

Caracterização dos efluentes setoriais numa fábrica integrada do tipo Kraft e estudos da viabilidade do reuso e de processos de tratamento diferenciados destes efluentes visando a melhora da performance da ETE existente.

Autores: David Charles Meissner, Karina Vazquez Soares e Paul Anthony Woodhead.

Empresa dos autores: Centroprojekt do Brasil S/A

Cidade: São Paulo

País: Brasil

## RESUMO

Este estudo foi realizado com o intuito de contribuir para a redução das cargas hidráulicas, de sólidos suspensos e orgânicos enviadas à estação de tratamento de efluentes da fábrica integrada de papel e celulose do tipo Kraft da VCP Jacareí.

Os fluxos mais significativos dos efluentes setoriais da planta de celulose e papel da VCP – Jacareí foram analisados e caracterizados com relação às vazões e aos principais parâmetros físico-químicos. Ao receber os resultados analíticos dos efluentes setoriais, a Centroprojekt do Brasil avaliou três possibilidades para cada efluente: a) o reuso; b) o tratamento do efluente de forma que a qualidade do efluente setorial tratado permita o seu descarte junto com o efluente tratado da ETE existente e c) o envio do efluente setorial a ETE existente, ou seja, não se realizar modificação nenhuma.

Com o intuito de reduzir as cargas mencionadas anteriormente, foram apresentadas opções para o tratamento fora da ETE existente dos efluentes setoriais mais significativos em termos de vazões, cargas orgânicas ou de viabilidade técnico-econômica de tratamento. Foram propostas alternativas para os tratamentos do lodo da ETA, do efluente da máquina de papel e destes dois efluentes setoriais juntos. Além disso, apresentaram-se opções para os tratamentos dos efluentes das máquinas extratoras de celulose visando a recuperação de fibras e reduzindo-se a quantidade de sólidos enviados ao tratamento primário da atual ETE.

Concluindo, para as opções apresentadas neste estudo, detalhou-se as opções de equipamentos e possíveis economias nos processos de tratamento de água (ETA) e efluente (ETE) da unidade. Este trabalho também tem como objetivo fornecer dados representativos de algumas das principais características físico-químicas dos efluentes setoriais em uma fábrica integrada de papel e celulose do tipo Kraft moderna.

## Abstract

The objective of this study was to reduce the hydraulic, suspended solids and organic loads sent to the wastewater treatment plant of VCP – Jacareí's integrated Kraft pulp and paper Mill.

The effluent from the more significant sectors of the mill were analyzed and characterized as to their volumetric flow and principal physical and chemical parameters. Upon receiving the results, Centroprojeto do Brasil evaluated them as to three possibilities: a) reuse, b) treatment in such a way that would permit discharge together with the already treated effluent, and c) continued treatment in the existing WWTP, ie. not realizing any modification.

Desiring to reduce the aforementioned loads, options for treating the more significant ones from the various sectors considering their flow, organic loading and the technical and economically viability are presented.

Alternatives for treating the sludge from the decanter purges of the industrial water plant and the paper machine effluent, both separately and combined were proposed. Beside this, options for treating the effluent from the cellulose extractors by separating and recovering the fiber and reducing the amount of solids presently being sent to the WWTP primary treatment are discussed.

In conclusion, the type of equipment that could be used, together with the possible savings in VCP – Jacareí's WTP and the WWTP, are presented for the various options.

This paper also has as an objective summarizing some of the principal physical-chemical characteristic of effluents from the various productive sectors in a modern integrated Kraft pulp and paper mil.

Palavras-chave: caracterização, efluentes setoriais, tratamento, fábrica integrada do tipo Kraft.

Keywords: characterization, waste industry, processing, factory-type integrated Kraft.

## 1. Introdução

### 1.1. VCP Jacareí – Histórico e Panorama Atual

A Unidade Jacareí foi adquirida da antiga Papel Simão pela VCP em 1992. Em 2005 foi a primeira fábrica no mundo a produzir 1 milhão de ton/ano de celulose branqueada com um único digestor. Atualmente, mais de 90% da produção da Unidade Jacareí é exportada para países da Europa, Ásia e América do Norte.

No caminho do desenvolvimento sustentável, a VCP Jacareí se tornou uma das empresas de menor consumo de água para cada tonelada de celulose (a máquina de papel não pertence mais à VCP, de forma que o consumo de água por tonelada de papel não foi informado). Em 1998 eram consumidos 60 metros cúbicos por tonelada de celulose. Atualmente a Unidade gasta 30 metros cúbicos por tonelada de celulose. É importante destacar também que o uso de madeira de Eucaliptos é de 100% de madeira plantada nas florestas da VCP.

A celulose comercializada é basicamente ECF, utilizando-se ozônio, peróxido de hidrogênio e dióxido de cloro no branqueamento.

Com uma política corporativa ambiental moderna e avançada, a unidade de Jacareí vem crescendo ao longo dos anos em tamanho e em produção, mantendo ou até reduzindo seus níveis de emissões ambientais. Buscando elevar estes ganhos ambientais, a empresa decidiu por estudar as opções de tratamento setorial, elevando assim o reaproveitamento interno de água e segregando possíveis resíduos sólidos gerados.

## 1.2. A importância do fechamento dos circuitos – Conceitos e premissas adotadas em conjunto pela VCP Jacareí e pela Centroprojekt do Brasil

Identificar a quantidade e a qualidade da água requerida para cada atividade, assim como dos efluentes gerados, é fundamental para identificar as oportunidades de reuso e de fechamento de circuitos. Isso pode ser traduzido como um balanço de material, com entradas e saídas de águas, de DQOs (demanda química de oxigênio), de sólidos suspensos e de outros parâmetros físico-químicos relevantes para a determinação da composição destas correntes.<sup>1</sup>

Baseando-se nisso, a Centroprojekt e a VCP Jacareí planejaram e avaliaram em conjunto as características físico-químicas dos efluentes setoriais da fábrica com o propósito de se verificar as correntes com as contribuições mais significativas de cargas orgânica, hidráulica e de sólidos suspensos para a ETE. Esta avaliação também foi fundamental para a elaboração das opções de segregação ou de tratamento destas correntes.

## 1.3. VCP Jacareí – Processo Produtivo

Numa fábrica de celulose Kraft integrada, as diversas áreas produtivas são comumente separadas do seguinte modo:

- a) Preparo da madeira;
- b) Digestor e Depuração;
- c) Em Jacareí existem duas linhas, com seqüências de branqueamento diferentes: Linha “B”, OAZDP, gerando efluentes dos estágios A e D. E linha “C”, OaZhDP, gerando efluentes dos estágios “a”, D e P;
- d) Secadoras / Extratoras de Celulose.  
Jacareí possui duas;
- e) Área de Recuperação:  
Na unidade existem duas linhas de evaporação, duas caldeiras de recuperação e duas áreas de caustificação, todas integradas entre si;;
- f) Área de Utilidades:  
Em Jacareí há uma planta de tratamento de água (ETA), duas plantas de água desmineralizada para caldeira (ETAC), uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) com tratamento biológico tipo Attisholz, duas caldeiras auxiliares, três turbinas a vapor e uma turbina a gás de ciclo combinado, com caldeira de recuperação de calor acoplada;
- g) Área de Papel:  
Uma máquina de papel do tipo imprimir e escrever, e uma máquina tipo “Coater”. Atualmente esta área pertence à empresa Ahlstrom;
- h) Áreas Auxiliares:  
Existem instaladas na área industrial, unidades terceirizadas para produção de Oxigênio, Ozônio, Dióxido de Cloro e Carbonato de Cálcio Precipitado (PCC).

## 2 – CARACTERÍSTICAS DOS EFLUENTES SETORIAIS

### 2.1. Coletas das Amostras, Análises e Medições das Vazões

Para se otimizar a utilização dos recursos disponíveis na fábrica (equipamentos de laboratório, vidrarias, amostradores automáticos, analistas etc) de forma a minimizar a terceirização dos serviços de caracterização dos efluentes setoriais, as coletas de amostras e as subseqüentes análises foram divididas em dois períodos:

**Período A - de 30/04/08 a 15/05/09.** Nesta fase foram coletadas as amostras dos seguintes pontos da fábrica: lodo da Estação de Tratamento de Água, máquina de papel, água branca da máquina extratora de fibras 3, efluentes das máquinas extratoras de fibras, efluente da área de caustificação e efluente de uma das estações de tratamento para água de caldeira;

**Período B - de 26/05/09 a 19/06/09.** Nesta fase amostraram-se os seguintes pontos: poço ácido da linha de produção de celulose C, poço ácido da linha de produção de celulose B, purga dos estágios Z e P (área de produção de celulose C), poço alcalino (área de produção de celulose B), purga dos estágios Z e D (área de produção de celulose C), purga do estágio A (área de produção de celulose B), purga do estágio Z (área de produção de celulose B) e efluente do pátio de madeira.

No diagrama de blocos inserido na figura 1 podem ser vistas as principais correntes destinadas à ETE da VCP e os pontos junção dos fluxos. Os pontos com contribuições de cargas orgânica e hidráulica mais significativas foram escolhidos como os pontos de coleta descritos nos períodos A e B. Os blocos identificados como “Prod B e Prod C” correspondem aos efluentes das linhas de produção de celulose C e B. Alguns pontos destas linhas foram escolhidos para pontos de coleta no período B. O bloco intitulado “CAUST” consiste no efluente da área de caustificação e foi um dos pontos de coleta do período A.

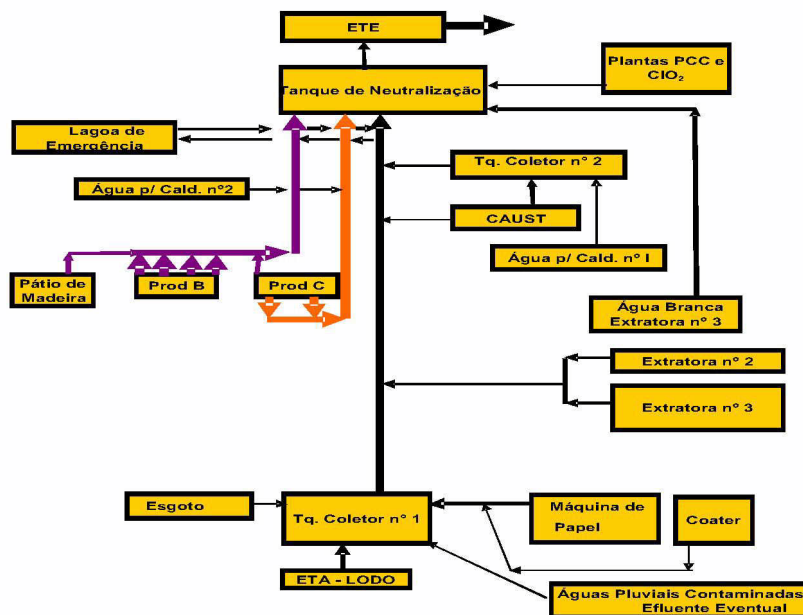


Figura 01 – Diagrama de Blocos contendo as correntes mais significativas destinadas à ETE da VCP, dentro das quais estão os pontos de coleta escolhidos.

Com relação às medidas das vazões, a maioria dos valores individuais foi fornecida pela área de utilidades da VCP – Jacareí, retirado do seu sistema durante o período de 01/10/07 até 12/06/08.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Apresentação dos Resultados

Uma vez que as vazões dos fluxos individuais foram determinadas e os resultados analíticos obtidos, calcularam-se as cargas de cada parâmetro (em kg/d, quando aplicável) multiplicando-se as vazões pelos valores dos resultados analíticos e dividindo-se o produto por 1000.

Também foram determinados os valores das emissões específicas para que se tenha uma idéia das massas (DBO, DQO, sólidos, etc) geradas por tonelada de celulose seca (ADT). Na tabela 1 visualizam-se as cargas específicas em kg do parâmetro medido por tonelada de celulose produzida (kg DBO/ton, kg DQO/ton etc). Para este cálculo foi utilizada a produção vendável do período das coletas.

Produção vendável é a soma das produções de celulose para exportação (proveniente das secadoras / extratoras de celulose 2 e 3) e a celulose para a produção de papel na máquina da Ahlstrom.

PARÂMETRO	109.873	Lodo ETA	Extratora 3 Efluente	Extratora 2 Efluente	Extratora 3 WBR	Caust.	Água para Caldeira 2	Máquina de Papel
Vazão	m³/dia	5.088	2.425	980	672	344	460	8.458
	m3/Ton	1,44	1,28	1,05	0,19	0,10	0,13	29,96
DBO	kg/dia	153	3.767	909	799	195,52	20	1.445
	Kg/Ton	0,04	1,99	0,98	0,23	0,06	0,01	5,12
DQO	kg/dia	2.434	9.561	2.199	1.939	286	128	2.992
	Kg/Ton	0,69	5,06	2,36	0,55	0,08	0,04	10,60
Sólidos Suspensos totais	kg/dia	9.053	5.602	1.562	105	368	85	14.884
	Kg/Ton	2,55	2,96	1,68	0,03	0,10	0,02	52,72
Sólidos dissolvidos Totais	kg/dia	3.154	1.866	637	495	277	158	2.685
	Kg/Ton	0,89	0,99	0,68	0,14	0,08	0,04	9,51
Cor	kg/dia	23	294	60	75	20	4	155
	Kg/Ton	0,01	0,16	0,06	0,02	0,01	0,00	0,55

Tabela 01 – Resumo dos Valores Médios – Período A

PARÂMETRO	105.973	POÇO ÁCIDO LINHA FIBRAS C	PURGA ESTÁGIOS Z E D LINHA C	PURGA ESTÁGIOS Z E P LINHA C	PURGA ESTÁGIO Z LINHA B	PURGA ESTÁGIO A LINHA B	POÇO ALCALINO LINHA FIBRAS B	POÇO ÁCIDO LINHA FIBRAS B	Pátio de Madeiro
Vazão	m³/dia	4.560	5.952	8.404	529	5.589	6.301	654	2.809
	m3/Ton	2,28	2,98	4,21	0,52	5,54	6,24	0,65	0,80
DBO	kg/dia	5.059	7.013	11.294	1.001	6.259	6.920	238	480
	Kg/Ton	2,53	3,51	5,65	0,99	6,20	6,86	0,24	0,14
DQO	kg/dia	7.258	11.934	20.732	1.751	14.209	16.012	395	994
	Kg/Ton	3,63	5,97	10,37	1,74	14,08	15,87	0,39	0,28
Sólidos Suspensos totais	kg/dia	10.995	2.747	4.661	361	1.690	499	255	4.943
	Kg/Ton	5,50	1,37	2,33	0,36	1,68	0,49	0,25	1,40
Sólidos dissolvidos Totais	kg/dia	1.816	3.508	5.339	715	4.295	3.325	132	892
	Kg/Ton	0,91	1,76	2,67	0,71	4,26	3,29	0,13	0,25
Cor	kg/dia	441	2.311	5.730	886	2.902	2.571	93	51
	Kg/Ton	0,22	1,16	2,87	0,88	2,88	2,55	0,09	0,01

Tabela 02 – Resumo dos Valores Médios – Período B

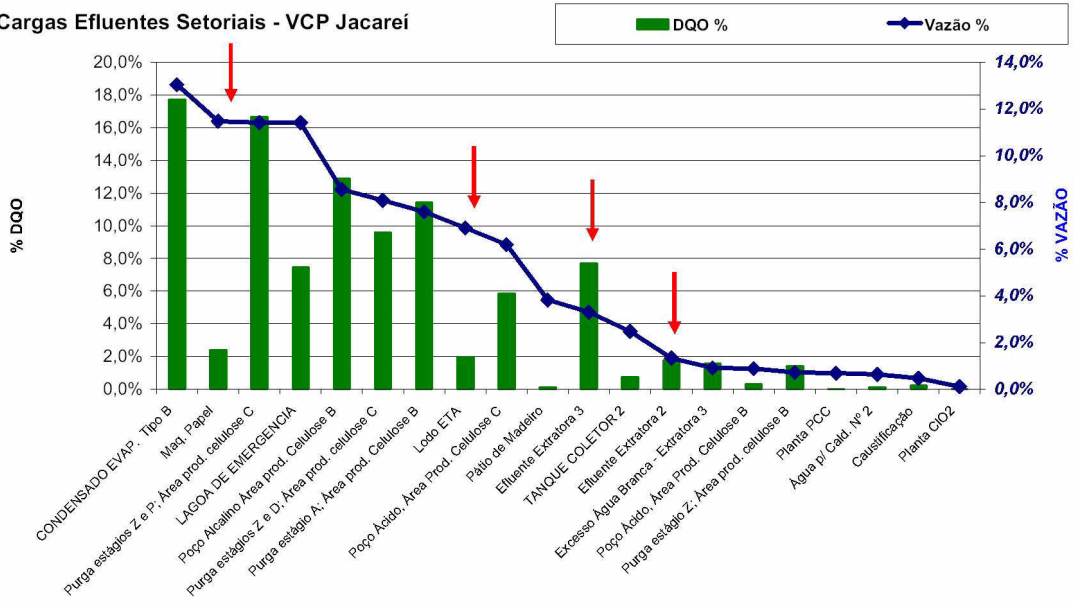
A partir dos resultados apresentados anteriormente, foram calculadas as contribuições de cada efluente setorial nas cargas enviadas a ETE. A tabela 03 apresenta estas contribuições, destacando-se em vermelho as principais, para os quais foram estudadas e apresentadas opções de segregação e tratamento.

	% Total Vazão	% Total DQO	% Total SST
<b>Maq. Papel</b>	<b>15,4%</b>	<b>2,8%</b>	<b>28,1%</b>
Purga estágios Z e P; Área prod. celulose C	15,3%	19,6%	8,8%
Poço Alcalino Área prod. Celulose B	11,4%	15,1%	0,9%
Purga estágios Z e D; Área prod. celulose C	10,8%	11,3%	5,2%
<b>Lodo ETA</b>	<b>9,2%</b>	<b>2,3%</b>	<b>17,1%</b>
Purga estágio A; Área prod. Celulose B	10,2%	13,4%	3,2%
Poço Ácido, Área Prod. Celulose C	8,3%	6,9%	20,8%
Pátio de Madeiro	5,1%	0,2%	0,1%
<b>Efluente Extratora 3</b>	<b>4,4%</b>	<b>9,0%</b>	<b>10,6%</b>
<b>TANQUE COLETOR 2</b>	3,3%	0,0%	0,0%
Excesso Água Branca - Extrato ra 3	1,2%	1,8%	0,2%
<b>Efluente Extratora 2</b>	<b>1,8%</b>	<b>2,1%</b>	<b>3,0%</b>
Poço Ácido, Área Prod. Celulose B	1,2%	13,4%	0,5%
Purga estágio Z; Área prod. celulose B	1,0%	1,7%	0,7%
Água p/ Cald. N° 2	0,8%	0,1%	0,2%
<b>Caustificação</b>	0,6%	0,3%	0,7%

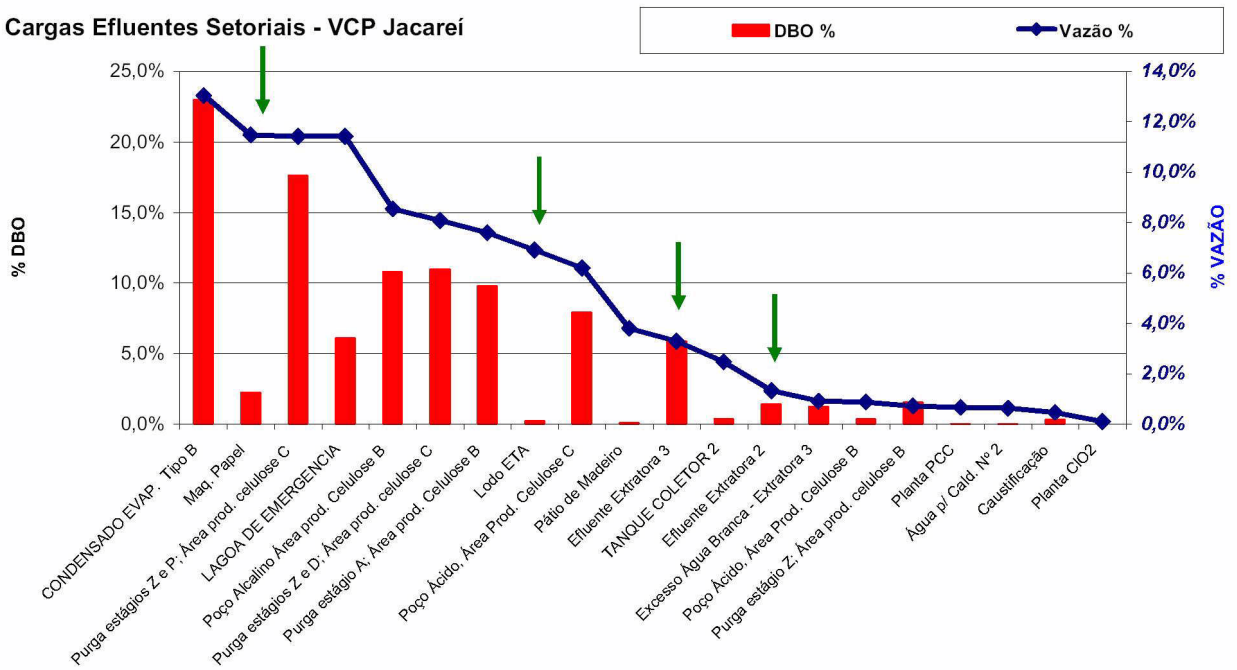
Tabela 03 – Contribuições dos efluentes setoriais nas cargas orgânica, hidráulica e de sólidos enviadas a ETE.

Os resultados principais visualizados na tabela 3 são apresentados graficamente nas Figuras 02, 03 e 04. Nestes gráficos é possível relacionar as contribuições das cargas de DBO, DQO e SST com as vazões dos efluentes setoriais.

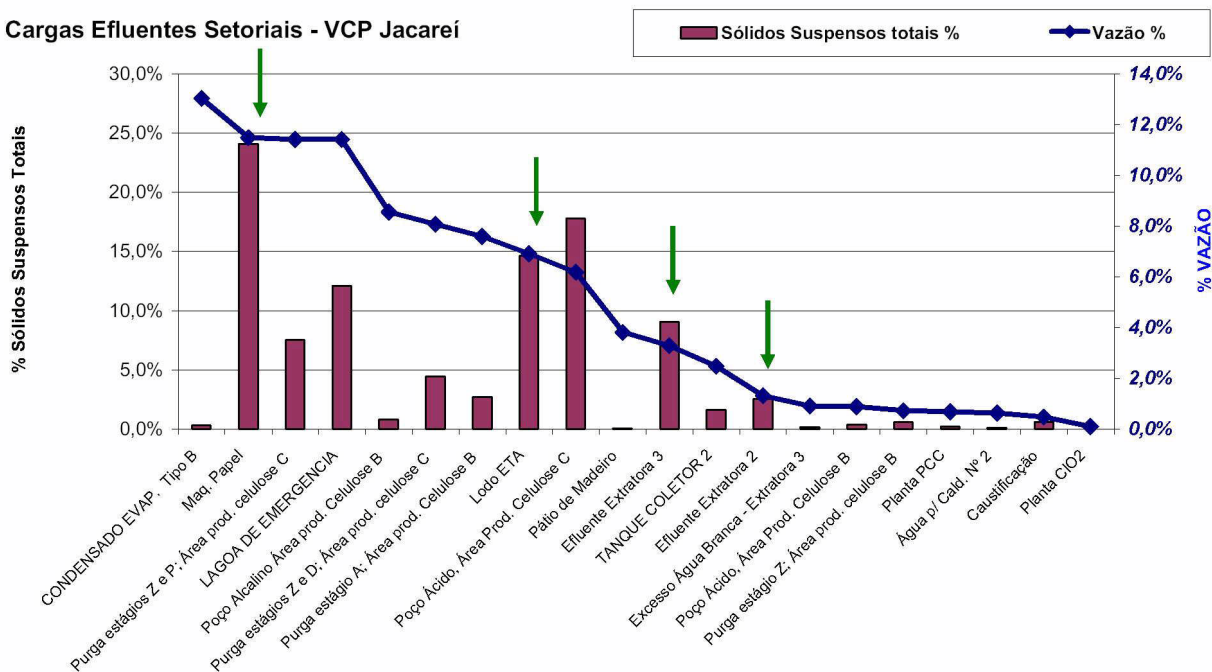
Cargas Efluentes Setoriais - VCP Jacareí



Cargas Efluentes Setoriais - VCP Jacareí



Cargas Efluentes Setoriais - VCP Jacareí



Figuras 2, 3 e 4 (de cima para baixo) – Cargas dos Efluentes Setoriais da VCP Jacareí

### 3.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

**Vazão do Efluente da Máquina de Papel:** A vazão apontada para o efluente de 8.458 m<sup>3</sup>/d aparenta ser significativamente menor do que os valores históricos que foram na ordem de 10.000 – 11.000 m<sup>3</sup>/dia. Todavia o valor ainda esta aquém do desejável, pois não foram encontrados valores de DQO e DBO muito altos, indicando certa diluição do efluente. Historicamente sabe-se que emissões de efluentes com valores de vazão elevados, mas com pouca carga orgânica e de sólidos, é comum para máquinas de papel. Isso resulta na busca contínua destas fábricas no processo de melhorias que possibilitem a redução do consumo de água para a produção de papel e conseqüentemente das vazões de efluentes.

**Qualidade do Efluente da ETA – Lodo:** Pode ser visto que o efluente desta área é composto de muita água limpa, contendo concentrações altas de sólidos suspensos.

**Vazão e Qualidade do Condensado B:** A vazão apontada de 9.600 m<sup>3</sup>/d foi o maior resultado por um único ponto gerador. E a situação é a mesma em relação às cargas de DBO e DQO geradas.

**SST e Perda de Fibras do Efluente pela Máquina de Papel:** As quantidades de perda de fibras e de Sólidos Suspensos Totais são significativas, o que é típico para efluentes de máquinas de papel.

**SST e Perda de Fibras do Efluente pela área das Extratoras:** Existe neste ponto, uma perda de fibras significativa. São enviados à ETE, 5,6 ton/dia de SST pelo efluente da JE3.

### 3.4 DISCUSSÃO GERAL E CRITÉRIOS PARA A ESCOLHA DOS EFLUENTES

Com base nos dados, tabelas e gráficos apresentados, no conhecimento dos equipamentos e do layout da ETE e da unidade em geral, a CTPB levantou algumas opções para o tratamento de algumas correntes de forma independente da ETE atual, o que possibilita a redução na vazão total enviada a essa estação. Alguns dos critérios para se escolher as correntes e elaborar opções foram:



1. Vazão significativa com baixa carga orgânica (DQO, DBO), por significar um tratamento mais simples e com tecnologias consolidadas;
2. A premissa para se considerar um tratamento independente para o efluente da Máquina de Papel;
3. O conceito de utilizar equipamento como tanques, bombas e linhas já existentes para se minimizar custos;

Resumidamente, as principais opções apresentadas neste estudo são:

1. **ETA:** Tratar o lodo da ETA usando somente métodos físico-químicos. O destino final clarificado poderá ser a ETA ou o efluente tratado da ETE. O potencial na redução na vazão de efluente para a ETE atual foi estimado em 5.088 m<sup>3</sup>/dia;
2. **MÁQUINA DE PAPEL:** Tratar o efluente da máquina de papel usando métodos físico-químicos com ou sem estágio biológico. O destino final do clarificado poderá ser o retorno à máquina de papel ou o efluente tratado. O potencial na redução na vazão de efluente para a ETE foi estimado em 8.458 m<sup>3</sup>/dia; ;
3. **ETA e MÁQUINA DE PAPEL:** Tratar o lodo da ETA e o efluente da máquina de papel usando somente métodos físico-químicos. O clarificado deverá ser destino à da ETE. O potencial na redução na vazão de efluente para a ETE foi estimado em 13.546 m<sup>3</sup>/dia (8.458 + 5088 m<sup>3</sup>/dia);
4. **JE2 e JE3:** Tratar os efluentes das máquinas extratoras JE2 e JE3, com o objetivo de remover o SST. O destino final do fluxo tratado continuará sendo a ETE atual. Na avaliação da CTPB, não existe um potencial na redução na vazão deste efluente. .

## 4. DETALHAMENTO DAS OPÇÕES ELABORADAS

### 4.1 TRATAMENTO DO EFLUENTE DO LODO DA ETA

#### Resumo das características do fluxo de efluente bruto

A tabela 4 apresenta a composição do lodo retirado da ETA:

Parâmetro	Efluente Lodo da ETA
Vazão – m <sup>3</sup> /d	5.088
DBO – kg/d	153
DQO – kg/d	2.434
SST – kg/d	9.053
SST – g/l	1,78
SST – %	0,18

Tabela 4 – Composição do efluente da ETA

**Qualidade do Efluente:** Após uma avaliação preliminar, a CTPB considera que existe somente a necessidade de um tratamento primário.

### Justificativa e descritivo dos processos envolvidos.

O conceito deste tratamento é o de homogeneizar e equalizar o efluente com o lodo num tanque de mistura. Deste tanque a mistura seria enviada para um adensador do tipo compacto (cerca de 90% remoção de SST), aumentando a concentração de sólidos de cerca de 0,2% para cerca de 3,0%.

A água clarificada do adensador poderá ser enviada de volta aos filtros da ETA, após as etapas de coagulação, floculação e decantação, significando redução no consumo de químicos para o tratamento desta água.

Outra possibilidade é juntar o lodo da ETA (após o adensamento do lodo em quinze vezes, ou seja, de 0,2% para 3,0% de sólidos) ao efluente da máquina de papel para o tratamento, o que também foi proposto e será apresentado no item 4.3.

### Diagrama dos processos e dos equipamentos envolvidos.

A figura 5 mostra o diagrama de blocos da opção Tratamento do Efluente do Lodo da ETA:

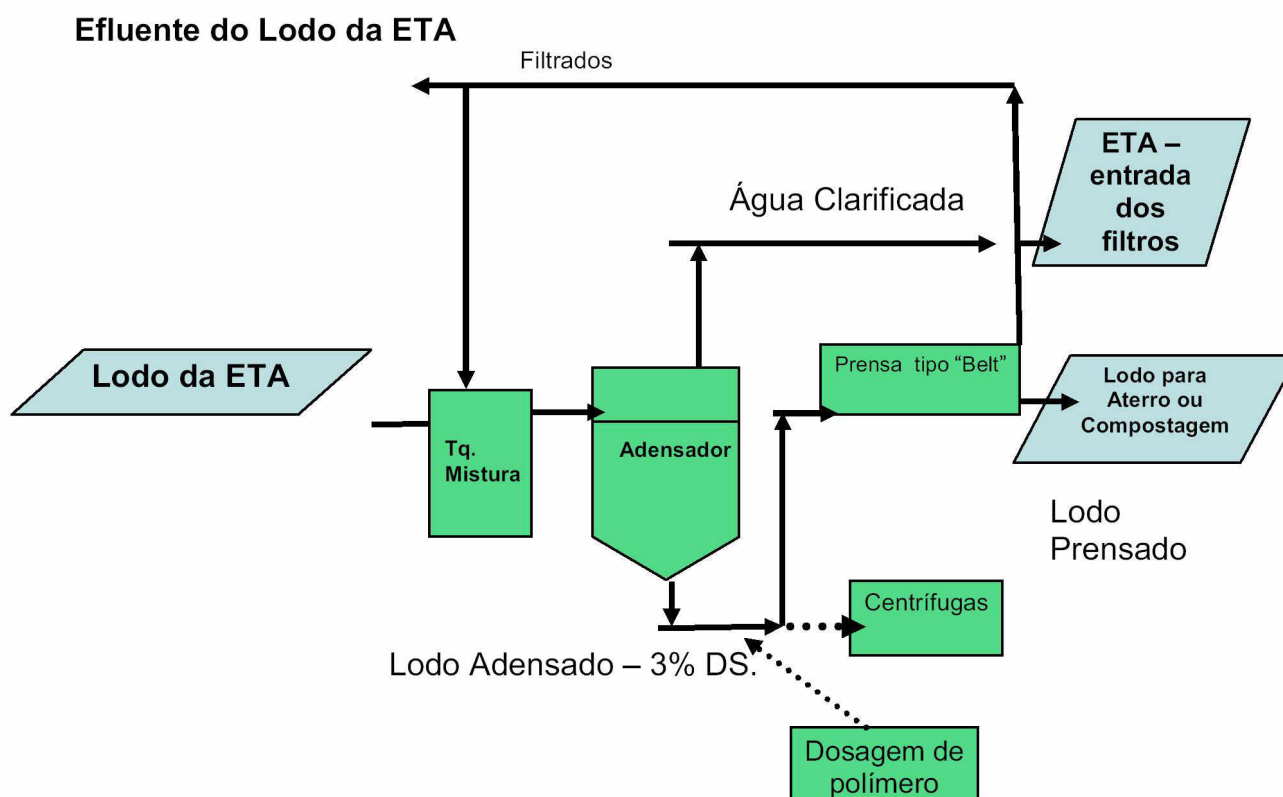


Figura 5 – Diagrama de blocos da opção 1 - tratamento do lodo da ETA

Os novos equipamentos necessários são um tanque coletor do lodo novo com as suas respectivas bombas, um adensador de lodo compacto, uma prensa de lodo, tubulações de interligação e um sistema de adição de polímero.

### Economias possíveis na ETA e na ETE.

A implantação desta opção representaria uma redução na carga hidráulica na ETE de 5.088 m<sup>3</sup>/dia.

## 4.2 TRATAMENTO DO EFLUENTE DA MÁQUINA DE PAPEL

Resumo das características do fluxo – entrada do efluente bruto

A tabela 5 apresenta os principais parâmetros de caracterização do efluente bruto da máquina de papel:

	<b>Efluente da máquina de papel</b>
<b>Vazão – m<sup>3</sup>/d</b>	<b>8.458</b>
<b>DBO – kg/d</b>	<b>1.445</b>
<b>DQO – kg/d</b>	<b>2.992</b>
<b>SDT – kg/d</b>	<b>2.685</b>
<b>SDT – g/l</b>	<b>0,317</b>
<b>SST – kg/d</b>	<b>14.884</b>
<b>SST – g/l</b>	<b>1,760</b>

Tabela 5 – Resumo das características do efluente bruto da máquina de papel

**Qualidade do Efluente:** Após uma avaliação das diversas opções e das necessidades de se avaliar o efluente isoladamente, a CTPB considera que é necessário pelo menos um tratamento primário e opcionalmente um tratamento biológico subsequente. Destaca-se que existe a necessidade de se reduzir os sólidos suspensos totais (SST).

**Quantidade / Vazão do Efluente:** A vazão da máquina de papel é reconhecida como acima dos padrões das máquinas mais novas.

**Direcionamento do Efluente para Tratamento:** Numa avaliação preliminar pela CTPB existem três locais que poderiam ser utilizados para um sistema de tratamento e algumas opções de tratamentos, mas a princípio destaca-se a redução das cargas de sólidos enviadas à ETE. Uma possibilidade interessante consiste no tratamento físico-químico deste efluente através da coagulação e da subsequente floculação (realizadas em câmaras separadas e com gradientes de velocidade decrescentes) seguidas de decantação.

Em princípio, a coagulação seria feita com sulfato de alumínio. Como o efluente da máquina de papel tem elevada alcalinidade e pH ligeiramente acima da faixa ótima de floculação, ele será submetido a um abaixamento do pH, por meio da adição de ácido. Este processo pode ser diferente, se forem testados outros coagulantes, por exemplo, cloreto férrico. Todas as possibilidades deverão ser exploradas em uma campanha de testes de jarro em bancada para o dimensionamento adequado do tratamento físico-químico.

O monitoramento dos valores de pH e de temperatura do efluente final deverá ser realizado para que a VCP Jacareí continue a atingir os limites legais para o lançamento de efluentes.

Esta opção foi esquematizada através do diagrama de blocos contido na figura 6.

### Tratamento dos efluentes da Máquina de Papel

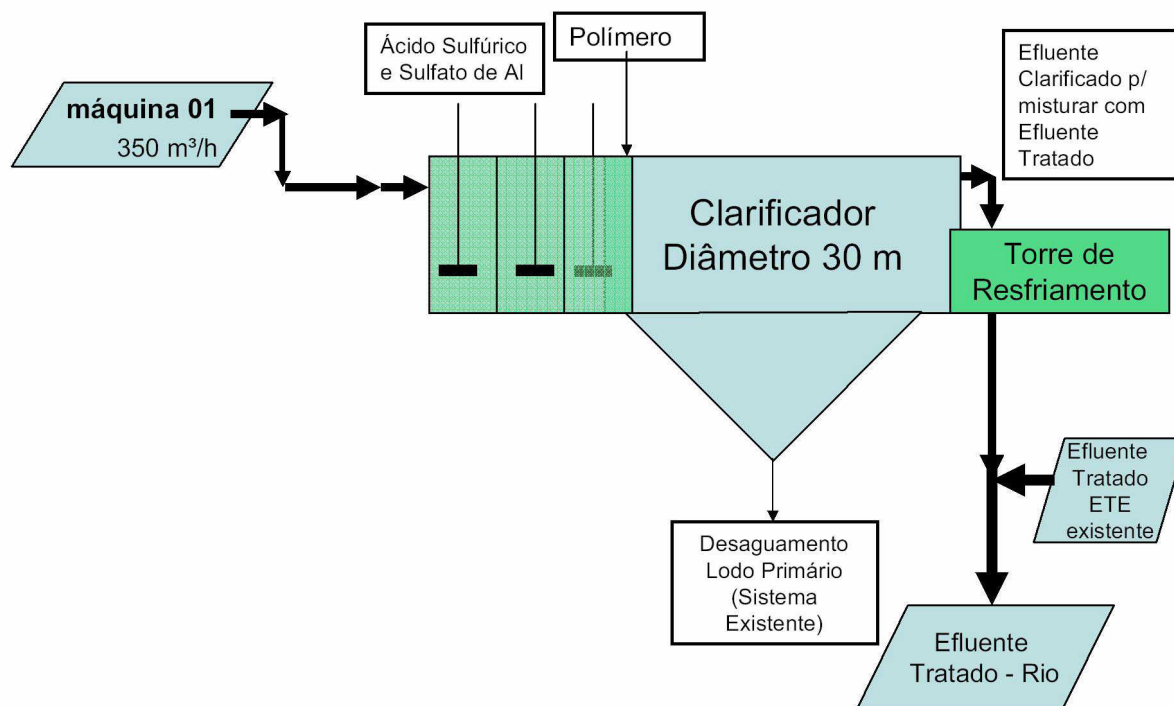


Figura 6 – Diagrama de Blocos para o Tratamento do Efluente da Máquina de Papel separadamente.

### 4.3 TRATAMENTO DO EFLUENTE DA MÁQUINA DE PAPEL JUNTO COM O LODO DA ETA

Ao tabela 6 apresenta a composição dos fluxos combinados do lodo da ETA e do efluente da máquina de papel após a passagem pelo Microfiltro.

	<b>Fluxos Combinado</b>
<b>Vazão – m³/d</b>	<b>13.546</b>
<b>DBO – kg/d</b>	<b>1.308</b>
<b>DQO – kg/d</b>	<b>4.227</b>
<b>SDT – kg/d</b>	<b>9.648</b>

Tabela 06 – Composição dos Fluxos de lodo da ETA e do efluente da máquina de papel combinado.

Nesta opção considerou-se tratar os fluxos do lodo da ETA adensado em cerca de 15 vezes e o efluente da máquina de papel unificados. A idéia desta opção foi de fazer um pré-tratamento no efluente da máquina de papel removendo e recuperando os sólidos e finos antes de o efluente entrar no tanque coletor 01 (identificação de um dos tanques de coleta de efluentes para onde estes e outros efluentes são encaminhados, sendo o fluxo combinado bombeado para a ETE existente).

Com essa finalidade foi elaborada a opção esquematizada através do diagrama de blocos contido na figura 7.

### Tratamento do efluente da Máquina de Papel + Lodo da ETA Adensado

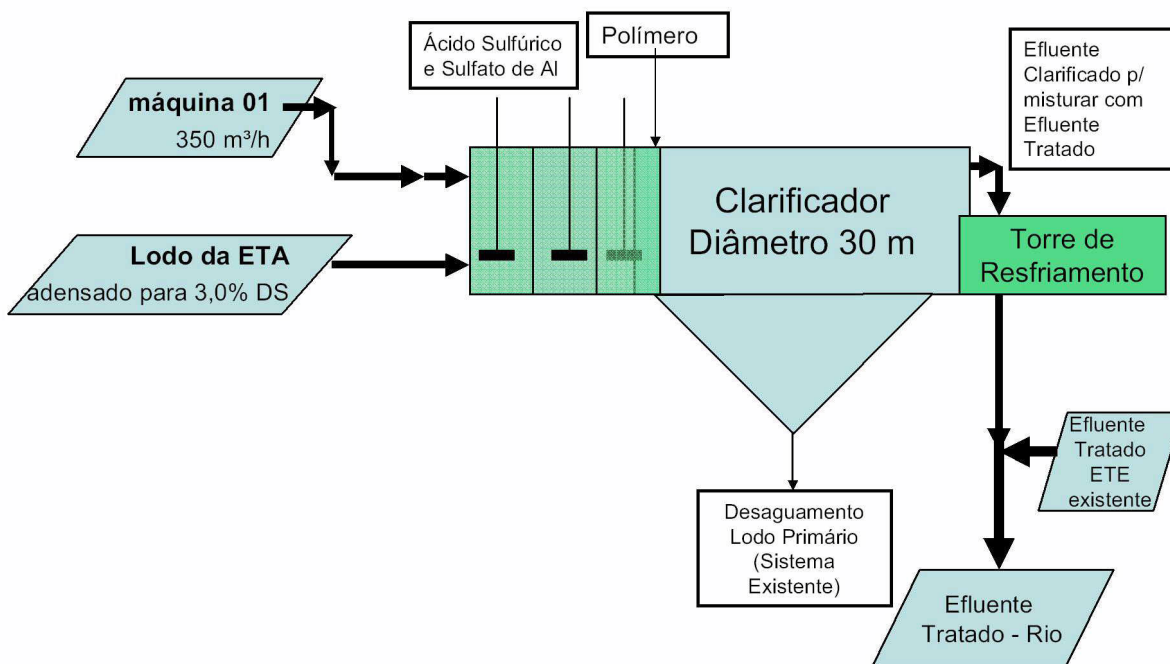


Figura 7 – Diagrama de blocos da opção sugerida para os fluxos combinados.

### Justificativa e descritivo dos processos envolvidos.

O processo descrito é o mesmo apresentado na opção 4.2, devendo-se ressaltar que o lodo da ETA será adensado de 0,2% a 3,0% antes de ser unificado ao efluente da máquina de papel. Para esta etapa de adensamento é previsto o uso do mesmo adensador compacto apresentado na opção 4.1.

É fundamental observar que deverá ser ensaiada a mistura do efluente da máquina de papel com o lodo da ETA, para que sejam determinados os parâmetros de processo característicos do fluxo combinado, os quais certamente são diferentes dos parâmetros adequados para o efluente da máquina de papel separadamente.

### Economias possíveis na ETA e na ETE.

A implantação desta opção (tratamento dos efluentes das extratoras 2 e 3) representará a remoção de carga significativa de SST anteriormente destinada à ETE.

#### 4.4 TRATAMENTO DO EFLUENTE DAS SECADORAS / EXTRATORAS 2 e 3.

Resumo das características do fluxo

A tabela 07 apresenta a composição dos efluentes das extratoras 2 e 3, identificadas na VCP como JE2 e JE3.

		Entrada p/ Micro Filtro		Total Gerada
		JE3 - Eflu	JE2 - Eflu	
Vazão	m³/dia	2.425	980	3.405
DBO	kg/dia	3.767	909	4.677
DQO	kg/dia	9.561	2.199	11.760
Sólidos Suspensos totais	kg/dia	5.602	1.562	7.165
Sólidos Sedimentáveis	ml/h	591	152	743
Sólidos dissolvidos Totais	kg/dia	1.866	637	2.502

Tabela 07 – Composição dos efluentes setoriais das extratoras

A figura 07 apresenta um diagrama de blocos da opção proposta para o tratamento dos efluentes das extratoras

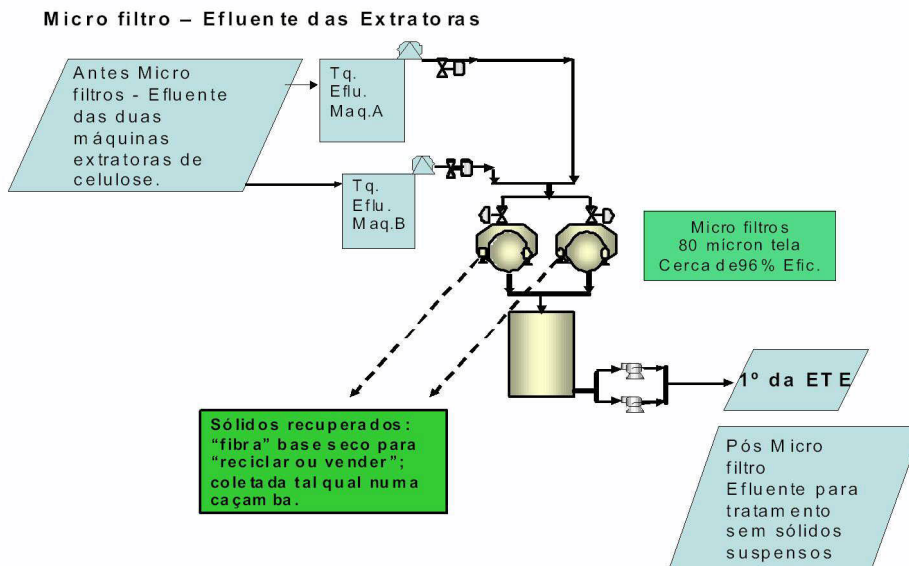


Figura 07 – Diagrama da opção 4 para o Efluente das Extratoras.

#### Opções para tratamento e descrição do tratamento proposto:

As vazões de efluente das extratoras de celulose somadas (3.405 m³/d ou 4,8% do total considerado) são significativas. Em princípio, poderiam ser consideradas opções de tratamento biológico. Todavia, as cargas orgânicas envolvidas são elevadas, implicando em investimentos e em tamanhos de

equipamentos também elevados. Neste caso, a CTPB recomendou que não seja modificado o destino atual, mantendo-se o tratamento deste efluente como está, ou seja, enviando-se estes efluentes à ETE.

### **Economias possíveis na ETA e na ETE.**

A implantação desta opção (tratamento dos efluentes das extratoras 2 e 3) não representaria uma redução na carga hidráulica significativa na ETE, mas possibilitaria a recuperação de uma grande quantidade de fibras com valor agregado.

## **5. CONCLUSÃO**

O estudo identificou 3 opções diretas que permite uma redução na vazão de efluente bruto na entrada da ETE de cerca de 19%.

A opção do tratamento do efluente da máquina de papel é mais complexa, com alternativas de tratamento e direcionamento variadas. Portanto, essa opção poderá exigir testes piloto para melhor definir os custos e benefícios. Uma opção de tratar o efluente da máquina de papel em conjunto com o efluente com o lodo da ETA (considerando-se o lodo da ETA adensado) também foi estudada e poderá oferecer um custo / benefício interessante quando comparado às opções de tratamentos individuais.

## **6. REFERÊNCIAS**

1. ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA A INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL DE EUCALIPTO;
2. OPORTUNIDADES PARA ECOEFICÁCIA, ECOEFICIÊNCIA E PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT DE EUCALIPTO;
3. A FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE EUCALIPTO E O CONSUMO DE ÁGUA. Eucalyptus Newsletter N° 09. (2007);
4. FECHANDO OS CIRCUITOS PARA SE REDUZIR AINDA MAIS O CONSUMO DE ÁGUA NA FABRICAÇÃO DE CELULOSE KRAFT BRANQUEADA DE EUCALIPTO. Eucalyptus Newsletter N° 10. (2007);
5. AS REFERÊNCIAS DE 1 A 4 FORAM OBTIDAS CONSULTANDO-SE O SITE [WWW.EUCALYPTUS.COM.BR](http://WWW.EUCALYPTUS.COM.BR).

## **AGRADECIMENTOS**

À Votorantin Celulose e Papel – Unidade Jacareí pelo trabalho em parceria e pela confiança no corpo técnico da Centroprojekt do Brasil.

Aos colaboradores da Votorantin Celulose e Papel André Barin, Danilo Vergílio, Edgar Ogawa, Rogério da Silva e Luiz Augusto de Castro Coelho Silva; cuja cooperação e disponibilização de informações foram fundamentais para a elaboração deste artigo técnico.

Ao colaborador da Centroprojekt do Brasil Hector Eduardo Vera pelo ótimo trabalho realizado na elaboração das soluções propostas para o tratamento dos efluentes setoriais escolhidos.

A Mauro Coutinho e Adolpho Bueno pela colaboração técnica na elaboração e no detalhamento das opções apresentadas a VCP.