenas uma molécula de lignina dentro da arvore, visto que ela e um polímero desordenado, tridimensional, que forma uma rede continuam na arvore (Dicaf,Francisco 5 de outubro de 2009).

## Componentes não estruturais

Os componentes não estruturais são aqueles que não tomam parte essencial da formação da estrutura da madeira. São compostos com baixo grau de polimerização, ou mesmo não polimerizados. Estes incluem as substancias solúveis em solventes orgânicos neutros (álcool, benzeno, tolueno, éter, etc.), solúveis em água, ou que possam ser arrastados pelo vapor de agua. Estes componentes são os chamados extrativos da madeira representada na figura a baixo:

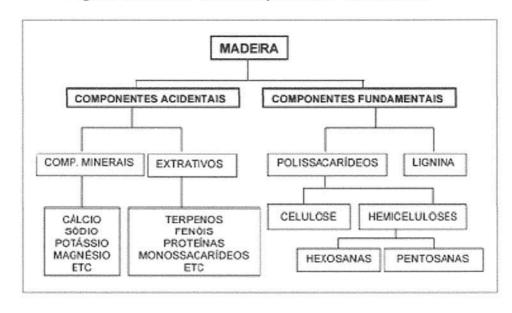


Figura 4: Divisão dos componentes da madeira

FONTE: PORTAL DA MADEIRA, 2016

# 2.1.6 Água

A água tem características especiais que permitem a vida no planeta, entre elas, sua grande capacidade de dissolver substâncias, além de conter nutrientes orgânicos e inorgânicos, e encontrados em maior quantidade na forma liquida aspectos essenciais aos seres vivos. Se comparada com o ar, ela

possui valores maiores de densidade resistência à passagem da luz e calor específico.

A fórmula da agua, H<sub>2</sub>O, indica que e composta por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio. Esses átomos compartilham de forma desigual os elétrons, criando uma polaridade (cargas positivas e negativas). Em outras palavras, a molécula da agua e polar e por isso as moléculas ligam-se através de pontes de hidrogênio, que são bem fortes.

## 2.1.7 Oxido de cálcio (CaO)

O óxido de cálcio (CaO), normalmente conhecido como cal virgem ou cal queimado, e um composto químico largamente utilizado. E branco, caustico e alcalino solido cristalino a temperatura ambiente.

O termo amplamente divulgado tem a conotação de uma cal contendo cálcios materiais inorgânicos, na qual os carbonatos, óxidos e hidróxidos de cálcio, silício, magnésio, alumínio, ferro, predominam como calcário. Em contrapartida, a cal se aplica especificamente a um composto químico simples. O oxido de cálcio e geralmente feito pela decomposição de materiais como o calcário, que contem carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>; mineral calcita) em um forno de cal. Isso é feito pelo aquecimento do material acima de 825 ° C, num processo chamado de calcinação ou queima de cal, para liberar uma molécula de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), deixando a cal.

#### 2.1.8 Carbonato de Sódio

O Carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>) e um sal branco e translúcido. Ele endurece e se agrega quando exposto ao ar devido a formação de hidratos, pode ser produzido por cristalização adequada de seus depósitos naturais (trona; natro; ranksita; pirsonita e gailussita).

O carbonato de sódio e usado em fotografia, em limpezas, no controle do pH da água, no tratamento têxtil, como aditivo alimentar, na fabricação de vidros, sabão, tintas, papel, corantes e no tratamento da agua de piscinas.

## 2.1.9 Hipoclorito de Sódio

O composto químico Hipoclorito de sodio, de formula NaCIO, e usado como desinfetante e como agente alvejante. NaCIO recebe o nome popular de água sanitária e é produzido pela reação de cloro com hidróxido de sódio, vejamos o processo: O cloro e borbulhado em um recipiente e, ao mesmo tempo, introduz-se vagarosamente uma solução alcalina de hidróxido de sódio (soda caústica). A reação entre os componentes dessa mistura da origem ao hipoclorito. O hipoclorito e um forte agente oxidante, usado em ambientes domésticos para eliminar vírus e bactérias, uma vez que estes são extremamente sensíveis a oxidação. Alvejantes se tornam eficientes para esterilizar a superfície das cozinhas, roupa suja, pias e banheiros.

#### 2.1.10 Dióxido de Cloro

O dióxido de cloro é um químico cuja formula química e CIO<sub>2</sub>. Este é um forte oxidante e como tal é muito usado no tratamento de águas e no branqueamento do papel. CIO<sub>2</sub> é um composto estável com características biocidas, mesmo a baixa concentrações de 0.1 ppm.

Atua nos microrganismos inibindo o transporte de nutrientes através da parede celular, acabando por destrui-los. Dos biocidas oxidantes o dióxido de cloro e considerado mais seletivo. Quer o ozônio quer o cloro são mais reativos que dióxido de cloro, o que significa que estes dois compostos são maioritariamente "consumidos" pela matéria orgânica. Por sua vez, dióxido de cloro reage com compostos sulfurosos reduzidos, aminas e alguns compostos orgânicos de maior carga negativa. Isto permite menores dosagens de dióxido de cloro para obter uma maior quantidade de resíduos estáveis.

# 3. DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS

#### 3.1 Descascador

Esta etapa consiste em retirar partes da tora que não serão convenientes para o processo produtivo, como por exemplo, casca e galhos.

Dentre os diversos tipos de descascador o mais interessante para a atividade é o do tipo a tambor, que é de material metálico, cilíndrico.

A parte interior é giratória e com o atrito as cascas, galhos e outras impurezas que venham a ter nas toras são removidos.

A figura abaixo mostra um esquema do descascador a tambor:

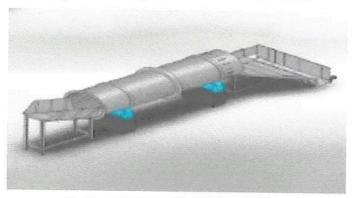


Figura 5: esquema de descascador

Fonte: METAL CLAVA, 2016

# 3.1.2 Correia transportadora

Este equipamento é utilizado para transportar cargas para alimentação de equipamentos, como o digestor, ou para transportar resíduos gerados pelos mesmos, neste caso o picador e o descascador, entre outros.

A correia transportadora é produzida por material elastômero o qual é fixado em uma estrutura metálica, geralmente inox, para que o mesmo possa suportar o peso da matéria a ser carregada, como demonstrado abaixo:

Figura 6: Esteira transportadora

Fonte: CERUMAQ, 2016

# 3.1.3 Digestor

O digestor é um equipamento em material metálico onde é realizado o cozimento dos cavacos que irá separar a lignina da celulose. Nesta etapa a temperatura, pressão e tempo residência são controlados para obter melhor dissociação da lignina.

A figura a seguir representa um digestor:

Figura 7: Digestor

Fonte: IMETAME, 2016

#### 3.1.4 Caldeira

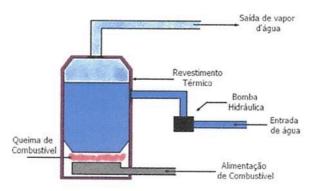
A caldeira ou gerador de vapor é um equipamento em material metálico que pode variar de tamanho sua principal função dentro de um processo produtivo é gerar vapor para outros equipamentos a fim de mantê-los aquecidos durante a produção.

Na parte inferior da caldeira é queimado o combustível, como gás por exemplo. A queima deste irá gerar calor o suficiente para que a água no estado líquido passe para vapor.

A quantidade de calor que deve ser gerado e a quantidade de combustível a ser utilizado dependerão exclusivamente da temperatura do vapor, como mostraremos mais adiante no balanço energético.

A seguir está representado um esquema de uma caldeira:

Figura 8: Esquema de caldeira



Fonte: ACADEMIA DE CIENCIA, 2016

Figura 9: Caldeira vertical



Fonte: ECAL, 2016

#### 3.1.5 Lavador

Lavador pressurizado é utilizado para lavagem de polpas celulósicas, compreendendo uma carcaça cilíndrica, disposta verticalmente, as quais em conjunto com chapas perfuradas formam câmara coletora de líquido, a qual pode ser dividida por parede em dois ou mais compartimentos, e ainda, sendo prevista uma entrada na parte superior do lavador para polpa a ser lavada, e uma saída no fundo do mesmo, para a polpa lavada.

entrada filtro 1 água de polpa filtro 2 filtro 3 filtro 4 quente Mutte 1777777777 saida de Licor negro polpa lavada para evaporação

Figura 10: Lavador em contra corrente

Fonte: EBAH, 2016

#### 3.1.6 Picador

Nesta etapa as toras são picadas em lascas pequenas que serão encaminhadas para o digestor.

O picador é constituído de material metálico e no seu interior possui engrenagens que puxam as toras em direção á um sistema de facas que irão picar as toras. Abaixo a figura demostra um esquema de picador

Fonte: UFPR, 2016

Figura 11: Picador

#### 3.1.7 Secador

Existem vários tipos de secadores, porém o escolhido para esta operação foi os secadores cilíndricos, os quais podem ser vertical ou horizontal. Este se baseia no princípio de que uma massa úmida pode formar folhas ao ser secado.

A secagem da celulose consiste em quatro partes, onde cada uma delas possuem 10 cilindros. Estes cilindros puxaram a massa de celulose e os mesmos estando aquecidos removeram a umidade da polpa e ao final do processo formarão as folhas de celulose secas.

O esquema logo a seguir demonstra um secador de cilindros vertical

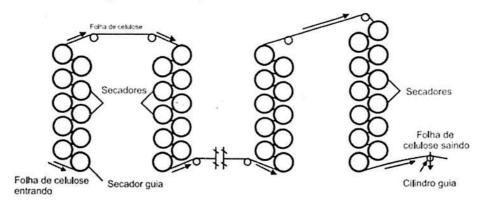
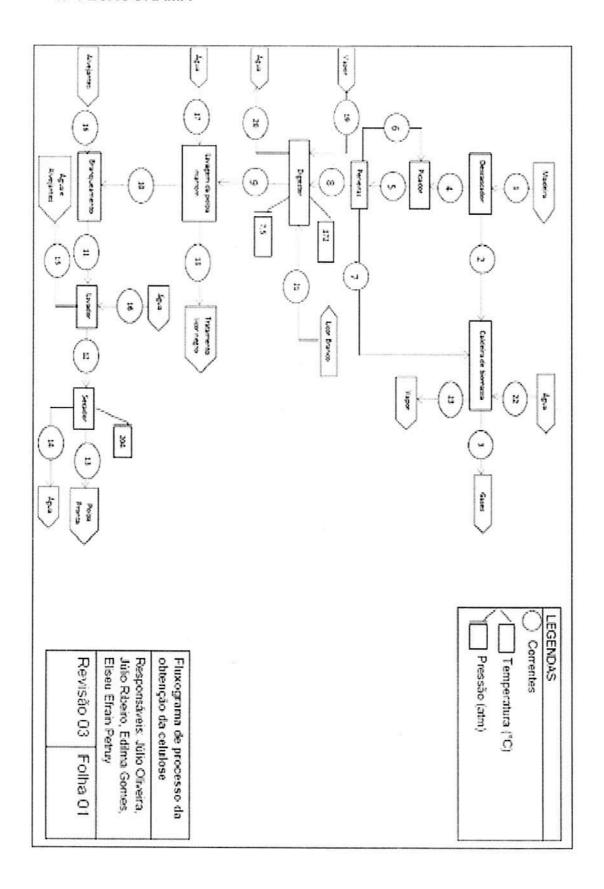


Figura 12: Esquema de secador

Fonte: ISSUU, 2016

# 4. FLUXOGRAMA



#### 5. TRATAMENTO DE RESIDUOS

Na produção de celulose são considerados resíduos a casca, a lama de cal, o lodo ativado e a cinza de caldeira da queima de biomassa (BELLOTE et al., 1998). As cascas representam o maior percentual (24%), seguido pela lama de cal (22%), lodos primário e ativado (17%), "dregs e grits" (14%) e cinzas (11%), conforme NOLASCO ET al. (2000) embora haja variações nas quantidades geradas em cada empresa.

O processo "Kraft" é o processo químico mais empregado para a produção de celulose De eucalipto. Esse processo usa no cozimento da madeira, sulfeto e hidróxido de sódio (licor branco) como os agentes químicos ativos, em pH ajustado entre 13 e 14 no início do cozimento. Durante o cozimento, as fibras são separadas por meio da dissolução da lignina e de parte das hemiceluloses no licor de cozimento, transformando-o em licor negro.

O processo "Kraft" também é conhecido como "sulfato", 2 pois na recuperação química do licor negro no processo, as perdas dos compostos químicos inorgânicos são feitas com sulfato de sódio. A lama de cal é um resíduo de coloração branca formado predominantemente por carbonato de cálcio (CaCO3), extraída da caustificação do licor verde, ou seja, após a adição de óxido de cálcio (CaO). Dregs significa escória, sedimento. É um material sólido, de cor escura, com odor característico, sedimentado e removido na clarificação do licor verde. Durante esse processo de clarificação as impurezas, são separadas por sedimentação, tais como: carbono não queimado, ferro, sílica, cálcio, alumina, magnésio e sulfetos. O dregs é lavado e processado em filtro a vácuo, para remover o máximo possível de álcali e água (ALBUQUERQUE et al., 2002).

Grits, que significa grânulo, é o resíduo sólido e granulado de cor amarelada, sem odor e pouco solúvel, resultante do processo de calcinação da lama de cal e do calcário nos fornos de cal. A ação do grits, que contêm 88% de CaCO3 e 2% de NaOH, na correção da acidez do solo avaliada pelo aumento do valor do pH e neutralização do Al 3+ do solo, foi semelhante a do carbonato de cálcio (TEDESCO & ZANOTO, 1978). De acordo com PAJARA

et al. (2003), dregs e grits são resíduos alcalinos sólidos que apresentam alto valor de neutralização (VN), granulometria desuniforme, altos teores de cálcio e sódio e teores relativamente baixos de magnésio, fósforo, potássio e metais como Pb, Zn, Cu, Ni e Cd, e geralmente são descartados em aterros a céu aberto. Os agricultores cujas propriedades estão próximas às indústrias de celulose usam esses resíduos alcalinos como corretivo da acidez do solo, que têm um baixo custo de aquisição (ALBUQUERQUE et al., 2002).

O lodo orgânico, após passar por decantadores primários do sistema de tratamento de efluentes, é chamado de lodo primário, e é composto por restos de fibras não utilizadas na produção de papel. É pobre em nutrientes e apresenta relação C/N alta (150 a 250). No tratamento secundário, o lodo é ativado por microrganismos aeróbicos, com adição de nitrogênio e fósforo e injeção de oxigênio, sendo denominado de lodo ativado ou secundário, com relação C/N baixa (5 a 30). Posteriormente, o lodo é 3 floculado através de tratamento com sulfato de alumínio e polieletrólitos, seguido de decantação e correção do valor de pH com calcário, antes de ser levado para a área de depósito (GUERRINI, 2003). As cinzas são os resíduos gerados nas caldeiras auxiliares de energia, com a combustão de cavacos e carvão mineral. É uma mistura homogênea de frações de areia, moinha de carvão e cinzas. Indústrias com capacidade de produção de 1000 t por dia de celulose geram, aproximadamente, 80 t por dia de cinzas (NOLASCO et al., 2000).

O efeito benéfico das cinzas na fertilização de cobertura é devido a sua composição química e à lenta solubilização dos macro e micronutrientes, podendo ser grosseiramente comparada a uma fórmula NPK de relação (1:3:7) mais cálcio, magnésio e micronutrientes (NOLASCO et al., 2000). Dessa forma, a aplicação dos resíduos em plantios florestais é considerada viável, pois eles apresentam características favoráveis aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Além disso, os solos destinados aos plantios florestais normalmente possuem baixa fertilidade natural, o que resulta em menores produtividades. A presença de nutrientes na composição dos resíduos permite o uso como fertilizantes, além de serem reaproveitados como corretivos de acidez do solo. Ainda, o reaproveitamento desses resíduos minimiza os

impactos econômicos e ambientais da disposição final de seus componentes (TRIGUEIRO, 2006).

De acordo com BARROS et al. (2000), muitas florestas são limitadas em seu crescimento devido às deficiências nutricionais, as quais podem ser supridas através da aplicação de resíduos orgânicos. Os resíduos oriundos da produção de celulose e papel estão sendo usados no condicionamento e na fertilidade do solo, melhorando as propriedades necessárias para o desenvolvimento da cultura florestal (BELLOTE et al., 1994; GUERRINI & MORO, 1994).

BELLOTE et al. (1994), em experimento com aplicação de cinzas e resíduo celulósico (lodo) em Eucalyptus grandis, observaram que os maiores teores foliares de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram obtidos nos tratamentos em que foram aplicadas maiores quantidades de cinza e resíduo celulósico (50 t de cada). Os autores 4 observaram diminuição na acidez do solo e aumentos nos teores das bases trocáveis potássio, cálcio e magnésio, redução dos teores de alumínio trocável, influenciando no aumento do valor da saturação por bases do solo (V%). As empresas florestais, preocupadas com a gestão de resíduos sólidos, têm desenvolvido projetos para destinar e reutilizar os resíduos, aumentando assim, o tempo de uso dos aterros industriais (GUERRA, 2007).

#### 6. BALANÇO ENERGETICO

Em nossa empresa há equipamentos que demandam energia e por esse motivo houve necessidade de se realizar um balanço energético para sabermos a quantidade de energia que precisaremos para tornar 6 500Kg de água em vapor.

Para este balanço utilizaremos a quantidade de energia necessária para gerar vapor superaquecido a 170°C aproximadamente 445K (Kelvin).

Considerando que a água esteja a 22°C (295 K) a entalpia especifica (representado por "h") da mesma é de 90,7 Kj / Kg. Na caldeira esta mesma

água será aquecida a 445 K em uma pressão de 827,7 Kpa sua entalpia especifica será de 2 770,1 Kj/ Kg.

Ao subtrairmos a h final da h inicial obteremos a quantidade de energia para transformar a água em vapor, representado pela expressão abaixo:

 $\Delta H$ = h<sub>f</sub>-h<sub>i</sub> temos então  $\Delta H$ = 2 770,1 Kj/ Kg - 90,7 Kj/ Kg  $\therefore \Delta H$ = 2679,3 Kj/ Kg.

O valor de AH (variação de h) pode ser multiplicado pela quantidade de água que nos dará então a quantidade de energia para transformar toda a água em vapor, representação pela fórmula:

 $Q=m.\Delta H$ , Onde Q= quantidade de energia (Kcal ou Kj) e m= massa (Kg ou g) Temos então:

 $Q=m.\Delta H \log O = 6500 \ Kg.2679,3 \ Kj/Kg : Q=17415450 \ Kj$ 

O valo de Q além de nos proporcionar a energia que devemos gerar para tornar a água em vapor também pode nos fornecer a quantidade de combustível que teremos que utilizar e é representado pela seguinte equação: Q=m.PCI, onde m= massa do combustível e PCI= poder calorífico inferior do combustível.

Considerando que utilizaremos apenas biomassa (lascas de madeira) para a queima, teremos a seguinte expressão: (PCI biomassa= 13 794 Kj/Kg).

Q=m.PCI Logo 17 415 450Kj=m.13 794 Kj/Kg, então m=17 415 450Kj13 794 Kj/Kg : m=1262,5 Kg de biomassa iremos utilizar.

# 7. ANÁLISE ECONÔMICA

#### 1. Investimentos iniciais

Área total do terreno	(m2)	10000						
Área total construída	(m2)	4000						
Terreno alugado? (S/	/N)	S						
Preço m2 do terreno		R\$ 3.000,00						
Preço m2 área const	ruída	R\$ 2.021,00						
Investimento:	Total	Equipamentos:	Preço:					
Terreno (preço por m2)	R\$ 30.000.000,00	Descascador	R\$ 25.000,00					
Edificações (por m2)	R\$ 12.000.000,00	Picador	R\$ 20.000,00					
Equipamentos	R\$ 4.075.000,00	Esteiras	R\$ 35.000,00					
Veiculos	R\$ 30.000,00	Peneiras	R\$ 10.000,00					
Instalações	R\$ 1.485.250,00	Caldeira	R\$ 800.000,00					

Elétricas			D2 2 222 222 22
Instalações Hidráulicas	R\$ 1.000.000,00	Digestor	R\$ 3.000.000,00
Eq. Escritório e Laboratório	R\$ 600.000,00	Tanque	R\$ 60.000,00
Total de	R\$ 49.190.250,00	Secador	R\$ 80.000,00
Investimentos lavador		R\$ 45.000,00	
		R\$ 0,00	
Equipamento X Equipamento XI		R\$ 0,00	
		R\$ 0,00	
Equipamento II Total:		R\$ 4.075.000,00	
2. Receita		114 4.070.000,00	
Produtos Vendidos	Qt vendida (por	Preço Unitário	Total
	mês)		Da 4 000 000 00
Celulose	360	R\$ 3.700,00	R\$ 1.332.000,00
(toneladas)	•	D0 0 00	D¢ 0 00
Produto II	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Produto III	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00 R\$ 0,00
Produto IV	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00 R\$ 0,00
Produto V	0	R\$ 0,00	K\$ 0,00
Total:		R\$ 1.332.000,00	
3. Impostos		R\$ 239.760,00	
ICMS (aliquota 18%)		R\$ 21.978,00	
PIS (alíquota 1,65%)	10/	R\$ 39.960,00	
CONFINS (aliquota 3 Total:	070)	R\$ 301.698,00	
4. Custos		14 301.030,00	
4.1 Matéria Prima			
Matéria Prima	Qt comprada (por	Preço Unit.	Total
Materia i filita	mês)	r rogo orna	
Madeira (tonelada)	690	R\$ 960,00	R\$ 662.400,00
Hidróxido de sódio	180	R\$ 10,00	R\$ 1.800,00
(tonelada)	100	1.0,00	
Sulfato de sódio	180	R\$ 12,00	R\$ 2.160,00
(tonelada)	100		30
Hipoclorito	120	R\$ 8,00	R\$ 960,00
(tonelada)			
Cloro (tonelada)	120	R\$ 13,00	R\$ 1.560,00
Matéria-prima VI	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Matéria-prima VII	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Matéria-prima VIII	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Matéria-prima IX	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Matéria-prima X	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Total:		R\$ 668.880,00	
4.2 Combustíveis		File for the Control of the Control	
Combustivel	Qt gasta (por mês)	Preço Unit.	Total
Gasolina (litro)	100	R\$ 4,00	R\$ 400,00
Combustivel II	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Combustivel III	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Combustivel IV	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Combustivel V	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Total:		R\$ 400,00	
4.3 Embalagens			
Embalagens	Qt comprada (por	Preço Unit.	Total
100 mm (100 mm)	mês)	57.70 (WWW.W.Z.CZ.CV) (WWW.W.Z.CZ.CV)	
Papelão	196	R\$ 3,00	R\$ 588,00
Embalagem II	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Embalagem III	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Embalagem IV	0	R\$ 0,00	R\$ 0,00

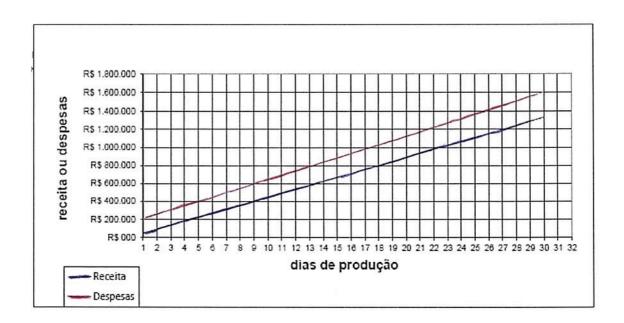
Embalagem V	0		F	R\$ 0,00		RS	0,00	)
Total:			F	R\$ 588,00				
4.4 Água								
Água			ita (m3 po	or mës)		Total	_	
Limpeza		100				R\$ 375,7		
Higiene		78				R\$ 292,1		
Chiller		40				R\$ 147,7		
Caldeira		300				R\$ 1.135		
Outros processos		210		o¢ 2 745 2	) =	R\$ 793,7	/	
Total:	onto	Ot /m²		R\$ 2.745,2	.5	Total		
4.5 Esgoto e Eflu	ente	400	3 por mês	)		R\$ 1.515	77	
Esgoto Efluente		502				R\$ 1.903		
Total:		302		R\$ 3.419	14		,07	
4.6 Energia					• • •	**		
Gastos	Q	uantidade	gasta	(kcal -> k	κW	h)	Cus	to mensal
Motores, iluminaç		líquota de		26640,00		S. K.	R\$	11.112,88
e administrativo		eceita)		200-110 espa20000 (100 esp				
Aquecimentos		90		0,45			R\$ (	0,19
elétricos (kcal/mê	es)							
Resfriamento -	48	81		0,56			R\$ (	0,23
Chiller (kcal/mês)	)							
Total:				R\$ 11.11	13,	30		
4.7 Manutenção		00/				De se	640	00
Alíquota do fatura 4.8 Mão de Obra		2%				R\$ 26.	.640,	00
Função	N.º Fu	inc	Salário/	Fun	Fr	cargos		Total
Fullção	IV. I U	iiic.	Jaiaiioi	i uii		balhistas		Total
						0%)		
Engenheiro	1		R\$ 9.40	0.00		7.520,00		R\$ 16.920,00
Químico	1.50			-1	57/1/56			
supervisor	2		R\$ 8.20	0,00	RS	6.560,00		R\$ 14.760,00
Lideres de	3		R\$ 13.8	00,00	R	11.040,0	0	R\$ 24.840,00
Produção								
Técnico em	1		R\$ 2.60	00,00	R	\$ 2.080,00		R\$ 4.680,00
Química								
industrial	2		D¢ 42.2	00 00	В	\$ 10.640,0	0	R\$ 23.940,00
técnico em	3		R\$ 13.3	000,00	I,	\$ 10.040,0	U	N\$ 23.940,00
segurança Auxiliar de	3		R\$ 3.30	00 00	R	\$ 2.640,00	E	R\$ 5.940,00
Produção	J		1 (φ 0.00	,0,00		2.010,00		1.0 0.0 10,00
Operador de	5		R\$ 12.5	00.00	R	\$ 10.000,0	0	R\$ 22.500,00
máquinas	200			7.75.51 <b>.</b> 77.75.5		N. HESSEL LOUIS		28 1250
Técnico em	3		R\$ 8.40	00,00	R	\$ 6.720,00		R\$ 15.120,00
mecânica								
Técnico em	3		R\$ 7.80	00,00	R	\$ 6.240,00	Ì	R\$ 14.040,00
eletrônica								
Técnico em	2		R\$ 5.00	00,00	R	\$ 4.000,00		R\$ 9.000,00
manutenção								
predial				D6 454 :	740			
Total:	Indirat	•		R\$ 151.	740	),00		
4.9 Mão de Obra Função	N.º Fu		Salário		E	ncargos		Total
i unção	14. 10	ino.	Galario			abahistas		Total
						2%)		
Limpeza	3		R\$ 2.70	00.00		\$ 324,00		R\$ 3.024,00
Segurança	0		R\$ 1.90			\$ 228,00		R\$ 2.128,00
porteiro	3		R\$ 5.70			\$ 684,00		R\$ 6.384,00
Função II	0		R\$ 0,00			\$ 0,00		R\$ 0,00
Função III	0		R\$ 0,00	)	R	\$ 0,00		R\$ 0,00

Total: 4.10 Pró Labore Valor mensal Encargos (20%)		R\$ 11.536,00 R\$ 15.000,00 R\$ 3.000,00	
Total: 4.11 Depreciação		R\$ 18.000,00	
Investimento	Valor	Alíquota % a a	Depreciação mensal
Edificações Equipamentos	R\$ 12.000.000,00 R\$ 4.075.000,00	4,00% 10,00%	R\$ 40.000,00 R\$ 33.958,33
Veículos	R\$ 30.000,00	20,00%	R\$ 500,00
Instalações	R\$ 1.485.250,00	10,00%	R\$ 12.377,08
Elétricas Instalações	R\$ 1.000.000,00	10,00%	R\$ 8.333,33
Hidráulicas			
Eq. Escritório e Laboratório	R\$ 600.000,00	10,00%	R\$ 5.000,00
Total: 4.12 Seguro		R\$ 100.168,75	
Investimento	Valor	Alíquota % a a	Custo mensal
Edificações	R\$ 12.000.000,00	0,50%	R\$ 5.000,00
Equipamentos	R\$ 4.075.000,00	1,00%	R\$ 3.395,83
Veículos	R\$ 30.000,00	2,00%	R\$ 50,00
Instalações Elétricas	R\$ 1.485.250,00	1,00%	R\$ 1.237,71
Instalações Hidráulicas	R\$ 1.000.000,00	1,00%	R\$ 833,33
Eq. Escritório e Laboratório	R\$ 600.000,00	1,00%	R\$ 500,00
Total:		R\$ 11.016,88	
4.13 Juros sobre	10,00%	4.14 Juros	90,00%
Capital Próprio		Financiamento	2 1/12 12
Capital próprio	R\$ 49.190,25	Capital próprio	R\$ 442.712,25
Alíquota % a m	0,50%	Alíquota % a m	1,00%
Custo mensal	R\$ 245,95	Custo mensal	R\$ 4.427,12
4.15 Despesas Band	carias - Capital de	4.16 Despesas Admi	inistrativas
Giro	20.00%	norcentual de	1,00%
percentual - faturamento	30,00%	percentual do faturamento	1,00%
valor descontado	R\$ 399.600,00	custo mensal	R\$ 13.320,00
alíquota % a m	114 000.000,00	4,00%	110 10.020,00
custo mensal		R\$ 15.984,00	
4.17 Despesas de V	enda	4.18 Propaganda e I	Marketing
percentual -	5,00%	Tipo de indústria	outros
faturamento			
custo mensal	R\$ 66.600,00	percentual -	15,00%
		faturamento	
custo mensal		R\$ 199.800,00	
4.18 Aluguel e Taxas	26. 이번 100000 전 100000 전에 20000 전에 10000 전에 10000 전에 10000 M 1000 M 100	4.19 Serviços de Co	ntabilidade
Custo do m2 do	R\$ 340,00	Número de	1
imóvel	1120/02/07/2012/01/08	contadores	
Total de aluguel	R\$ 0,00	Custo mensal	R\$ 724,00
5. Análise de Custo 5.1 Custos Industriai		E 2 Custos Variávais	
Matéria prima	R\$ 668.880,00	<ol> <li>5.2 Custos Variáveis Custos Industriais</li> </ol>	R\$ 859.361,30
Combustivel	R\$ 400,00	Impostos s/	R\$ 301.698,00
Sombustivel	114 700,00	Faturamento	1 (ψ 00 1.030,00
Embalagens	R\$ 588,00	Imposto de Renda	R\$ 0,00
Água	R\$ 0,00	Despesas	R\$ 15.984,00
	em (3.34 % 3.655€ 3.7557/5	Bancarias	

Esgoto e Efluente	R\$ 0,00	Despesas de Vendas	R\$ 66.600,00
Energia Elétrica	R\$ 11.113,30	Propaganda e Marketing	R\$ 199.800,00
Manutenção Mão de Obra Direta <b>Total:</b> 5.3 Custos Fixos	R\$ 26.640,00	Total: R\$ 151.740,00 R\$ 859.361,30	R\$ 1.443.443,30
Mão de Obra Indireta Pró Labore	ı	R\$ 11.536,00 R\$ 18.000,00	
Depreciação		R\$ 100.168,75	
Seguros Juros sobre capital	1-	R\$ 11.016,88 R\$ 245,95	
Juros s/ financiamen Despesas Adm.	to	R\$ 4.427,12 R\$ 13.320,00	
Aluguel Serv. Contabilidade		R\$ 0,00 R\$ 724,00	
Total:		R\$ 159.438,70	
<ol><li>6. Exequibilidade Econe</li><li>(+) Receita</li></ol>	ômica R\$ 1.332	2.000,00	7. Ponto de Equilíbrio
(-) Custo Industrial		0.361,30	Custos Fixos
(-) Impostos s/ Fatur	ramento R\$ 301	1.698,00	Receita - Custos Variáveis

6. Exequibilidade Econômica		7. Ponto de Equilit	orio
(+) Receita	R\$ 1.332.000,00		
(-) Custo Industrial	R\$ 859.361,30	Custos Fixos	
(-) Impostos s/ Faturamento	R\$ 301.698,00	Receita - Custos Va	riáveis
(=) Lucro Bruto	R\$ 170.940,70		
(-) Despesas Bancarias	R\$ 15.984,00		PE = -143,07%
(-) Despesas de Venda	R\$ 66.600,00		
<ul><li>(-) Propaganda e Merketing</li></ul>	R\$ 199.800,00	8. Rentabilidade Li	iquida
(-) Mão de Obra Indireta	R\$ 11.536,00		oo <del>t</del> a oosaa ee aa
(-) Pró Labore	R\$ 18.000,00	Lucro Líquido	)
(-) Seguros	R\$ 11.016,88	Investimentos	3
(-) Despesas Adm.	R\$ 13.320,00		
(-) Aluquel e Taxas	R\$ 0.00		RL = -0.35%
(-) Serv de Contabilidade	R\$ 724,00		A CONTROL OF THE PROPERTY OF T
(=) Lucro Operacional	-R\$ 166.040.17	9. Lucratividade	
(-) Juros sobre capital	R\$ 245,95		
(-) Juros s/ financiamento	R\$ 4.427,12	Lucro Líquido	)
(=) Lucro Tributável	-R\$ 170.713,25	Receita	
(-) Imposto de Renda	R\$ 0,00		
(=) Lucro Liquido	-R\$ 170.713,25		L = -12,82%
(-) Depreciação	R\$ 100.168,75		
(=) Disponibilidade Liquida	-R\$ 270.882,00	10. Retorno do Inv	estimento
		Em meses:	Nunca
		Em anos:	Nunca

# 11. Ponto de Equilíbrio Dias trabalhados por mês



# 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PORTAL DA MADEIRA, disponível em:

http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2009/10/propriedades-quimicas-damadeira.html acessado dia 10 de dezembro de 2016

IRANI, disponível em: <a href="http://www.irani.com.br/pt/info/historia?ano=1940">http://www.irani.com.br/pt/info/historia?ano=1940</a> acessado dia 10 de dezembro de 2016

REVISTA O PAPEL, disoinivel em: <a href="http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1380634191">http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1380634191</a> 6d5aac0f077350b8c8a7820ccbd798db 189840160.pdf

Acessado dia 10 de dezembro de 2016

SENAI - Centro Técnico de Celulose e Papel, Telêmaco Borba - PR, 1987, Vol.8.

BRACELPA (Associação Brasileira de Celulose e Papel). **História do papel no**Brasil

METALCLAVA, disponível em: <a href="http://www.metalcava.com.br/produto-detalhe/71/03--descascador-de-toras-a-tambor">http://www.metalcava.com.br/produto-detalhe/71/03--descascador-de-toras-a-tambor</a> Acessado em novembro de 2016

APREFLORESTA, disponível em:

<a href="http://www.apreflorestas.com.br/\_arquivos/imagens/149500808552014be9397">http://www.apreflorestas.com.br/\_arquivos/imagens/149500808552014be9397</a> 572.37340910.jpg> Acessado em novembro 2016

# CERUMAQ, disponível em:

<a href="http://www.cerumaq.com.br/wp-content/uploads/2013/02/correia-transportadora-minera%C3%A7%C3%A3o.jpg">http://www.cerumaq.com.br/wp-content/uploads/2013/02/correia-transportadora-minera%C3%A7%C3%A3o.jpg</a> Novembro de 2016

# IMETAME, disponível em:

http://alegre.imetame.com.br/pt-BR/noticias/suzanosp-sucesso-na-finalizacao-dos-icamentos-do-digestor Acessado em 01/12/16

# ACDEMIA DE CIENCIA, disponível em:

http://www.academiadeciencia.org.br/site/wp-content/uploads/2012/06/ESQUEMA\_CALDEIRA.jpg Acessado dia 01 de dezembro de 2016;

# ECAL, disponível em:

http://www.ecal.com.br/categorias-produtos/caldeiras-horizontais/caldeira-geradora-de-vapor-horizontal-a-lenha acessado em 01 de dezembro de 2016;

OSÓRIO, Eduardo A. & DESCHAMPS, João C. (Fundação Centro de Agronegócios) Agregação de Valores aos Produtos de Base Florestal na Zona Sul do Rio Grande do Sul - Pelotas/RS: 2005.

JUVENAL, Thaís e MATTOS, René O setor Florestal no Brasil e a Importância do Reflorestamento – BNDES Setorial, Rio de Janeiro:2002.

<a href="http://www.patentesonline.com.br/aparelho-lavador-pressurizado-e-processo-para-seu-uso-para-lavar-polpas-celul-sicas-69880.html">http://www.patentesonline.com.br/aparelho-lavador-pressurizado-e-processo-para-seu-uso-para-lavar-polpas-celul-sicas-69880.html</a>

Acessado dia 05 de dezembro de 2016

## EBAH, disponível em:

<a href="http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg1PIAJ/avaliacao-diferentes-antiespumantes-no-processo-lavagem-polpa-celulosica-kraft-marrom?part=2">http://www.ebah.com.br/content/ABAAAg1PIAJ/avaliacao-diferentes-antiespumantes-no-processo-lavagem-polpa-celulosica-kraft-marrom?part=2</a>

Acessado dia 05 de dezembro de 2016

## UFPR, disponível em:

<a href="http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/patio2014.pdf">http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasklock/polpaepapel/patio2014.pdf</a> Acessado dia 05 de dezembro de 2016

## ISSUU, disponível em:

<a href="https://issuu.com/fieppr/docs/secagem\_celulose">https://issuu.com/fieppr/docs/secagem\_celulose</a>

Acessado dia 05 de dezembro de 2016

SOUZA, Liria Alves De. "Hidroxido de Sodio"; *Brasil Escola*. Disponivel em <a href="http://brasilescola.uol.com.br/quimica/hidroxido-de-sodio.htm">http://brasilescola.uol.com.br/quimica/hidroxido-de-sodio.htm</a>>. Acesso em 30 de agostode 2016.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Sulfatos", *Brasil Escola*. Disponivel em <a href="http://brasilescola.uol.com.br/quimica/sulfatos.htm">http://brasilescola.uol.com.br/quimica/sulfatos.htm</a>. Acesso em 30 de agosto de 2016.

Dicaf, Francisco "Propriedades quimicas da madeira" portal da madeira 5 de outubro de 2009. Disponível em: <a href="http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2009/10/propriedadesquimicas">http://portaldamadeira.blogspot.com.br/2009/10/propriedadesquimicas</a>. Acesso em 30 de agosto de 2016

Toda material "Propriedades da agua" artigo revisado em 18 de maio de 2015.

Disponível em: <a href="https://www.todamateria.com.br/propriedades-da-agua">https://www.todamateria.com.br/propriedades-da-agua</a>

Acessso em 30 de agosto 2016

PIOTTO, Zeila Chittolina. Eco-eficiencia na Industria de Celulose e Papel-Estudo de Caso.

2003. Tese de Doutorado. Universidade de Sao Paulo. Acesso 09 de setembro de 2016

SOUZA, Liria Alves De. "Cloro"; *Brasil Escola*. Disponivel em <a href="http://brasilescola.uol.com.br/quimica/cloro.htm">http://brasilescola.uol.com.br/quimica/cloro.htm</a>. Acesso em 09 de setembro de 2016.

Naun "oxido de calcio" nanotecnologia. Disponivel em <www.nanum.com.br/interna> Acesso em 27 de setembro de 2016

SOUZA, Liria Alves De. "Carbonato de Sodio"; *Brasil Escola*. Disponivel em <a href="http://brasilescola.uol.com.br/quimica/carbonato-de-sodio.htm">http://brasilescola.uol.com.br/quimica/carbonato-de-sodio.htm</a>>. Acesso em 27 de setembro de 2016.

SOUZA, Liria Alves De. "Hipoclorito de sodio"; *Brasil Escola*. Disponivel em <a href="http://brasilescola.uol.com.br/quimica/hipoclorito-sodio.htm">http://brasilescola.uol.com.br/quimica/hipoclorito-sodio.htm</a>>. Acesso em 27 de setembro de 2016.

Lenntech BV "Dioxido de cloro" Copyright c 1998-2016 Lenntech B.V. All rights reserved. Disponivel<www.lenntech.com.> Acesso em 27 de setembro de 2016

Legislacao ambiental "RESOLUCAO No 237, DE 19 DE dezembro DE 1997" disponivel em <www.sbe.com.br/leis/res23797.htm > Acesso em 22/11/2016

ALBUQUERQUE, J. A.; ARGENTON, J.; FONTANA, E. C.; COSTA, F. S.; RECH, T. D. Propriedades fisicas e quimicas de solos incubados com residuo alcalino da industria de celulose. Revista Brasileira de Ciencia do Solo, Vicosa, v. 26, p. 1065-1073, 2002.

ASSOCIACAO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuario estatistico da ABRAF ano base 2007. Brasilia. 2008. 87 p. Disponivel <emhttp://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF08-BR.pdf> Acesso em: 22 de novembro 2016.

BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendacao de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONCALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V (Ed.). Nutricao e fertilizacao florestal. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000. p. 269-286.

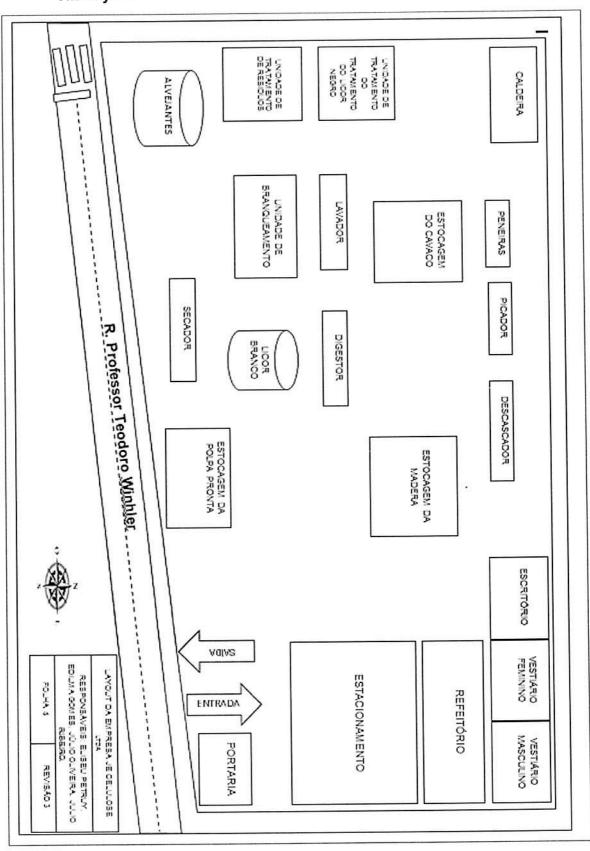
SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e numeros do Brasil Florestal. Sao Paulo. 2007. 110 p. Disponivel <em:http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf>. Acesso em: 22/11/2016

# 9. APENDICE

# 9.1 Balanço de massa

[48] Eso1	Polpa	Cases	Alvejantes	Licor Negro	yens	Licer Brance	Vapor	Cavacos	Impurezas	Madeira	(By) RE01	Polpa	gass	Alvejantes	Licor Negro	Ągua	Licor Branco	Vapor	Cavacos	gezarudan	Madeira	Corrente
100%	-	1	1	1	1	1	:			100%	5000 Kg	:	1	1	1	1	-	:	ı	:	5000 Kg	<b>.</b> .
100%	-	1	-	:	1	1	1	1	100%	:	1000 Kg	1		1	1		1	:	1	1000	***	*>
100%	1	100%	1	:	1	1	:		:	i	K200	1	Æ 20	1	1	1	:		1		***	100
100%	:	:	1	1	:	1	1		:	100%	4000 Kg	i	1	1		:		1			4000 Kg	58-
100%	:	1	1	1	1	1	1			100%	2000 Ke		i	1	1	:	1	1	:		2000 Kg	ţ,
100%	-	:	i	:	1	1	1	100%	1		Ke 1000		1	1	1	:	1	:	1000 1000		1	\$P
100%	1	:	1	1	1	1	1	100%	1	•	Hg 1000	1	1	1	:	i	-	:	1000 Kg	1	:	5.
100%	1	i	:	:	1	1	1	1	1	100%	X 2000	1	1	1		:		:		1	1000 Kg	500
100%		:		:	1	33,4%	:	:	:	8,63	W 200	1		:	:		1000 Kg	i			2000 Kg	30
100%	33,4%	:	:	:	66,6%	1	:		:		Kg 000	K€ 000	1			2000 Kg	:	:	1		1	10
100%	25%	i	25%	:	50%	1	1	:	1		Ke 4000	Ke 1000	1	1000 Kg	i	2000 Kg		•			1	=
100%	33,4%	1	:	i	66,6%	1	1	1	1		K 900	K- 100	1	1	1	Ke 2000	:	:			i	12
100%	50%	:	:	:	50%	:	i	:	i		Kig 00	E 100	1	1	1	Ki 000					1	13
100%	1	:	:	:	100%	1	:	-	:	I	Kig V		ı	1	1	Z000	1	-				14
100%	- 1	i	50%	:	50%	1	:	•	:		100			K 50		X 500	:				1	15
100%	i	•	:	-	100%	i	:		:		15 S			1		K 00	1	-			1	16
100%	1	•	1	:		:	:	:	:		100			1		K. 000	-					IJ
100%	:	:	-	100%		-	:	:	-		E S	-			Ke							18
9,001	-	-		:	:	:	100%				: E 2	_			-			Kg 0000				15
100%	-	-	1		100%					_	: E	_				F 50						20
5 100%	-	-		-			-				: King 5	-					1000			-		21
100%	-	-			100%				-		E S	_				E S	-	-		1	:	22
100%	-				:	_	100%				: A S	253						F 5	2000		1	13

9.2 Layout



# 9.3 Plano diretor

