



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências e Tecnologia
Campus II - Campina Grande



RELATÓRIO DE ESTÁGIO

AVALIAÇÕES DAS VAZÕES DOS EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE PAPEL

ALUNO: NIVSON ALESSANDRE FREIRE COSTA

MATRÍCULA: 2962.1094

ORIENTADORA: ANNEMARIE KONIG

OUTUBRO/2001

CAMPINA GRANDE-PB



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2021.

Sumé - PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

AVALIAÇÕES DAS VAZÕES DOS EFLUENTES DE UMA INDÚSTRIA DE PAPEL



Prof. ANNEMARIE KONIG



NIVSON ALESSANDRE FREIRE COSTA

OUTUBRO/2001
CAMPINA GRANDE-PB

SUMÁRIO

1.0 - Introdução	04
2.0 – Objetivos Gerais	06
3.0 – Revisão Bibliográfica	07
3.1 – Histórico do Papel	07
3.2 – Fabricação do papel através da madeira	09
3.3 – Utilização de aparas (Reciclagem)	12
3.4 – Despejos produzidos a partir dos processos de fabricação do papel	12
3.5 – Tratamentos de efluentes	13
3.6 – Vazão	17
4.0 – Material e Métodos	21
4.1 – Local de estudo	21
4.2 – Processo de reciclagem de papel	22
4.2.1 - Fluxograma do processo operacional no período de jan/99 até dez/99	22
4.2.2 - Fluxograma do processo operacional no período de jan/00 até nov/00	22
4.3 – Pontos amostrados	30
4.4 – Frequência e hora de medição das vazões	30
4.5 – Parâmetros analisados e Métodos empregados	31
4.5.1 - Vazão	31
4.5.2 – Análise Estatística	31
5.0 - Apresentação e Discussão dos resultados	32
5.1 – Estudo das vazões através das médias mensais	32
5.2 – Avaliação das vazões médias durante os meses monitorados	33
5.3 – Avaliação das vazões nos diferentes horários de coleta	33
5.4 – Avaliação das vazões dos 11 meses monitorados	33
6.0 - Conclusões	35
7.0 - Bibliografias	36

1.0 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de novas utilidades e produtos produzidos a partir do papel foram responsáveis pelo rápido crescimento desta atividade industrial. Novos processos de obtenção da polpa e branqueamento assim como novas adaptações dos processos antigos tem contribuído para suprir a crescente demanda. Os processos mais comuns para obtenção da polpa de papel são o kraft, sulfito, sulfito neutro, semi-químico. Outros materiais para confecção de papeis especiais são usados na produção de celulose como algumas fibras de produtos têxteis, a juta e até a palha e bagaço.

A produção de celulose e produtos de papel é considerado um setor industrial importante na economia de muitos países. Este segmento da indústria produz uma variedade de produtos para atender as necessidades humanas, emprega um número considerável de funcionários e movimenta volumes elevados de recursos financeiros. Entretanto, o setor de papel e celulose é um grande consumidor de recursos naturais, especialmente fibras vegetais, energia e água, e têm sido considerado uma importante fonte de poluentes do ar, água e solo. (IPT,1988)

A reciclagem representa um grande fator econômico e social para o setor papelero, por sua contribuição à conservação dos recursos naturais e energéticos e pela redução do acúmulo de papel no meio ambiente. O processo de reciclagem mantém milhões de toneladas de papel fora dos lixões todos os anos.

Os resíduos sólidos descartados pela população estão aumentando drasticamente, e tornando-se um sério problema ambiental das grandes cidades. Do total de lixo produzido mundialmente, cerca de um terço é constituído de papel. Se estes papéis fossem separados e destinados para uma posterior reciclagem, poder-se-ia diminuir os problemas ambientais causados por resíduos sólidos urbanos. (Manual de Reciclagem,1990).

Mas o processo de reciclagem do papel por utilizar uma grande quantidade d'água, libera sob forma de efluentes líquidos, grande quantidade de pequenas fibras (substâncias orgânicas em suspensão) constituindo não apenas um desperdício, mas também, um fator de poluição dos cursos d'água. Estes efluentes transmitem às águas do corpo receptor, cor e turbidez, favorecem a formação de bancos de lodo contribuindo para o assoreando de rios. Dessa forma se faz necessário um tratamento no efluente final, para remover o excesso de material poluidor de tal maneira que as águas residuárias possam ser reutilizadas até na própria fábrica,

reduzindo assim o volume de efluente final. No caso da impossibilidade de sua reutilização, o tratamento deverá adequar o efluente às características compatíveis ao lançamento em cursos d'água ou na rede de esgotos municipais.

2.0 - OBJETIVOS GERAIS

Avaliação do volume de efluentes gerados no processo de reciclagem de aparas de papel de uma indústria situada em Campina Grande-(PB), através de estatística descritiva e da análise de variância (ANOVA: fator único), seguido do método GT2, para valores de vazão coletados no período de fevereiro/2000 à dezembro/2000.

3.0 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – Histórico do Papel

Com o desenvolvimento da inteligência humana, as representações gráficas foram se tornando cada vez mais complexas, passando a significar idéias. Isto fez com que o homem desenvolvesse e utilizasse utensílios por ele criados, como o barro cozido, os tecidos de fibras diversas, os papiros, os pergaminhos e finalmente o papel (IPT, 1988).

Os pergaminhos de origem animal, na sua forma mais rudimentar, datam do ano 2000 a.C. e somente por volta do século II a.C., apareceram em forma de películas mais delgadas e mais finamente acabadas (IPT, 1988).

A maioria dos historiadores atribui a Ts'AI Lum, Ministro das Obras Públicas do Imperador Ho-Ti, em 105 d.C na China, a primazia de ter feito o papel por meio de polpação de redes de pesca e de trapos, e mais tarde usando fibras vegetais (Encyclopaedia Britannica, 1999). O processo consistia em um cozimento forte das fibras, que posteriormente eram batidas e esmagadas. A pasta, obtida pela dispersão das fibras, era depurada e a folha, formada sobre uma peneira feita de juncos delgados unidos entre si por seda ou crina, era fixada em uma armação de madeira. Conseguia-se formar a folha celulósica, mediante o despejo de uma certa quantidade de material de dispersão sobre o molde. Procedia-se à secagem da folha, comprimindo-a sobre uma placa de material poroso ou deixando-a pendurada ao ar (IPT, 1988).

A fabricação do papel difundiu-se lentamente, porque os chineses tentaram manter o segredo dentro de suas fronteiras. Aparentemente conseguiram tal propósito, até o ano de 751 d.C., quando alguns árabes capturaram chineses que conheciam a arte de fazer o papel, com isto tornaram possível a quebra do monopólio (IPT, 1988).

Embora o papel estivesse sendo introduzido na Europa, o pergaminho era o material dominante para o registro de documentos permanentes. Em 1231, um Imperador da Sicília determinou que todos os documentos fossem elaborados em pergaminho, uma vez que “eles deveriam testemunhar para os tempos futuros e não correrem riscos de serem destruídos com o tempo” (ABTCP, 1998).

Em 1719, o francês Réaumur sugeriu o uso de madeira como matéria-prima para a fabricação de papel, pois com a propagação das indústrias durante a

Revolução Industrial, aumentou seu consumo, pela difusão e alteração de normas de contabilidade e controle escrito. Por sua vez, o incremento dos meios de comunicação, através das notícias pelos jornais, livros escolares e obras literárias, contribuiu para o desenvolvimento do setor.

Com o aumento do consumo de papel, requisitava-se também processos mais eficientes. Observando-se, ao lado do surgimento de novos materiais, a concepção e a criação de equipamentos e dentre estes destaca-se a mesa formadora da folha de papel (IPT, 1988).

Em 1799, o francês Louis Nicolás Robert inventou uma máquina que possibilitava a formação de uma folha de papel com comprimento infinito. Este, por dificuldades financeiras e técnicas, não conseguiu levar adiante o seu projeto e foi obrigado a vender sua patente a dois franceses, os irmãos Fourdrinier. Em 1803, a invenção da máquina de papel, que ficou conhecida como "Fourdrinier", provou ser a melhor opção para a produção de grandes quantidades de papel com uma qualidade mais estável (Libby, 1977).

Em 1807, foi descrito um método barato, seguro e simples de colagem, o sistema com alúmen ou cola de breu, que talvez tenha sido o fator de maior aumento na longevidade do papel. O procedimento consiste da adição da cola de breu à massa celulósica com agitação e depois o sulfato de alumínio.

Até 1821, a folha formada e consolidada, mas ainda úmida, era removida da seção formadora para ser seca. A partir dessa data, a máquina de fazer papel incorpora as seções de prensagem e secagem da folha contra cilindros aquecidos a vapor, processo este conservado até hoje. Na mesma época, o alemão Jllig substituiu a colagem por cola animal pela adição de breu na moagem (colagem ácida), que proporciona brilho ao papel.

Por volta de 1850, a indústria elegeu a madeira como a principal fonte de matéria-prima celulósica e neste mesmo período surgiram e desenvolveram-se os processos soda, sulfito e Kraft de polpação (IPT, 1988).

Em 1870 apareceram os primeiros comentários sobre a perda das propriedades físicas e químicas dos papéis ácidos com o passar do tempo (ABTCP, 1998). Em vista disto, no ano 1901 a empresa S.D. Warren fez um lote experimental de um papel utilizando carbonato de cálcio como aditivo não fibroso. Embora um papel de maior alvura, o desenvolvimento de papéis alcalinos só seria alcançado 50 anos depois quando a cola sintética foi introduzida em substituição a cola de breu. Era então criado o processo de colagem alcalina, substituto técnico, porém não econômico, do sistema

ácido, uma vez que o custo do carbonato de cálcio era maior do que o do caulim, aditivo inorgânico tradicionalmente utilizado na colagem ácida.

Com a disponibilidade de matérias-primas, os custos de operação foram reduzidos e desenvolveu-se, nas próprias fábricas de papel, o processo de produção de carbonato de cálcio, com economias significativas. Atualmente, a maioria das empresas fabricam papéis alcalinos devido às suas vantagens, como por exemplo, brancura, opacidade, maior resistência físico-mecânica, melhor resposta à impressão e pelas fibras alcalinas serem mais resistentes aos processos de reciclagem (ABTCP, 1998).

3.2 – Fabricação do papel através da madeira

O papel é composto primariamente de celulose e os processos envolvidos na sua produção, a partir da madeira, consistem na separação dos componentes não-celulósicos para a obtenção de celulose quase pura. Para produção de papel outros materiais fibrosos podem ser usados como matéria prima. A madeira fornece cerca de 70% desta matéria prima, os restantes são provenientes ou de papel reciclado (20%) ou de outros materiais (10%) (Braile & Cavalcante, 1993).

A madeira é composta de celulose, outros carboidratos como amidos, açúcares e lignina, que atua como um adesivo para unir as moléculas de celulose. A madeira seca é composta de 60% de celulose, 30% de lignina e 10% de açúcares e outras resinas. A celulose é um polímero da glicose, tem uma grande afinidade pela água devida a sua cadeia longa, é insolúvel e muito estável em soluções básicas. A lignina é também um polímero muito complexo, cuja estrutura ainda não é bem conhecida. Sabe-se que tem anéis aromáticos, onde os átomos de carbono se alternam em ligações duplas e simples nos quais se ligam grupos hidroxilas (OH^-) e metoxil (CH_3O^-).

Na fabricação do papel são consideradas as seguintes etapas:

- a quebra da matéria prima, geralmente a madeira, em partículas muito pequenas através de processos mecânicos;
- dissolução química, em soluções alcalinas, do polímero da lignina e dos outros compostos não-celulósicos para formar a polpa de papel;
- dependendo do uso futuro do papel, materiais como corantes e preservantes são adicionados,

- para a produção do papel, uma fina camada da polpa é espalhada sobre uma tela para remoção da água, para posterior prensagem e secagem por calor.

Após a produção da polpa de papel, a polpa refinada, com cerca de 99% de água, é colocada sobre uma peneira vibratória para extrair a água e proporcionar o entrelaçamento das fibras de celulose e assim formar a folha de papel. A pouca água remanescente é extraída num secador onde calor, pressão e sucção fazem o acabamento final. Este estágio de secagem consome muita energia e muitas vezes as fábricas de papel tem suas próprias estações elétricas para o fornecimento de energia. Nesta etapa da secagem, muita DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é liberada nos efluentes, pois na água removida nas peneiras existem aquelas fibras muito finas que passaram nos orifícios da peneira, além de muitos aditivos. Esta água residuária é denominada de “água branca”. A recuperação desta água branca é muito importante, pois ela pode conter entre 2 até 10% de toda polpa introduzida no início da produção de papel. Esta água pode ser reciclada para os preparadores de massa (ou “pulpers”) como diluidor ou retornar para etapa da produção de papel como alvejamento, lavagem da celulose. Caso haja produção de água em excesso, esta deverá ser tratada antes do seu lançamento no meio ambiente, para que haja a remoção dos sólidos suspensos e dissolvidos.

A água utilizada nos processos de fabricação do papel é provenientes de mananciais de superfície ou subterrâneas. Cerca de 5% do volume utilizado é perdido por evaporação durante o processo e 95% retornam às águas superficiais, sob forma de efluentes com grande quantidade de fibras e de material de “carga” como caolim, cola e outros componentes. Apesar do elevado conteúdo de produtos alcalinos esses efluentes são classificados como orgânicos, pois todos os problemas ambientais são causados pela presença da matéria orgânica (Braile & Cavalcante, 1993).

Os efluentes das fábricas de papel e celulose contêm substâncias orgânicas em suspensão e dissolvidas, primeiramente sob a forma de componentes da madeira solubilizada e de fibras que intencionalmente ou inadvertidamente foram descarregadas do processamento da celulose e do papel. O maior efeito negativo é a formação de bancos de lodo e os principais efeitos deletérios dessa matéria orgânica são:

- depleção de oxigênio devido à oxidação biológica dessas substância;
- produção de maus odores devido à redução biológica na ausência de oxigênio;
- efeitos nocivos à vida aquática devido à toxidez de algumas substâncias ou ausência de oxigênio;

- produção de espumas, cor e turbidez;
- crescimento de excessivo de algas.

A recuperação do material suspenso é prática padrão, sendo normalmente feita por meio de tanques de sedimentação ou flotação (recuperadores de massa). Os sólidos são concentrados por um espessador de lodo no recuperador de massa e reconduzidos para a primeira etapa de fabricação. Um recuperador de massa (“saveall”) cônico, para 30 minutos de tempo de detenção, recuperará de 30 a 60% dos sólidos e o seu rendimento varia com o tipo de papel produzido.

O reaproveitamento da água é uma prática muito utilizada porque as matérias primas nela contida são de custo elevado, além de reduzir significativamente o volume de efluentes lançados no meio ambiente. Porém alguns problemas podem ocorrer quando há uma recirculação contínua dos efluentes e dentre eles citam-se:

- (1) um aumento da taxa de corrosão nas tubulações devido aos materiais cáustico presentes no papel;
- (2) muita formação de espuma e
- (3) dificuldade na formação da folha do papel, culminando na deterioração do produto final.

Para que estes inconvenientes não ocorram, as indústrias geralmente recirculam parte do efluente e a outra parte recebe tratamento adequado antes de ser lançado no meio ambiente.

Os problemas de poluição ambiental associado à produção de papel podem ser resumidos abaixo:

- poluição do ar devido a conversão da madeira em polpa de papel;
- a produção da polpa de papel requer grandes quantidades de água que, ao serem lançados no meio ambiente produzem severa DBO, sendo considerada o problema ambiental mais severo deste tipo de atividade industrial;
- a conversão da polpa de papel em folhas de papel requer grandes quantidades de energia, responsável por problemas de poluição do ar. Nesta etapa uma DBO adicional é liberada além de alguns produtos químicos;
- o aumento crescente do consumo de papel e sua obtenção através da madeira tem sido contornado através do manejo controlado de áreas reflorestadas;
- a disposição não controlada de grandes quantidades de papel tem gerado problemas de resíduos sólidos que podem ser solucionados através da reciclagem deste material.

3.3 – Utilização de aparas (Reciclagem)

Reciclagem é o aproveitamento das fibras celulósicas de papéis usados e aparas para a produção de novos tipos de papéis. Qualquer tipo de papel pode ser reaproveitado. Mas para isso, é necessário uma seleção das aparas que serão reciclados, a partir do conhecimento do tipo de papel e impurezas nele contido, só serão aproveitados aqueles em que a fábrica tiver a capacidade de reciclar.

A reciclagem representa um grande fator econômico e social para o setor papelero, por sua contribuição à conservação de recursos naturais, energéticos e pela proteção ao meio ambiente. A diminuição da disponibilidade de madeira tem elevado consideravelmente o seu custo, aumentando o interesse pela reciclagem de papéis. A quantidade de madeira economizada com a substituição de pastas celulósicas por aparas, considerando-se uma perda de 20% nas aparas, equivale dizer que uma tonelada de aparas corresponde a um rendimento lenhoso de uma área plantada de 100 a 350 m² (IPT, 1988).

O custo de capital de uma fábrica que utiliza aparas é muito menor do que o de uma fábrica integrada (que produz celulose e papel, a partir de toras de madeira), e até um retorno mais rápido para um investimento menor. Em uma fábrica que utiliza aparas, o consumo de energia por tonelada de papel produzido é mais baixo em comparação ao de uma fábrica integrada.

Uma fábrica que utiliza aparas necessita de uma estação de tratamento de efluentes mais simplificada do que em uma fábrica integrada de pasta celulósica e papel, além de não requerer um controle de emissões gasosas.

3.4 – Despejos produzidos a partir dos processos de fabricação do papel

Os despejos das fábricas de papel, têm origem na máquina de fabricação de papel, nos refinadores, nas caixas de regulagem de consistência e mistura da massa e nas peneiras depuradoras da massa.

Esses despejos contêm fibras finas, areia, plásticos, partículas metálicas, cola ou amido, cargas e corantes (Braile & Cavalcante, 1993).

3.5 – Tratamento de Efluentes

Atualmente vêm sendo desenvolvidas tecnologias que objetivam diminuir o consumo de água na fabricação e implementar o reuso das águas servidas após algum tratamento. Estes efluentes podem produzir alguns efeitos negativos no corpo receptor, como:

- formação de bancos de lodo;
- depleção de oxigênio pela oxidação biológica dessas substâncias;
- produção de maus odores;
- efeitos nocivos à vida aquática pela toxidez de algumas substâncias ou ausência de oxigênio;
- produção de espumas, cor e turbidez (Braile & Cavalcante, 1993).

Por isso, o tratamento desses efluentes devem preencher as seguintes funções:

- remover poluentes de tal maneira que as águas residuárias possam ser descarregadas nos cursos d'água ou rede de esgotos;
- melhorar a qualidade dos efluentes a ponto de poderem ser reutilizados na fábrica (Braile & Cavalcante, 1993).

Para melhorar a qualidade dos efluentes para lançamento em corpos receptores ou para sua reutilização no processo, são considerados os seguintes tipos de tratamentos:

- pré-tratamento;
- tratamento primário;
- tratamento secundário;
- tratamento terciário.

3.5.1 - Pré-tratamento

Consiste na desarenação (remoção de materiais pesados, de cinzas inorgânicas, de areia e pedregulhos). A remoção destes sólidos é feita freqüentemente por grades de barras, mas pode ser usado também peneiras rotativas, vibratórias com auto limpeza, de tambor e hidráulicas. A desaeração (retirada do ar), constitui um outro processo de pré-tratamento e torna-se necessária para prevenir a flotação de fibras no clarificador, principalmente quando a água branca é tratada isoladamente ou quando são usados coagulantes (Braile & Cavalcante, 1993).

3.5.2 – Sedimentação primária

Por ser o processo mais barato e o menos sensível às variações de fluxo, a sedimentação é feita por meio de bacias de sedimentação no terreno ou em decantadores mecanizados (Braile & Cavalcante, 1993).

O tempo de sedimentação nas bacias construídas no terreno (custo muito elevado) é de 12h. Quando limpas em intervalos regulares, produzem um efluente comparável ao dos decantadores mecanizados, ou seja, contém de 0,1 a 0,3 kg de SS por m³ de despejos.

O decantador que melhores resultados tem dado, é o tipo decantador adensado de lodos, de forma circular. A taxa de projeto geralmente aceita é de 32m³/m².d, com tempo de detenção de 3 a 4h, sendo a profundidade das paredes laterais de 3,0 a 3,6 m.

A maior parte do lodo dos decantadores dos efluentes das fábricas de celulose e papel pode ser adensada, no decantador primário, até o ponto em que possa ser mecanicamente desaguado.

Alguns dos problemas que podem prejudicar esse adensamento são:

- capacidade insuficiente de armazenagem;
- falta de peso no mecanismo de arraste do lodo;
- bomba incapaz de trabalhar com o lodo adensado;
- falta de um aparelho limitador de torque (mecanismo de arraste com um torque de 10x o quadrado do diâmetro do decantador (Braile & Cavalcante, 1993).

O lodo das unidades de decantação primária, normalmente não necessita de adensamento adicional antes da secagem que pode ser feita por meio de leito de secagem de lodo, filtro rotativo a vácuo, centrífuga e filtro-prensa.

O lodo dos decantadores secundários contém apenas 1% de sólidos. O emprego de adensadores de lodos secundários por gravidade, aumenta o teor de sólidos, nos lodos de 1 para 3%. Se não for possível obter o adensamento dos lodos secundários por gravidade, eles podem ser misturados e secos com o lodo primário. Pode-se, também, obter seu adensamento por meio de flotação por ar dissolvido ou centrifugação. A flotação produz lodo com 4 a 5% de sólidos e a centrifugação com 5 a 8% (Braile & Cavalcante, 1993).

Com poucas exceções, os lodos resultantes do tratamento biológico com alta taxa, podem ser secos quando combinados com os lodos do decantador primário.

O método mais barato para secagem de lodo do decantador primário é o

leito de secagem. Se existir lodo da oxidação biológica, não é aconselhável o emprego de leitos de secagem, devido aos maus odores advindos da decomposição do lodo.

Os efluentes das fábricas de papel e celulose contêm substâncias orgânicas em suspensão e dissolvidas, primeiramente sob a forma de componentes da madeira solubilizada e de fibras que intencionalmente ou inadvertidamente foram descarregadas do processamento da celulose e do papel. A maior parte dessas substâncias exerce efeitos deletérios nas águas receptoras, sendo que os principais são os seguintes:

- depleção de oxigênio devido à oxidação biológica dessas substâncias;
- produção de maus odores devido à redução biológica na ausência de oxigênio;
- efeitos nocivos à vida aquática devido à toxidez de algumas substâncias ou ausência de oxigênio;
- produção de espumas, cor e turbidez;
- crescimento de excessivo de algas.

Os tipos de tratamento biológico utilizados pela indústria de celulose e papel são:

- lagoas de estabilização
- lagoas aeradas;
- lodos ativados;
- filtros biológicos.

Com o objetivo de diminuir a quantidade de poluentes lançados no riacho Bodocongó pelo seu efluente, a indústria irá tratar seus efluentes através de uma estação de tratamento compacta, com a utilização de processo de flotação dos sólidos suspensos que serão posteriormente desidratados em filtro prensa. Para melhor entender o processo de tratamento a ser adotado serão descritos a seguir os processos de flotação e o funcionamento de um filtro prensa.

3.5.2.1 - Flotação

Para separar materiais de peso específico maior que a água ou remover óleos emulsionados, é necessário insuflar ar comprimido ou dissolvido, cujas bolhas arrastam para a superfície líquida, sólidos e líquidos de difícil separação, que são removidos por um sistema mecânico de superfície, enquanto o efluente clarificado fica nas camadas mais baixas do tanque onde é removido.

Em relação à sedimentação, a flotação apresenta as seguintes vantagens:

- lodos mais concentrados;
- remoção de sólidos de difícil sedimentação;
- ocupação de menor área e volume;
- taxas maiores de aplicação superficial. (Nunes, 1996).

O tempo de detenção varia de 10 a 30 minutos e a flotação é empregada geralmente no tratamento de águas residuárias de curtumes, refino de óleo, conservas, lavanderias, recuperação de lanolina, matadouros e frigoríficos, petroquímica, celulose e papel, mineração, etc (Nunes, 1996).

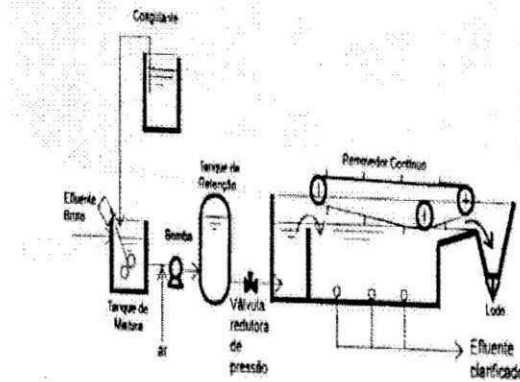


Figura 3.1: Tanque de flotação sem recirculação

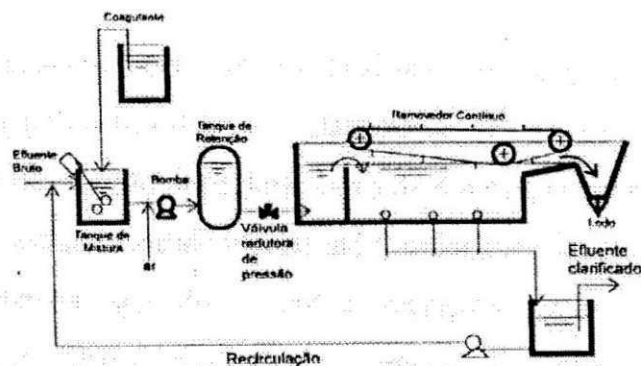


Figura 3.2: Tanque de flotação com recirculação

3.5.2.2 - Filtro-Prensa de Esteira (BELT-PRESS)

O filtro prensa de esteira é um equipamento utilizado na desidratação de lodo, reduzindo consideravelmente o volume. O processo de desidratação é efetuado primeiramente por gravidade, removendo nesta primeira etapa grande quantidade de

água presente no lodo. Em seguida o lodo é prensado em esteiras, aplicando-se uma pressão contínua, retirando o excesso de água remanescente. A torta é recolhida através de lâmina de raspagem e coletada por correia transportadora ou recipiente, com concentração de massa seca variando entre 25 a 35%, a depender da natureza do lodo (Nunes, 1996).

Sua grande vantagem é operar continuamente, enquanto que os filtros-prensa de placa operam por bateladas. Sua utilização é vantajosa para médias e grandes indústrias. No caso de lodo biológicos, é necessário o uso de floculantes para formação de flocos volumosos, adensando-se facilmente, podendo ser prensados sem dificuldades.

3.5.2.3 - Filtro-Prensa de Placa

Este equipamento tem a mesma finalidade do filtro-prensa de esteira, diferindo apenas na sua operação, pois o filtro-prensa de placa opera efetuando a prensagem em bateladas.

O tempo de filtração pode durar cerca de 4 horas, considerando a carga, filtração propriamente dita e descarga, podendo efetuar até 6 ciclos por dia. A filtração é realizada por meio de telas de pano filtrante ajustado entre placas retangulares verticais em série com orifícios para saída do líquido. O lodo é encaminhado a entrada de alimentação e distribuído pelos espaços existentes entre as placas, onde é submetido a uma pressão de até 15 kg/cm². O líquido intersticial se separa da massa de lodo, passa pela tela e pelos orifícios das placas caindo dentro de containers ou esteira transportadora, e daí, para seu destino final.

Na operação são utilizados cal e cloreto férrico ou polieletrólito, a depender do tipo de tratamento. O dimensionamento é feito em função do volume de lodo a ser desidratado.

3.6 – Vazão

Como o processo de reciclagem de papel requer grandes volumes de água e os efluentes produzidos geralmente são lançados sem tratamento adequado no meio ambiente. Então faz-se necessário avaliar a quantidade de efluentes gerados para então estimar as cargas poluidoras e um dos parâmetros necessários para esta estimativa é a medição das vazões. Defini-se vazão, como sendo o volume de um líquido por unidade de tempo. Para medir as vazões é comum a utilização de

vertedouros. Os vertedouros ou vertedores podem ser definidos como simples abertura ou entalhes sobre as quais um líquido escoar, também denominados de orifícios sem o bordo superior (Azevedo Netto, 1991). Estes têm sido utilizados, intensiva e satisfatoriamente, na medição de vazão de pequenos cursos de água e condutos livres, assim como no controle do escoamento em galerias e canais.

Os vertedouros assumem as mais variadas formas e disposições. Dependendo de suas características eles apresentam comportamentos diversos, os quais podem servir de base para sua classificação:

1. Forma

- a) simples (retangulares, trapezoidais, triangulares);
- b) compostos (seções combinadas)

2. Altura relativa da soleira

- a) vertedores completos ou livres;
- b) vertedores incompletos ou afogados;

3. Natureza da parede

- a) vertedores em parede delgada (chapas ou madeiras chanfradas);
- b) vertedores em parede espessa.

4. Largura relativa

- a) vertedores sem contrações laterais;
- b) vertedores contraídos (com uma contração e com duas contrações).

Os vertedouros triangulares são os mais utilizados, pois possibilitam maior precisão na medida de cargas correspondentes a vazões reduzidas. São geralmente trabalhados em chapas metálicas. Na prática, somente são empregados os que têm forma isósceles, sendo mais usuais os de 90°.



Figura 4.3: Vertedor triangular

Para esses vertedores, adota-se a fórmula de Thomson,

$$Q = 1,4 H^{5/2},$$

(Eq. 4.1)

Onde: Q é a vazão, dada em m³/s, e
H, a altura, dada em m.

O coeficiente de 1,4 na realidade, pode assumir valores entre 1,40 e 1,46. (Azevedo Netto, 1991).

A Tabela 3.1 inclui as vazões já calculadas para as cargas mais comuns.

Tabela 3.1 - Vertedores triangulares para paredes delgadas e lisa. Fórmula de Thomson

Altura H, cm	Q, l/s	Altura H, cm	Q, l/s
3	0,14	17	16,7
4	0,42	18	19,2
5	0,80	19	22,0
6	1,24	20	25,0
7	1,81	21	28,3
8	2,52	22	31,8
9	3,39	23	35,5
10	4,44	24	39,5
11	5,62	25	43,7
12	6,98	30	69,0
13	8,54	35	101,5
14	10,25	40	141,7
15	12,19	45	190,1
16	14,33	50	247,5

Fonte: Manual de Hidráulica(Azevedo Netto,1991).

4.0 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 - Local de Estudo

O estudo foi realizado na Indústria de Celulose e Papel da Paraíba S/A – IPELSA (Figura 4.1), que está localizada na Rua Antônio Vieira da Rocha no bairro de Bodocongó em Campina Grande - PB. A empresa foi fundada em 1960, iniciou seus trabalhos fabricando papel liso para embalagens. Este processo consistia em um cozimento do bagaço de cana-de-açúcar com soda cáustica, cal e água, até ocorrer o fibramento com posterior decantação para eliminar o licor negro. Com o tempo o processo foi ficando antieconômico devido a não recuperação dos produtos químicos contidos no licor. A empresa diante desses problemas, decidiu utilizar aparas de papel como matéria-prima para produzir papel absorvente (papel higiênico). Isto possibilitou uma diminuição dos custos, além de contribuir com a conservação de recursos naturais e energéticos além da redução do acúmulo de papel no meio ambiente.

O quadro de funcionário é de 170 pessoas nas funções administrativas, controle químico do produto e operários que se revezam em três turnos de 8 horas. Estão em andamento modificações nos equipamentos existentes para a produção de toalhas de papel.



Figura 4.1: Vista Geral das Instalações da IPELSA – Campina Grande(PB).

4.2 - Processo de reciclagem de papel

4.2.1 - Fluxograma do processo operacional no período de jan/99 até dez/99 (Batista 2000, Costa 2000)

A Figura 4.2 mostra o fluxograma do processo de reciclagem de papel utilizados pela empresa nos períodos descritos por Batista 2000 e Costa 2000.

4.2.2 - Fluxograma do processo operacional no período de jan/00 até nov/00 (Costa, 2000)

A partir de jan/00 a empresa implantou modificações no fluxograma do processo de reciclagem (Figura 4.3) visando o fechamento do circuito de águas e assim reduzir o volume de efluente final.

O fluxograma do processo de reciclagem sofreu algumas modificações, tais como:

- otimização do circuito para utilização das águas ao longo do processo, priorizando a recirculação das água ricas em fibras;
- reutilizar a água com menor quantidade de fibras em substituição a água do açude de Bodocongó;
- utilização da água do açude de Bodocongó somente na lavagem da peneira da tela plana;
- Instalação de um recuperador (peneira inclinada) de fibras na área de preparação de massa, para retirar as microfibras contidas na água, podendo esta ser recirculada no processo de produção do papel;
- utilização de um tanque existente para receber a água recuperada;
- reaproveitar esta água, evitando que a mesma siga para o efluente;
- com as modificações realizadas a fase de baixa consistência e o engrossador saíram do processo.

As instalações operacionais da IPELSA seguem os principais processos de fabricas de papel "tissue", e que produzem produtos semelhantes. Estas etapas são descritas a seguir:

► **MATÉRIA-PRIMA** – a matérias-prima utilizada são aparas de papeis, podendo ser do tipo BRANCO, para fabricação de papel "tissue" branco ou do tipo MISTA que vão produzir os papeis do tipo natural ou não branco. Estas aparas são adquiridas de fornecedores, que são empresas especializadas na coleta, classificação e enfardamento destes materiais. Chama-se de aparas todo resíduo ou produtos de

papel, cartão e papelão coletados antes e após sua utilização, escolhido, selecionados, enfardados e vendidos usualmente como matéria prima.

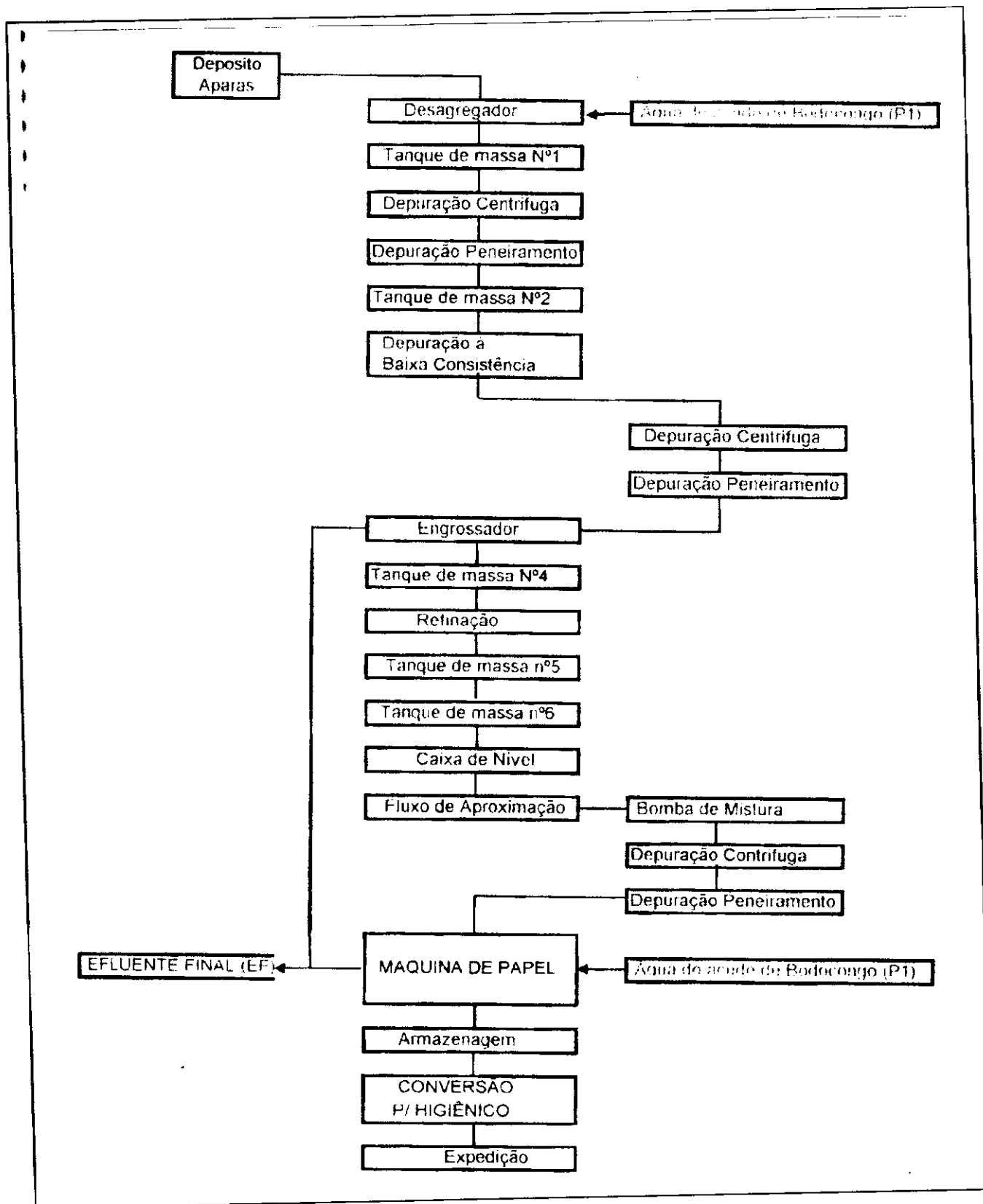


Figura 4.2 – Fluxograma do processo operacional no período de jan/99 até dez/99

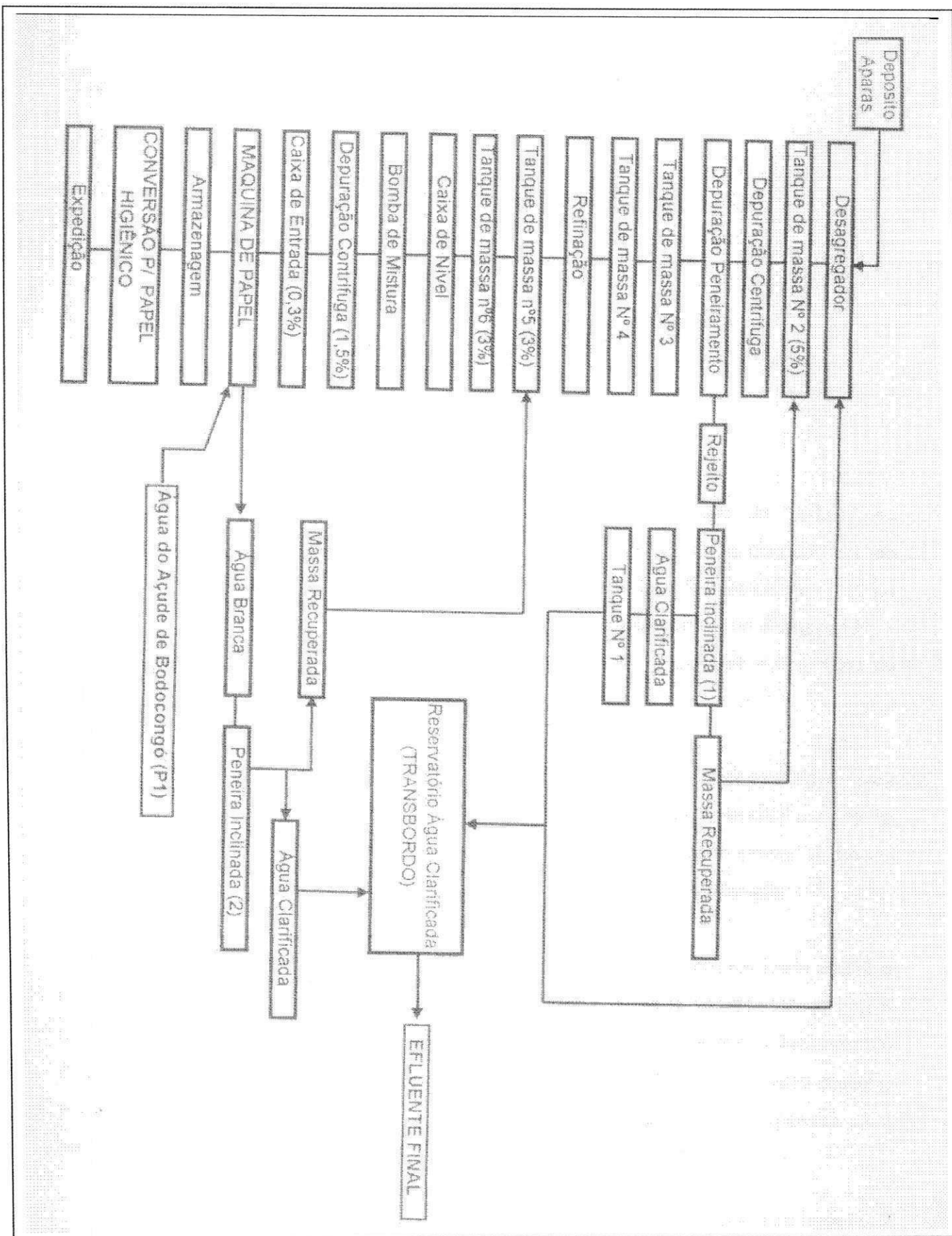


Figura 4.3 – Fluxograma do processo operacional no período de jan/00 até dez/00



Figura 5.4: Foto dos fardos de aparas

▶▶ **DESAGREGADOR** – o desagregador, também comumente chamado de “pulper” ou “hidrapulper”, é o equipamento que tem por função desagregar as fibras contidas em um pedaço de papel em água, transformando as aparas em polpa. Seu funcionamento é muito semelhante ao funcionamento do liquidificador doméstico. A polpa obtida no desagregador é normalmente dissolvida em água numa consistência que deve ficar entre 4,0 a 5,5% de sólidos, facilitando a descarga por uma bomba centrífuga.

▶▶ **TANQUE DE MASSA Nº01** – é um tanque construído em concreto, com capacidade para aproximadamente 70 m³ de polpa. Nele está instalado um agitador semelhante a uma hélice que tem por finalidade manter um regime de agitação na polpa para manter a mesma homogênea durante o período de tempo que ela permanecer depositada no tanque.

▶▶ **DEPURAÇÃO EM MÉDIA CONSISTÊNCIA** – trata-se de uma limpeza realizada na polpa de papel, para tentar retirar todos os materiais que não são fibras, e que estavam com as aparas que foram desagregadas. Neste local trabalha-se com a polpa na mesma consistência que foi desagregada, de 4,0 a 5,5%. A depuração normalmente é realizada em duas fases distintas para se obter melhor rendimento, assim, têm-se dissolvidas nas aparas, impurezas com características distintas de peso específico.

A – Depuração por centrifugação: nesta fase tentar-se retirar da polpa as impurezas cujo o peso específico seja maior do que o da polpa, como: pedras, cliques, grampos, areia, peças metálicas e outros.

B - Depuração por peneiramento: nesta fase tenta-se retirar as impurezas contidas na polpa, cujo o peso específico é menor que o da mesma, é o caso dos plásticos, isopor, madeira, aglomerados de fibras, fibras sintéticas e outras. Este equipamento trabalha jogando a polpa contra uma placa perfurada com pequenos furos, pelos quais as fibras já devidamente desagregadas passam, retendo apenas as partículas de impurezas maiores que os furos da placa. Mesmo assim, algumas impurezas conseguem ultrapassar essa placa, podendo prejudicar o processo a seguir.

▶▶ **TANQUE DE MASSA Nº02** – após a polpa passar pelas duas fases da depuração de média consistência a mesma é depositada em um tanque de concreto com as mesmas características do tanque de massa nº 01.

▶▶ **DEPURAÇÃO Á BAIXA CONSISTÊNCIA** – a polpa será processada, em consistência bem mais baixa, em torno de 1,0 a 1,5% de sólidos, ela proveniente da bomba centrífuga do tanque de massa nº 02, e diluída em água proveniente de um tanque que coleta o excesso de água da mesa plana. Esta depuração em consistência mais baixa permite a retirada de partículas de impurezas que passaram pela depuração de centrifugação e peneiramento. Estes equipamento trabalham em série, e após a polpa diluída em água passara para a fase seguinte do processo.

▶▶ **ENGROSSADOR** – nesta fase do processo a polpa diluída e já depurada passara por um equipamento cuja a finalidade é aumentar novamente a consistência da polpa. Novamente depositadas no tanque de massa nº 04, e a água retorna para o tanque de água anteriormente citado.

▶▶ **TANQUE DE MASSA Nº 04** – trata-se de um tanque de concreto com as mesmas características dos tanques de massa nº 01 e 02, que serve para depositar a polpa entre uma fase e outra do processo.

▶▶ **REFINAÇÃO** – nesta fase do processo, por intermédio de uma bomba centrífuga é retirada a polpa depositada no tanque de massa nº04 e injetada em um refinador de discos duplos, cuja a finalidade desta operação é promover uma homogeneização das fibras contidas na polpa.

▶▶ **TANQUE DE MASSA Nº 05 E 06** – nestes tanques a polpa é depositada após ter passado pela refinação. Estes dois tanques tem as mesmas características construtivas dos demais tanques de massa, e a polpa nele depositada esta pronta para ser transferida à máquina de papel. Com isso, os processos de preparo de massa esta concluído.

▶▶ **CAIXA DE NÍVEL CONSTANTE** - ao ser retirada dos tanques de massa 05 e 06, a polpa é bombeada para uma caixa de nível constante, onde o volume que será transferido para o sistema de diluição é constante, não sofrendo influência de variações de vazão e pressão. Nesta caixa tentar-se evitar variações no volume de fibras diluídas, pois a água é o veículo que irá conduzir as fibras, assim obtém-se uma folha de papel com peso por metro quadrado constante, como desejado.

▶▶ **FLUXO DE APROXIMAÇÃO** – na fabricação de papel tissue, procura-se trabalhar com uma consistência na caixa de entrada, numa faixa de 0,45 a 0,30 % de sólido. Para se obter esta consistência utiliza-se um grande volume de água proveniente de um tanque chamado de wire-pit, que contém a água em circulação entre o fluxo de aproximação e os elementos desaguadores da tela.

▶▶ **MAQUINA DE PAPEL** – a máquina de papel para fabricação de papel tipo “tissue”, é composta normalmente das seguintes partes:

- Caixa de Entrada
- Mesa Plana
- Secção de Prensas e Circuito de Feltro
- Cilindro Yankee (Monolucido)
- Raspas de Crepagem
- Enroladeira

a) **Caixa de Entrada** – a caixa de entrada é um vertedouro contínuo, pelo qual, a solução de água e polpa é depositada sobre a tela formadora, a caixa de entrada é construída de maneira que o fluxo da solução de água e polpa seja uniformemente distribuído por toda largura da tela e também na espessura da folha.

b) **Mesa Plana** – a mesa plana tem por finalidade servir de sustentação para o circuito da tela formadora, e equivale a uma esteira contínua e sem fim, sobre a qual é depositada a solução de água e polpa, desta solução a água será retirada. Como a esteira sem fim é um tecido especial, formado por uma tela de fios de material sintético, semelhante a uma tela de janela, só que com uma malha muito mais fechada, aproximadamente 30 malhas por cm^2 , sobre a tela ficam depositadas as fibras e a água é gradualmente retirada, primeiro por gravidade, depois por sucção forçada por bomba de vácuo. A consistência da solução é aproximadamente 0,43%, e após passar por todos elementos da drenagem da mesa plana a consistência fica em torno de 12,0%.

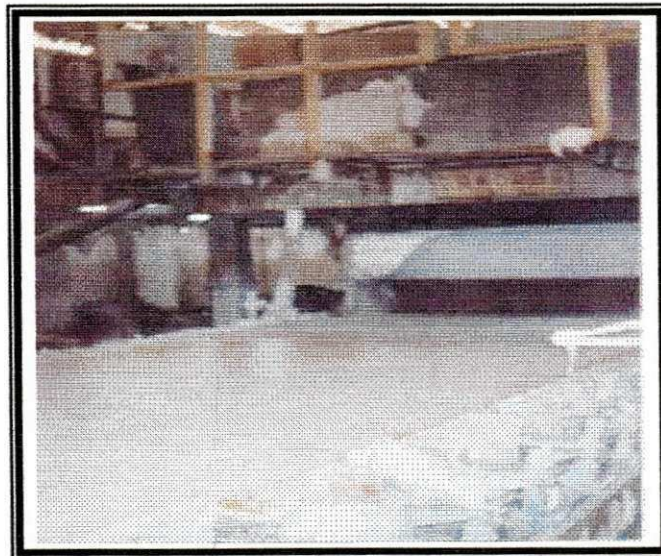


Figura 4.5: Foto da mesa plana (máquina de papel)

c) **Circuito de feltro e seção de prensas** - na mesa plana, no fim do percurso de drenagem, após o último elemento desaguador, a folha de papel já formada, é transferida para um tecido especial chamado de feltro. O feltro também é uma esteira sem fim que roda em ciclos, e tem duas finalidades:

- retirar a folha de papel da tela e conduzir a mesma para ser calandrada entre o cilindro secador e uma rolo revestido com borracha;
- absorver parte da água que é retirada da folha no momento em que é calandrada entre o cilindro secador e o rolo revestido de borracha.

A consistência da folha de papel ao sair da calandragem, tem um teor de consistência em torno de 25%. Os rolos revestidos com borracha são chamados de prensas, e são acionados pneumaticamente contra o cilindro secador, por este motivo chamamos de seção de prensas ou prensagem.

d) **Cilindro Secador Monolúcido (Yankee)** – após a folha de papel ser calandrada contra o cilindro secador, por capilaridade ela adere-se a superfície do cilindro e inicia-se o processo de secagem térmica, por evaporação da água contida na folha, a consistência neste ponto é de 25%, ou seja, uma parte de sólidos e três de água, devem ser evaporada. O cilindro secador é aquecido por vapor saturado, à uma pressão que deve ser ajustada à necessidade de troca térmica realizada pela face do cilindro.



Figura 4.6: Foto Cilindro Secador Monolúcido

e) **Raspa de Secagem** – após a folha de papel passar pela área de secagem a mesma chega na parte frontal do cilindro secador, já seca e aderida à superfície do mesmo, no fim deste percurso a folha irá encontrar uma lâmina de bronze encostada na superfície do cilindro, que no choque da folha contra a raspa há formação de uma onda de enrugamento da folha que é chamada de *crepagem*.

Neste enrugamento há um encolhimento da folha, este percentual de encolhimento é variável conforme a característica técnica do papel em fabricação.

f) **Enroladeira** – após o papel receber o crepe ele é destacado da superfície do cilindro secador, e enrolado sobre um tubo de papelão.

► **ARMAZENAGEM** – após o papel ser enrolado na enroladeira e quando o rolo atingir o diâmetro preestabelecido, o papel é retirado e depositado em área específica de armazenamento e fica esperando o momento que seguira para a fase seguinte do processo.



Figura 4.7: Foto dos lotes de papel higiênico armazenados.

4.3 - Pontos Amostrados

O ponto de medição de vazão foi no local denominado de efluente final, onde havia um vertedouro triangular.

4.4 - Frequência e hora de medição das vazões

Os estudos de vazão e de consistência foram realizados no período de fevereiro à dezembro/00. As medições de vazão eram realizadas em dias pré determinados em horários aleatórios, sempre no intervalo de 6:30 horas às 17:00 horas. Os resultados foram tabulados para que se obtivessem valores para estudar a

variação das vazões em termos de médias, mensais, diárias entre 6:30 e 17:00 horas e horárias.

4.5 - Parâmetros Analisados e Métodos empregados

4.5.1 – Vazão

Os parâmetros hidrológicos (vazão), foi medido em vertedouro triangular segundo o descrito por Jordão e Pessoa (1995) com medições da altura da lâmina líquida e calculada de acordo com a equação de Thomson (Equação 4.1).

4.5.2 – Análise estatística

➤ Análise de variação (ANOVA: fator único), para estas análises são utilizados dois tipos de hipótese: a primeira é a hipótese nula, que afirma que as populações são idênticas. A segunda é a hipótese de alternativa que afirma que nem todas as médias das populações são iguais, ou seja, que existe alguma diferença significativa entre elas.

➤ Método GT2 (SOKAL & ROHF, 1981), com a determinação dos limites de confiança inferior e superior ao nível de 95%, que plotados em gráficos mostram a ocorrência ou não de diferenças significativas nos pontos.

5.0 – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados das vazões pontuais medidas no período de fevereiro a dezembro de 2000, foram catalogadas em 11 meses, foram elaboradas as planilhas mensais, onde os resultados das vazões foram agrupados em intervalos de uma hora. Com este procedimento todos os horários do período diurno, se agruparam em 11 intervalos que não necessariamente foram avaliados em todos os meses. Cada planilha mensal com os dados pontuais de vazão nos diferentes horários entre 7 e 17h, foram reajustados no sentido de determinar as médias para cada horário, que resultaram em novas planilhas com dados de vazões médias para cada horário ao longo do dia dos 11 meses analisados. A partir destes resultados brutos das referidas planilhas aplicou-se a análise de variância (ANOVA: fator único) nos dados médios de vazão seguidos do método GT-2 (SOKAL & ROHF, 1981).

Para a análise de variância e o método GT-2, foram avaliados as significâncias entre as vazões e:

- (1) os período de 11 meses monitorados;
- (2) os horários de medição durante os 11 meses;
- (3) os dias dos 11 meses do monitoramento e os horários de medição da vazão diários.

5.1 – Estudo das vazões através das médias mensais

No período em estudo, a vazão média foi de 28,81 m³/h, com um valor máximo de 36,94 m³/h no mês de março e um valor mínimo de 20,71 m³/h referente ao mês de setembro.

Esta redução no valor mensal das vazões foi reflexo das modificações introduzidas no processo de reciclagem. Estas são bem nítidas quando são comparados os dois fluxogramas (Figuras 4.2 e 4.3), pois mecanismos para um maior e melhor reaproveitamento de água foram introduzidos e dentre eles citam-se: - a utilização de um tanque existente para receber a água recuperada e a otimização do circuito para utilização das águas ao longo do processo, priorizando a recirculação das águas ricas em fibras.

5.2 – Avaliação das vazões médias durante os meses monitorados

A Tabela 6.1 apresenta o resumo estatístico da ANOVA fator único aplicada a comparação entre os meses de monitoramento e vazão liberada pelo efluente final da indústria. Diferenças significativas de valores de vazão nos entre os meses monitorados ($F > F_{\text{crítico}}$). A Figura 6.1 mostrou a existência de dois grupos com valores diferentes de vazões: o primeiro constituído por março e abril/00 e o segundo pelos meses de julho, setembro, outubro/00. A partir do mês de maio/00 observou-se uma redução nas vazões, resultado das modificações realizadas pela empresa no layout do processo de reciclagem, com a finalidade de reduzir o volume de efluente lançado. A Figura ..., mostra que a distribuição das vazões efluentes produzidas durante a reciclagem do papel foi uniforme. Por isso, nos meses posteriores à abril/00, não se verificou meses cujas vazões fossem distintas entre si.

5.3 – Avaliação das vazões nos diferentes horários de coleta

A análise Anova aplicada aos dados de vazão nas diferentes coletas ao longo dos horários dos meses monitorados mostrou que o fator estatístico F não foi superior ao $F_{\text{crítico}}$ (Tabela 6.3) mostrando que não existiram diferenças significativas entre os horários de medições de vazão. Durante o monitoramento das vazões produzidas lançado no riacho de Bodocongó não teve variações elevadas nos diferentes horários que superasse o valor crítico calculado.

5.4 – Avaliação das vazões de cada um dos 11 meses monitorados

Dos 11 meses analisados individualmente verificou-se que 6 dos 11 meses avaliados (54%) apresentaram o fator característicos F maior do que o $F_{\text{crítico}}$, portanto, as vazões lançadas nos diferentes dias tiveram algumas diferenças estatísticas significativas, evidenciando, que o lançamento de efluentes possui vazões não uniformes durante o período diurno. Dentre os meses que apresentaram diferenças citam-se: março, abril, maio, junho, outubro e novembro/00.

No mês de março/2000, a Figura 6.2 apresenta a existência de dois grupos: um constituído pelo dia 29, e o outro constituídos pelos dia restantes. Com exceção do dia 29, o efluente lançado apresentou vazões com pouca diferença estatística.

Em abril/2000, a distribuição diária de vazões (Figura 6.3) apresentou diferenças entre os dias, sendo observado dois grupos: formados pelo dia 03, e outro pelo restante dos dias. Na distribuição de vazão para este mês verifica-se um lançamento de efluente decrescente com os dias. Já que foram implantadas várias adaptações no layout de produção de papel, com o objetivo de reduzir o percentual de volume e sólidos suspensos lançados no riacho de Bodocongó.

Nos meses de maio/2000 e junho, verificaram-se distribuições semelhantes, em que apenas um grupo de médias de vazão é apresentado. Mas o modo de como variaram foram distintos. Em maio a distribuição diária da vazão foi praticamente uniforme. E junho, observa-se um crescimento gradativo de volume de efluente a partir do 2º dia até o dia 10, e logo após um decréscimo. No dia 08 deste mês, as diferenças dos limites inferiores e superiores em relação à média foram discrepantes comparando-os com os outros dias.

6.0 - CONCLUSÕES

Com a análise das vazões medidas no efluente final da IPELSA, foi possível chegar as seguintes conclusões:

- (1) no período da pesquisa os valores médios mensais de vazão tiveram uma redução, pois no mês de mar/00 o valor máximo foi de 36,94 m³/h e enquanto o mínimo foi no mês de set/00 (20,71 m³/h) e a média foi de 28,81 m³/h;
- (2) com relação as vazões dos diferentes dias dos meses entre fev – nov/00, ficou evidenciado que nos três primeiros meses os valores de vazão eram maiores do que o restante dos meses. Deve-se destacar o mês de abril/00 onde se observou uma diminuição gradativa da vazão efluente desde o dia 01/04 (76,14 m³/h) até o dia 29/04 com 12,60 m³/h. No período analisado, o mês de set/00 foi aquele onde as vazões foram bastante uniformes e abaixo de 33,30 m³/h;
- (3) já o estudo feito nas diferentes horas do período entre fev - nov/00 observou-se grande variabilidade dos valores médios sem nenhum padrão definido de horário para o lançamento de vazão máxima e mínima. Este comportamento é típico de atividades industriais;
- (4) Com a aplicação da análise de variância (ANOVA: fator único) nos dados médios de vazão seguidos do método GT-2, pode-se avaliar melhor a distribuição do volume de efluente lançado no riacho Bodocongó;
- (5) Não foi verificada diferenças estatísticas numa avaliação entre os horários em que foram medidas as vazões;
- (6) Dos 11 meses analisados individualmente verificou-se que 6 dos 11 meses avaliados (54%) apresentaram o fator característicos F maior do que o $F_{\text{crítico}}$, portanto, as vazões lançadas nos diferentes dias tiveram algumas diferenças estatísticas significativas, evidenciando, que o lançamento de efluentes possui vazões não uniformes durante o período diurno.

7.0 - BIBLIOGRAFIA

- 1) ABTCP – Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. Reciclagem em máquinas de papel que operam com colagem alcalina. In: Seminário de Meio Ambiente em Indústrias de Processo, São Paulo, 1998;
- 2) APHA (1995). Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Editon. APHA, AWWA, WPCF. Washington DC;
- 3) AZEVEDO NETTO J.M.; ALVAREZ, A. G.(1991). Manual de Hidráulica. Edgard Blücher Ltda, 7^a edição, volumes I e II, São Paulo.
- 4) BRAILE, P.M. e Cavalcante, J.E.W.A. (1993). Manual de Tratamento de Águas Residuárias Industriais. CETESB, São Paulo;
- 5) EMBRAPA Manual e Métodos de Análises de Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação. Rio de Janeiro, 1979;
- 6) ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA (1999). Celulose. CD-rom;
- 7) ESTEVES, F. A. Fundamentos de Limnologia, 1998;
- 8) GEHN, H.W. (1965). Pulp and Paper. In: Gurhan, C.F. (1.965). Industrial Wastewater Control. A textbook and reference work. New York , Academic Press, Chapter 20, p-357-373;
- 9) HAMMER, Mark J.(1979). Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotos. Rio de Janeiro;
- 10) IPT, SENAI. Tecnologia de Fabricação do papel. 2^a edição, volume 2, São Paulo, 1988;
- 11) LIBBY, C. E. Ciencia y tecnologia sobre pulpa y papel. Companhia editorial continental, S.A, México. 6^a impresión,. Tomo I, 1977;
- 12) Manual de Reciclagem: coisas simples que você pode fazer. Rio de janeiro: José Olympio, 1995;

- 13) NUNES, José Alves. Tratamento Físico-químico de águas residuárias industriais. Gráfica e Editora J. Andrade, Aracajú-SE, 1996;
- 14) SAWYER, C. N. & MICCARTY, P. L. (1978). Chemistry for Environmental Engineering, 2^a ed. McGraw-Hill Singapore.
- 15) SELL, N.J. (1981). Industrial pollution: control issues and techniques. Chapter 12: Paper and Pulp Industries. New York, van Nostrand Reinhold Company;
- 16) SOKAL, R.R.; ROHF, F.J. (1981). Biometry – The principles and practice of statistics in biological research. 2th edition. San Francisco: W. H. Freeman and Company.

FIGURAS

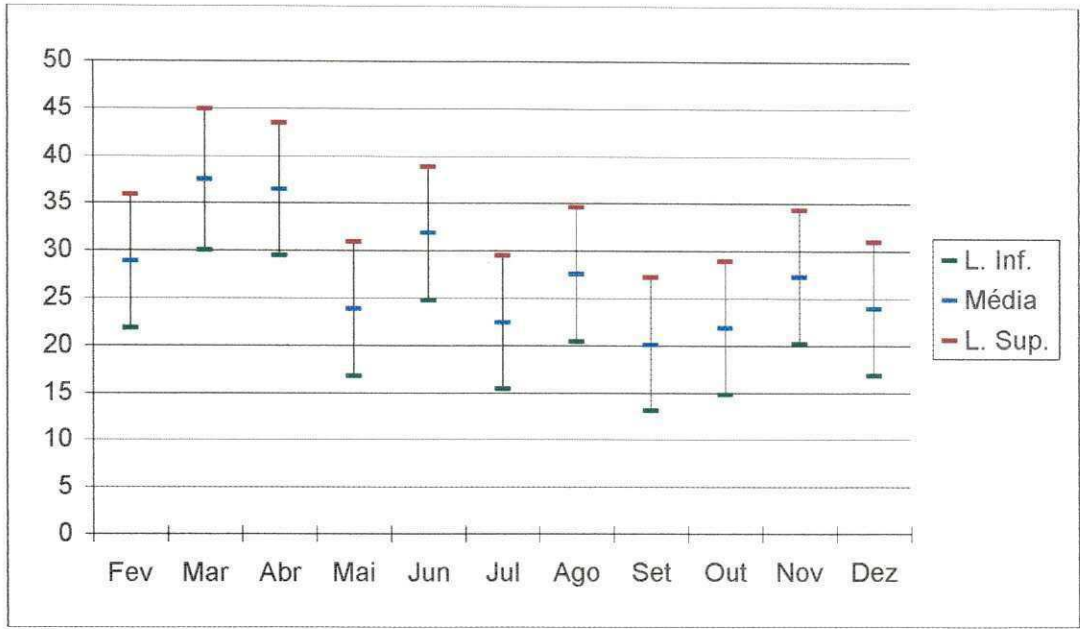


Figura 6.1 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Campina Grande-PB) no período de fevereiro a dezembro/2000.

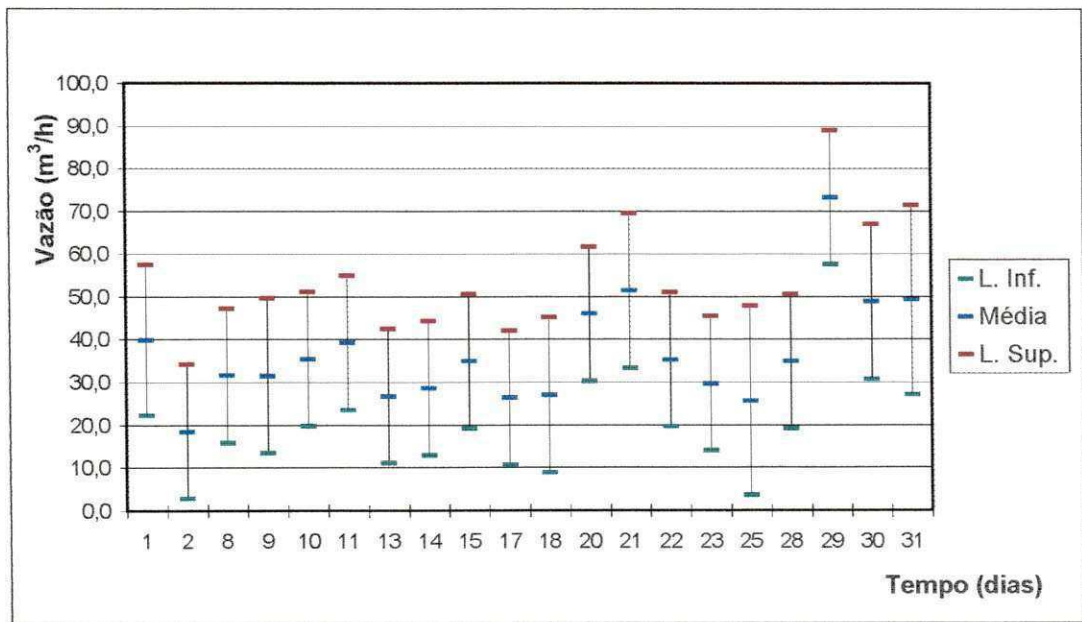


Figura 6.2 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Campina Grande-PB) no mês de Março/2000.

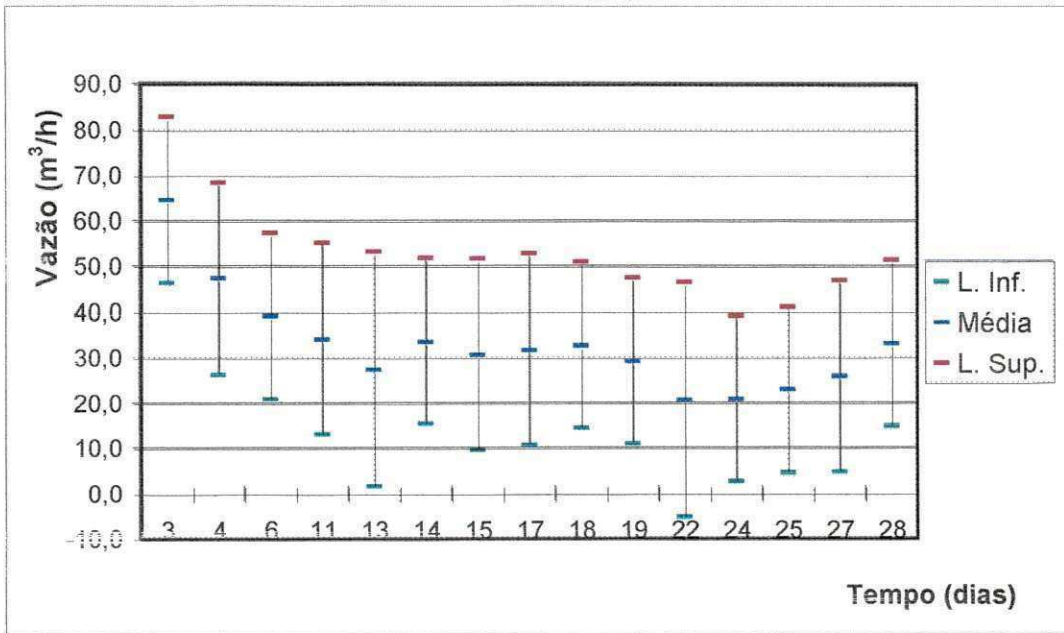


Figura 6.3 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Caminha Grande PD) no mês de Abril/2000.

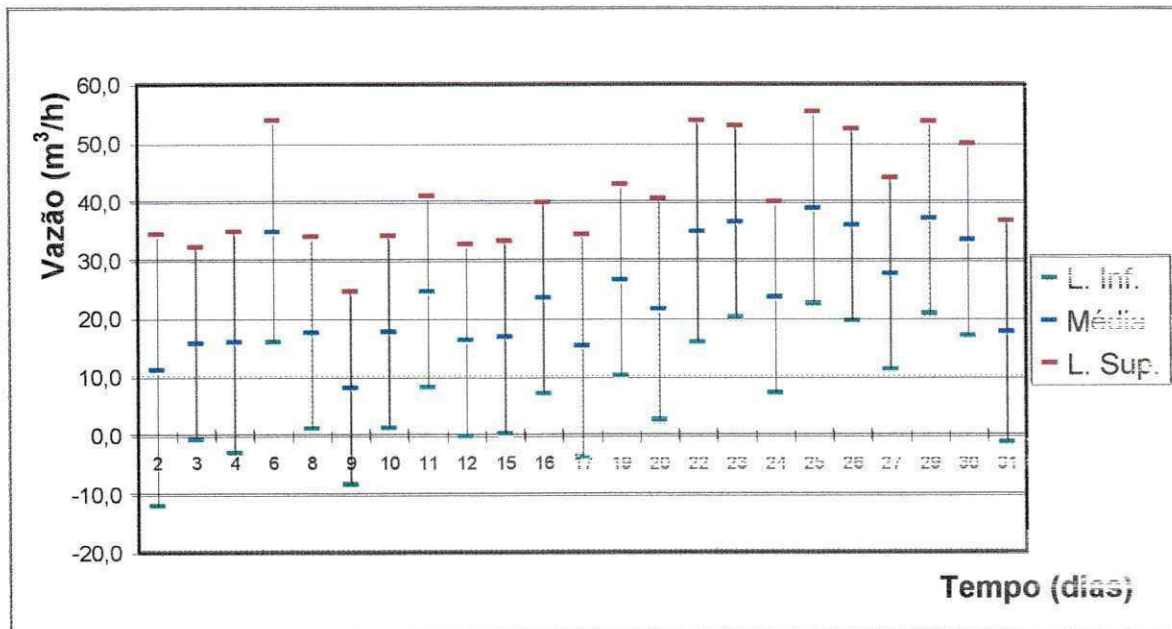


Figura 6.4 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Caminha Grande PD) no mês de Maio/2000.

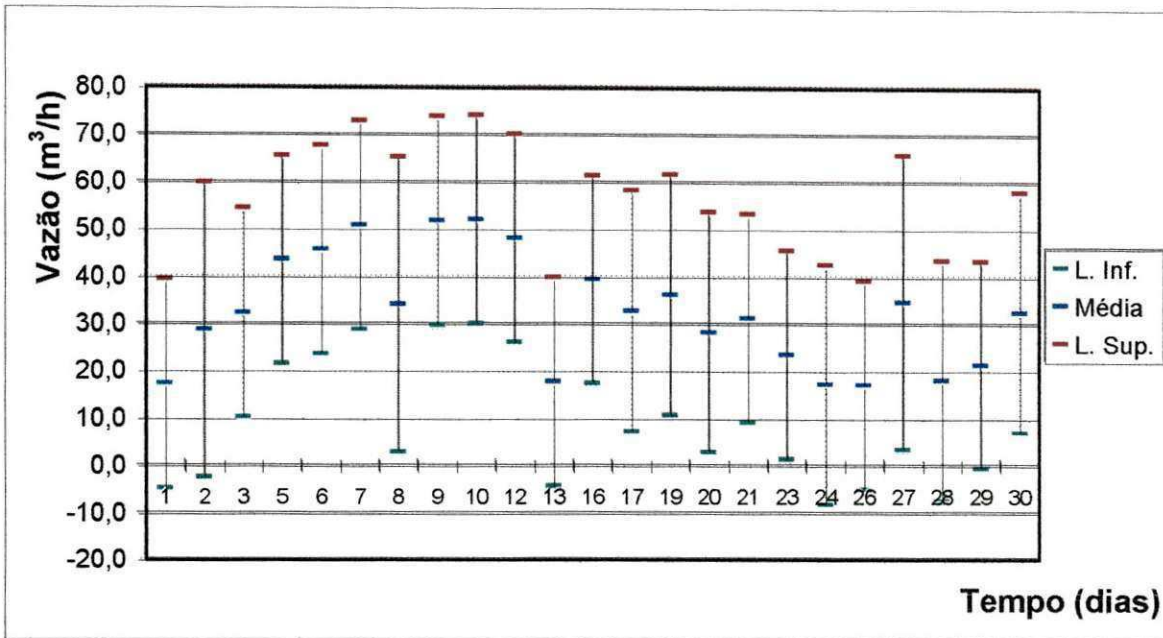


Figura 6.5 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Campina Grande-PB) no mês de Junho/2000.

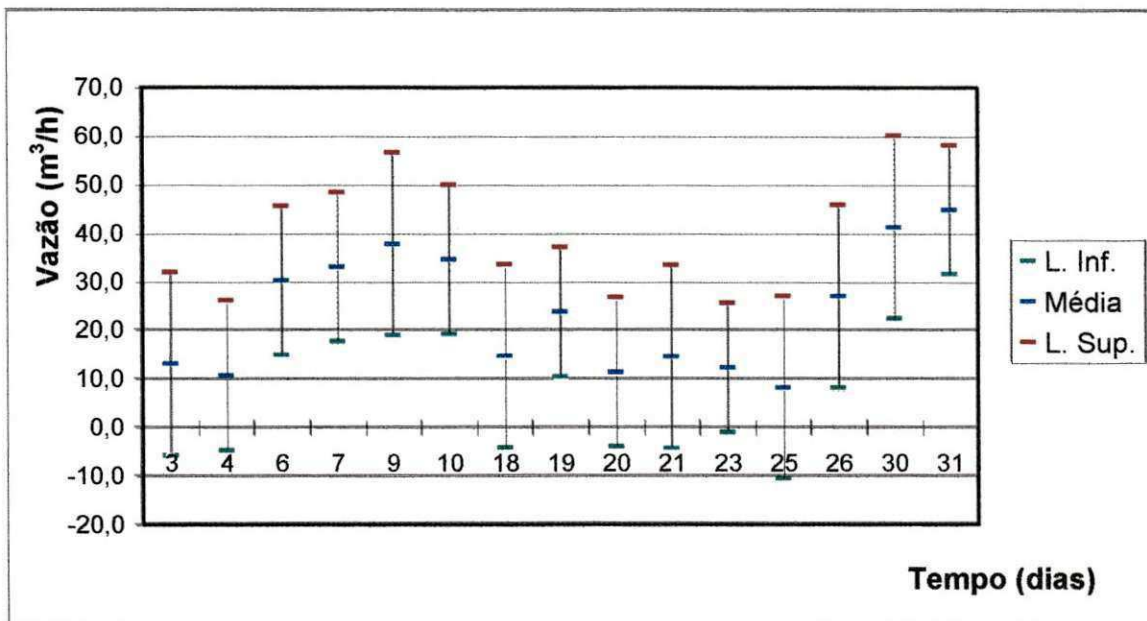


Figura 6.6 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Campina Grande-PB) no mês de Outubro/2000.

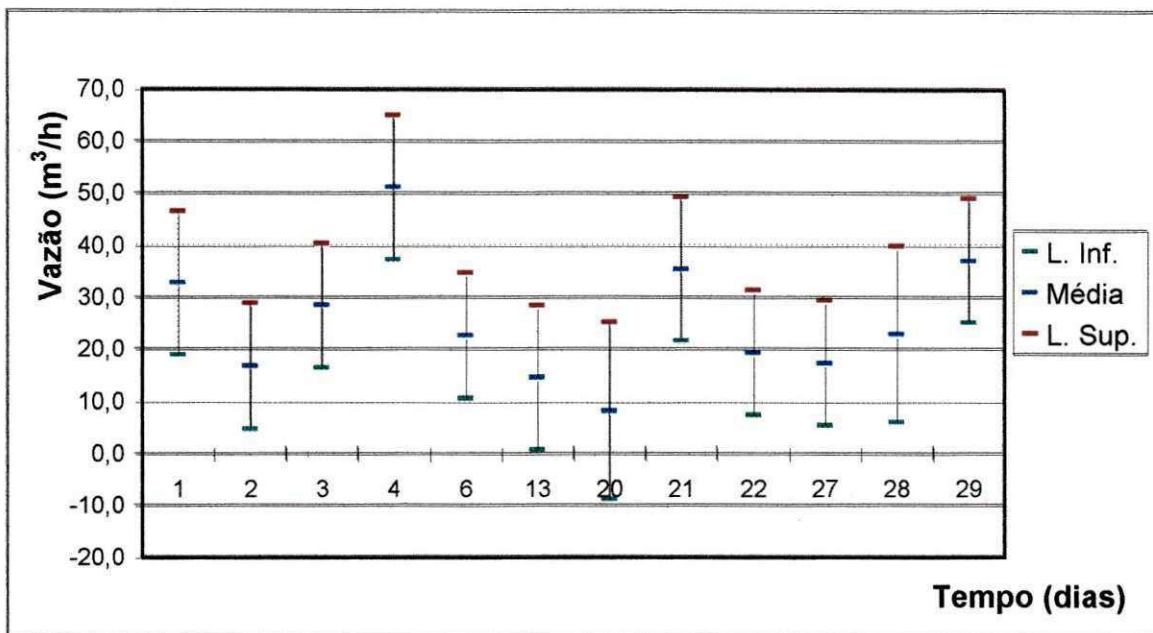


Figura 6.7 - Médias e limites de confiança de 95% (método GT-2) entre os dias de medição da vazão no processo de reciclagem de papel (Campina Grande-PB) no mês de Novembro/2000.

TABELAS

Tabela 6.1 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados no período de Fevereiro a Dezembro/2000

	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
07:00	20,52	21,78	60,84	28,71	32,43	15,03	25,41	16,30	20,52	52,20	24,984
08:00	37,40	27,88	26,46	28,44	36,23	10,80	44,82	15,72	16,20	29,52	33,84
09:00	31,64	33,71	18,57	18,93	27,54	27,96	27,48	21,26	18,36	22,14	21,78
10:00	26,64	44,64	38,86	34,10	23,06	17,63	37,85	24,33	23,87	26,15	14,22
11:00	26,70		18,00	20,34	47,40	7,92	9,36	19,89	25,02	7,92	16,74
14:00	29,61	42,09	35,38	22,30	32,27	39,42	29,42	18,34	22,23	25,07	25,068
15:00	33,27	46,34	59,04	16,02	35,89	25,00	28,33	18,45	22,02	29,70	29,43
16:00	27,59	46,04	32,90	20,19	27,88	22,78	21,14	24,42	29,41	29,01	24,52
17:00	25,92	37,08	37,98	25,33	23,34	35,08	23,70	22,25	18,99	23,49	24,408

Tabela 6.2 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados no período de Fevereiro a Dezembro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2940,859	10	294,0859	3,854539	0,000241	1,941327
Dentro dos grupos	6637,752	87	76,296			
Total	9578,611	97				

Tabela 6.3 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coleta de vazão (m³/h) no período de Fevereiro a Dezembro/2000

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	889,5588	8	111,1948	1,138944	0,345503	2,044185
Dentro dos grupos	8689,052	89	97,6298			
Total	9578,611	97				

Tabela 6.5 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Fevereiro/2000

FEVEREIRO / 2000																							
DIAS DO MÊS																							
Hora	01	02	03	04	07	08	09	10	11	12	14	15	16	17	18	21	22	23	24	25	26	28	29
08:00				25,56	18,36			52,20	41,04		52,20		37,44	60,84	31,32	31,32	25,56	41,04	41,04	25,56	27,18	31,32	18,36
09:00	25,56	25,56					28,08						37,44		34,20	25,56			75,24		25,56	37,44	20,52
10:00			20,52	25,56	18,36				41,04	28,08	20,52			34,20			28,08						
11:00			20,52					28,08	25,56	20,52					37,44		37,44		28,08	23,04			25,56
14:00	14,40	14,40	70,20	20,52			60,84	34,20	23,04	25,56	25,56	52,20	31,32	28,08						18,36			
15:00	28,08	28,08	23,04		18,36	23,04	23,04	23,04					20,52			91,44	41,04	23,04		14,40			
16:00				23,04		25,56	20,52		18,36	23,04	34,20			28,08	25,56	37,44		28,08				75,24	
17:00					20,52							31,32											

Tabela 6.6 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Fevereiro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	5507,39132	22	250,336	1,2763361	0,226744299	1,728512444
Dentro dos grupos	11375,91108	58	196,136			
Total	16883,3024	80				

Tabela 6.7 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Fevereiro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	653,3386	7	93,3341	0,419803	0,8869955	2,137824
Dentro dos grupos	16229,96	73	222,328			
Total	16883,3	80				

Tabela 6.9 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Março/2000

MARÇO / 2000																				
DIA DO MÊS																				
Hora	1	2	8	9	10	11	13	14	15	17	18	20	21	22	23	25	28	29	30	31
07:00						20,52										23,04				
08:00	20,52	18,36				52,20	31,32	44,64		28,08	25,56	25,56		44,64		28,08	31,32			
09:00					31,32	52,20			48,24		26,88				14,40				31,32	37,44
10:00	52,20	18,36		50,58	20,52	31,32	14,40	20,52	31,32	25,56	28,08	44,64		23,04	44,64		28,08	70,20		
14:00	20,52	18,36	56,52		48,24		23,04	20,52		23,04		60,84		44,64	31,32			65,52	70,20	
15:00			20,52	20,52					31,32				60,84				48,24	65,52		60,84
16:00	65,52	18,36	34,20	23,04	41,04		37,44	28,08	28,08	28,08			48,48	28,08	28,08		31,32	91,44	44,64	
17:00			14,40									52,20	44,64							

Tabela 6.10- Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Março/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	10543,74	19	554,9335	3,30067	0,000331	1,790152027
Dentro dos grupos	8742,632	52	168,1275			
Total	19286,37	71				

Tabela 6.11 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Março/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1438,607238	7	205,5153	0,736954	0,64146	2,156426
Dentro dos grupos	17847,76231	64	278,8713			
Total	19286,36955	71				

Tabela 6.13 - Apresenta os dados medios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Abril/2000

ABRIL / 2000															
DIAS DO MÊS															
Hora	3	4	6	11	13	14	15	17	18	19	22	24	25	27	28
08:00			34,20				25,56						20,52		
09:00							31,32			9,36	3,36	18,00		7,92	34,20
10:00	52,20	66,24	60,84	31,32	31,32	16,20	34,20		25,56	20,52	31,32		37,44		28,08
11:00									20,08			7,92			
14:00	80,28	41,04	37,44		23,04	31,32		15,36	44,64	37,44		37,44	9,36	37,44	56,82
15:00	80,28					48,24		17,44							
16:00	44,64	34,20	23,04	25,56		37,44		31,32	31,32	48,24		20,52	23,04		12,60
17:00				44,64											31,32

Tabela 6.14- Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Abril/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-F	F crítico
Entre grupos	6378,782	14	455,6273	2,36256	0,019055	1,977288
Dentro dos grupos	6942,715	36	192,8532			
Total	13321,5	50				

Tabela 6.15 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Abril/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-F	F crítico
Entre grupos	4021,114	7	574,4448	2,655926	0,02245	2,231531
Dentro dos grupos	9300,384	43	216,288			
Total	13321,5	50				

Tabela 6.16 - Apresenta os dados de vazão (m³/h) Coletados em Maio/2000

<i>mai/00</i>																									
Hora		DIA																							
		2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31
06:00	06:30															23,0									
07:00	07:00																	28,1				31,3			
	07:30															23,0	14,4		14,4	31,3	44,6		52,2	16,2	25,6
08:00	08:00																						20,5		
	08:30					52,2										20,5									
09:00	09:00					31,3			18,4	31,3	23,0				16,2								20,5		
	09:30													14,4											
10:00	10:00			7,9		20,5				25,6	25,6				37,4	20,5	44,6			48,2	44,6	37,4		34,2	
	10:25						41,0																		
	10:30		28,1							28,1														23,0	
	10:45																		37,4						
11:00	11:00			31,3								31,3	7,9											10,8	
14:00	14:00		7,9				7,9	7,9	10,8		7,9	7,9	25,6	23,0	14,4			44,6	16,2	41,0			52,2		
	14:30			7,9						9,4														48,2	
	14:35				37,4																				
	14:45	9,4																							
15:00	15:00		7,9				12,6	7,9				10,8	25,6					31,3							
16:00	16:00		18,4				7,9	7,9		31,3	7,9	16,2	7,9					41,0	25,6				20,5	34,2	
	16:10	12,6																							
	16:30																						28,1		
17:00	17:00							7,9					34,2		37,4		37,4			34,2	25,6				
	17:10																							16,2	
	17:20								12,6																
	17:30																							16,2	
	17:40																	52,2							

Tabela 6.17 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Maio/2000

MAIO / 2000																								
DIAS DO MÊS																								
Hora	2	3	4	6	8	9	10	11	12	15	16	17	19	20	22	23	24	25	26	27	29	30	31	
07:00														23,04	14,40	28,08	14,40	31,32	44,64	31,32	52,20	16,20	25,56	
08:00				52,20										20,52						20,52				
09:00				31,32			###	31,32	23,04			14,40	16,20								20,52			
10:00		28,08	7,92	20,52	41,04		###	25,56	25,56					37,44	20,52	44,64		37,44	48,24	44,64	37,44	23,04	34,20	
11:00			31,32							31,32		7,92												10,80
14:00	9,36	7,92	7,92		7,92	7,92	###	9,36	7,92	7,92	25,56	23,04	14,40			44,64	16,20	41,04			52,20	48,24		
15:00		7,92			12,60	7,92				10,80	25,56					31,32								
16:00	12,60	18,36			7,92	7,92		31,32	7,92	16,20	7,92					41,04	25,56		28,08		20,52	34,20		
17:00						7,92	###				34,20		37,44		44,82			34,20	25,56				16,20	

Tabela 6.18- Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Maio/2000

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6848,539	22	311,2972	2,564984	0,002	1,719236
Dentro dos grupos	7403,216	61	121,3642			
Total	14251,76	83				

Tabela 6.19 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Maio/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2202,959	8	275,3698	1,714091	0,10896	2,064439
Dentro dos grupos	12048,8	75	160,6506			
Total	14251,76	83				

Tabela 6.20 - Apresenta os dados de vazão (m³/h) Coletados em Junho/2000

<i>jun/00</i>																									
Hora		DIA																							
		1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	14	16	17	19	20	21	23	24	26	27	28	29	30
07:00	07:00	9,4		52,2																	37,4	37,4	18,4		
	07:30		25,6		31,3		48,2	44,6	52,2		41,0	20,5	23,0	7,9	37,4			41,0							
08:00	08:00			52,2		52,2				60,8						37,4									
	08:30														34,2					9,4					
09:00	09:00			9,4						52,2								34,2		14,4				37,4	
	09:30														25,6										
10:00	10:00	25,6	31,3	14,4		16,2		23,0	52,2	37,4				91,4					12,6	41,0		31,3		18,4	
	10:30												14,4							12,6	12,6				
11:00	11:00				52,2		60,8			56,5	52,2								31,3						31,3
14:00	14:00	7,9			37,4	56,5	52,2		60,8		28,1			31,3			52,2		7,9		9,4		20,5	20,5	44,6
	14:30																37,4	25,6							
15:00	15:00												14,4				25,6	23,0						14,4	20,5
	15:30															52,2									
16:00	16:00	25,6				56,5	41,0		41,0		70,2			25,6		31,3					7,9				
	16:30												20,5					16,2							
17:00	17:00																							7,9	
	17:30				52,2														23,0	41,0					

Tabela 6.21 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Junho/2000

JUNHO / 2000																							
DIAS DO MÊS																							
Hora	1	2	3	5	6	7	8	9	10	12	13	16	17	19	20	21	23	24	26	27	28	29	30
07:00	9,36	25,56	52,20	31,32		48,24	44,64	52,20		41,04	20,52	7,92	37,44			41,04			37,44	37,44	18,36		
08:00			52,20		52,20				60,84				34,20	37,44				9,36					
09:00			9,36						52,20				25,56			34,20		14,40				37,44	
10:00	25,56	31,32	14,40		16,20		23,04	52,20	37,44		14,40	91,44					12,60	26,82	12,60	31,32		18,36	
11:00				52,20		60,84			56,52	52,20							31,32						31,32
14:00	7,92			37,44	56,52	52,20		60,84		28,08		31,32			44,82	25,56	7,92		9,36		20,52	20,52	44,64
15:00											14,40			38,88	23,04						14,40		20,52
16:00	25,56				56,52	41,04		41,04		70,20	20,52	25,56		31,32	16,20				7,92				
17:00				52,20												23,04	41,04					7,92	

Tabela 6.22- Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Junho/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	11809,36	23	513,4503	2,374514	0,004268	1,720419
Dentro dos grupos	12325,33	57	216,2338			
Total	24134,68	80				

Tabela 6.23 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Junho/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2554,151	8	319,2689	1,06519	0,397024	2,069832
Dentro dos grupos	21580,53	72	299,7296			
Total	24134,68	80				

Tabela 6.25 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Julho/2000

JULHO / 2000																
DIAS DO MÊS																
Hora	3	4	5	6	7	8	11	12	13	17	19	20	21	24	27	28
07:00				14,40		20,52				12,60						
09:00	23,04		16,20													44,64
10:00		11,16	20,52			14,40	9,36	7,92		20,52		60,84	25,56		41,04	
14:00			52,20	28,08			52,20	44,64	55,62	20,52	48,24			7,92	34,20	
15:00					44,64			7,92	44,64		23,04	12,60	12,60		25,56	41,04
16:00	7,92		20,52	23,04	44,82					44,64			44,64	44,64	7,92	16,20
17:00	31,32	31,32			48,24				48,24							31,32

Tabela 6.26- Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Julho/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3505,318	15	233,6879	0,913406	0,559272	2,014804
Dentro dos grupos	7675,268	30	255,8423			
Total	11180,59	45				

Tabela 6.27 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Julho/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2021,35	6	336,8917	1,434484	0,226407	2,342261
Dentro dos grupos	9159,236	39	234,8522			
Total	11180,59	45				

Tabela 6.29 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Agosto/2000

AGOSTO / 2000																	
DIAS DO MÊS																	
Hora	9	10	11	12	14	15	16	17	18	21	22	23	25	26	28	29	30
07:00	25,56	12,60	34,20			25,56	37,44	14,40		28,08	31,32			34,20	34,20	25,56	9,36
08:00				52,20									37,44				
09:00			10,80	31,32													34,20
10:00		7,92		38,52	70,20	25,56	44,64	7,92	41,04	9,36			80,28			7,92	
13:00	52,20						60,84										
14:00	7,92	7,92	52,20		70,20	37,44		20,52		37,44		16,20					52,20
15:00					31,32				41,04			7,92		31,32	30,06		
16:00		20,52				31,32	7,92	41,04	41,04					7,92		7,92	7,92
17:00	25,56		16,20		25,56					44,64					7,92	25,56	

Tabela 6.30 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Agosto/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	7318,78	16	457,4237	1,747735	0,076582	1,90375
Dentro dos grupos	10468,95	40	261,7237			
Total	17787,73	56				

Tabela 6.31 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Agosto/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3210,459	8	401,3074	1,321424	0,255907	2,138229
Dentro dos grupos	14577,27	48	303,6931			
Total	17787,73	56				

Tabela 6.33 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Setembro/2000

SETEMBRO / 2000																								
DIAS NO MÊS																								
Hora	1	2	4	5	6	9	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	22	25	26	27	28	29	30	
07:00	31,32	7,92			7,92	7,92	12,60	37,44		9,36	20,52	20,52	37,44	10,80		25,56	25,56	20,52						16,20
08:00												31,32										7,92		7,92
09:00		7,92		37,44		44,64		7,92				25,56		37,44	7,92				7,92	25,56				
10:00	31,32		7,92		20,52		44,64		9,36	7,92	16,20	25,56	7,92		7,92	7,92	41,04	16,20		23,04			7,92	
11:00																								
14:00					23,04			44,64	7,92	7,92	20,52		12,60		31,32							20,52		16,74
15:00	7,92		37,44	9,36			25,56												31,32	7,92			25,56	
16:00			7,92	23,04				10,80	7,92				52,20			44,64								
17:00	7,92				25,56				23,04						31,32	10,80			7,92		31,32		37,44	

Tabela 6.34 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Setembro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2438,055	22	110,8207	0,612694	0,894881	1,754476
Dentro dos grupos	9224,593	51	180,8744			
Total	11662,65	73				

Tabela 6.35 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Setembro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	351,4926	8	43,93658	0,252483	0,978475	2,084406
Dentro dos grupos	11311,16	65	174,0178			
Total	11662,65	73				

Tabela 6.37 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Outubro/2000

OUTUBRO / 2000															
DIAS DO MÊS															
Hora	3	4	6	7	9	10	18	19	20	21	23	25	26	30	31
09:00				16,20				18,36		20,52					
10:00	9,36	9,36	44,64	44,64	37,44	28,08				7,92	16,20		41,04		28,08
11:00		12,60		37,44											
14:00			37,44			37,44	16,20	31,32	7,92			7,92		41,04	
15:00			7,92			37,44	12,60	16,20	16,20		7,92	7,92	12,60	41,04	48,24
16:00	16,20				37,44			28,08	9,36		7,92				60,84
17:00		9,36									16,20				41,04

Tabela 6.38 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Outubro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	6066,795	14	433,3425	4,324027	0,000627	2,093948
Dentro dos grupos	2605,651	26	100,2174			
Total	8672,446	40				

Tabela 6.39 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Outubro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	340,6537	6	56,77561	0,231687	0,963327	2,380311
Dentro dos grupos	8331,793	34	245,0527			
Total	8672,446	40				

Tabela 6.40 - Apresenta os dados de vazão (m³/h) Coletados em novembro/2000

		<i>nov/00</i>																	
Hora		DIA																	
		1	2	3	4	6	9	10	13	14	20	21	22	23	24	27	28	29	30
07:00	07:10				52,2														
08:00	08:00				48,2														
	08:20		10,8																
09:00	09:00				52,2														
	09:20																7,9		
	09:30													20,5					
	09:40									7,9									
10:00	10:00					20,5	20,5						37,4						7,9
	10:20		20,5						7,9										
	10:40			34,20	52,20														31,3
	10:45																	37,4	
11:00	11:00													7,9					
13:00	13:50							37,4											
14:00	14:00	25,6	14,4	37,4					9,4		7,9	31,3	7,9	20,5		9,4		41,0	
	14:30	34,2																	
	14:50					20,5													
15:00	15:00	23,0										44,6	23,0			28,1			
16:00	16:00		20,5	20,5		20,5			25,6		7,9	31,3				23,0		37,4	
	16:10							41,0											
	16:15	44,6																	
	16:20												7,9						
	16:30											28,1							
17:00	17:00			20,5		28,1										7,9		37,4	

Tabela 6.44- Apresenta os dados de vazão (m³/h) Coletados em dezembro/2000

		dez/00														
Hora		DIA														
		5	6	7	11	12	13	14	18	19	20	22	26	27	28	29
07:00	07:10															
08:00	08:00															
	08:50		44,6			23,0	44,6							23,0		
09:00	09:00									7,9						
	09:20														10,8	
	09:30	41,0											52,2			
	09:40															
10:00	10:00			44,6												
	10:20															
	10:40								20,5					7,9		
	10:45															
11:00	11:00					7,9								25,6		
13:00	13:50															
14:00	14:00			7,9	25,6				9,4					37,4	44,6	
	14:30		60,8					60,8				60,8				
	14:50												34,2			
15:00	15:00		20,5	34,2	31,3			23,0	60,8		14,4	25,6			25,6	
16:00	16:00		37,4		34,2	28,1			31,3		12,6	14,4	28,1		41,0	23,0
	16:10															
	16:15															
	16:20															
	16:30								18,4			20,5	23,0			23,0
17:00	17:00			7,9				25,6					37,4	28,1	23,0	

Tabela 6.45 - Apresenta os dados médios mensais de vazão (m³/h) Coletados em Dezembro/2000

DEZEMBRO DE 2000														
DIAS DO MÊS														
Hora	6	7	11	12	13	14	18	19	20	22	26	27	28	29
08:00	44,64			23,04	44,64							23,04		
09:00								7,92			52,20		10,80	
10:00		44,64						20,52				7,92		
11:00					7,92								25,56	
14:00	60,84	7,92	25,56			60,84	9,36			60,84	34,20	37,44	44,64	
15:00	20,52	34,20	31,32			23,04	60,84		14,40	25,56				25,56
16:00	37,44		34,20	28,08		18,36	31,32		16,56	18,72	28,08		41,04	23,04
17:00		7,92				25,56					37,44	28,08		23,04

Tabela 6.46 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os dados médios diários de vazão (m³/h) coletados em Dezembro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2239,155	13	172,2427	0,672103	0,773377	2,062961
Dentro dos grupos	7688,228	30	256,2743			
Total	9927,384	43				

Tabela 6.47 - Apresenta o resumo da análise de variância de fator único aplicada à comparação entre os horários de coletas diários de vazão (m³/h) em Dezembro/2000

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	1388,136	7	198,3051	0,83602	0,564834	2,27714
Dentro dos grupos	8539,248	36	237,2013			
Total	9927,384	43				