

# SISTEMA DE RASTREABILIDADE

## UMA FERRAMENTA NA IDENTIFICAÇÃO E CONTROLE DO ODOR

Autores : Alberto Carvalho de O. Filho, João Baptista Ilha, Jorge Lombardi  
Aracruz Celulose S.A.

Rogério Silveira de Queiroz  
Universidade Federal do Espírito Santo - UFES

### 1 RESUMO

Após seis anos de operação da Rede de Percepção de Odor (RPO) da Aracruz Celulose S.A. e com base em vários estudos realizados com o intuito de isolar os principais fatores de processo e micrometeorológicos relacionados à percepção de odor (Oliveira Filho e Queiroz, 1998), são apresentados neste trabalho as características conceituais e operacionais de um sistema de rastreabilidade interna às instalações fabris. Tal sistema permite a detecção da origem dos compostos Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) que, mesmo durante curtos intervalos de tempo e sob baixas concentrações podem causar, em conjunção com fatores meteorológicos, a percepção de odor em regiões distantes da fábrica.

O nível de resolução do sistema de rastreabilidade atingido é bastante refinado, devido à uma série de novos monitoramentos de variáveis do processo e ao sistema de armazenamento de dados temporais disponível. A capacidade de antecipação às emissões de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) que causariam odor extra-fábrica está sendo implementada com base nos mesmos indicadores analisados neste trabalho.

### 2 INTRODUÇÃO

Em trabalho de avaliação da influência da eficácia dos controles de emissões de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) por limitação de médias móveis de três, seis ou doze horas sobre a concentração ambiental daquele composto, que pudesse levar à percepção de odor em regiões mesmo distantes da fábrica da Aracruz Celulose S.A. (Queiroz, 1997), foi constatado que a incerteza na avaliação da capacidade dispersiva da atmosfera da micro-região afetaria mais os resultados que a metodologia do controle em si. Isto significa que, nos níveis atuais de manutenção de emissões de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) conforme exigido pelas limitações das licenças de operação, a capacidade dispersiva da atmosfera, quase sempre sob condições instáveis, isto é, com a estrutura de turbulência gerada e mantida durante o dia fundamentalmente por ação do empuxo poderia causar a percepção do odor.

Tais conclusões foram constatadas quando da análise das comunicações de percepção de odor do ano de 1998. Nessa avaliação, todos os casos de percepção relatados aconteceram com os principais sistemas da fábrica responsáveis por lançamentos de Compostos Reduzidos de

Enxofre (TRS - caldeiras e fornos de cal), atuando dentro dos limites impostos no mínimo durante as doze horas que antecederam a cada evento (Queiroz, 1999).

Com base nestas evidências foi buscada uma intensificação de controle de modo que mesmo emissões minoritárias fossem controladas, evitando que as características físicas naturais pudessem ampliar os efeitos de pequenos lançamentos, levando o odor a ser percebido extra fábrica.

### **3 METODOLOGIA**

No trabalho de Rastreabilidade de Odor foram utilizadas informações do sistema de banco de dados de processo da empresa (Information Process - PI), informações dos participantes da Rede de Percepção de Odor, dados das Estações de Meteorologia e o Modelo de Dispersão ISCST3 (Trinity Consultants, 1997).

Foram criados procedimentos para serem utilizados pelo coordenador de fábrica e pela Gerência de Meio Ambiente e Segurança da empresa, para registro e análises das reclamações de odor via telefone e carta.

Os resultados da análise são divulgados internamente para as áreas, posteriormente o relatório final é encaminhado a Secretaria de Meio Ambiente e ao participante da rede de odor.

Este relatório também é alvo de discussão durante a reunião matinal da Gerência de Operações da empresa.

O monitoramento passou a ser feito nos seguintes equipamentos e com as seguintes grandezas:

Evaporação A - Pressão do Gases não Condensáveis

Evaporação B - Pressão do Gases não Condensáveis

Evaporação C - Pressão do Gases não Condensáveis

Digestor A - Pressão de Gases não Condensáveis e temperatura após rompimento de selo

Digestor B - Pressão de Gases não Condensáveis e temperatura após rompimento de selo

Lavador de H<sub>2</sub>S A - Pressão de Gases não Condensáveis forte

Lavador de H<sub>2</sub>S B - Pressão de Gases não Condensáveis forte

Strippers B e C - Vazão de vapor (indicador de operação)

Caldeiras de recuperação A, B e C - Emissões de Compostos Reduzidos de Enxofre e queima de sólidos secos totais

Caldeiras de recuperação A, B e C - Emissões de Opacidade

Caldeiras de recuperação A, B e C - Precipitadores Eletrostáticos

Fornos de cal - Emissões de Compostos Reduzidos de Enxofre e produção de cal.

Fornos de cal - Precipitadores Eletrostáticos

Scrubbers das caldeiras de recuperação A e B - Vazão de Água de Recirculação, condutividade e temperatura.

Com a possibilidade de consulta desses parâmetros operacionais ao Information Process (PI), é possível rastrear em um tempo anterior à constatação do odor, se houve algum problema nos equipamentos monitorados e efetuar as devidas correções.

Tais ações permitem a discussão segura com as comunidades das regiões expostas à concentrações de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS), que poderiam causar odor e evidenciam o respeito técnico às possibilidades, estimulando a participação das comunidades e gerando um elevado grau de confiança mútua, indispensável quando se trata de avaliações mescladas de alta tecnologia e de percepções até mesmo intuitivas.

## **4 ORIGEM DO TRABALHO**

### **4.1 Problemas de Controle das Emissões Fugitivas**

Questões ambientais que envolvem problemas com relação a odores, tem sido alvos de vários estudos, dado sua complexidade.

As respostas as comunidades, o esclarecimento são de fundamental importância no processo de parceria entre as empresas, as comunidades e clientes.

O odor é definido como uma mistura de moléculas com propriedades físico-químicas distintas que afetam sensorialmente a mucosa nasal (Belli F<sup>o</sup> - Engenharia Sanitária e Ambiental - Dez/98).

Para melhor avaliação as ocorrências de odor são tratadas de duas maneiras: a que causaria apenas odor interno a empresa e as externas, ou seja as que atingiriam as comunidades vizinhas.

Para trabalhar nos problemas de odor interno, em 1995, foi iniciado um trabalho dentro do parque industrial da Aracruz Celulose S.A., com o objetivo de identificar fugas principalmente de gases com compostos de mercaptanas e gás sulfídrico.

Foi montado um grupo de trabalho e durante 06 meses foram feitos monitoramentos em todas as áreas do processo. Em cada ponto considerado como emissão fugitiva, foi feito uma caracterização, quanto a vazão e concentração dos gases.

De posse dos resultados das análises, os mesmos são passados para um programa de computador e o resultado mostra o impacto que essa fuga estaria causando.

Este trabalho resultou num programa que passou a fazer parte da rotina do laboratório, sendo feito trimestral, e com a redução dos pontos passou-se a fazer semestral. Este monitoramento pode também ser executado, desde que as áreas operacionais solicitem.

Os coordenadores recebem os relatórios e os mesmos tem um prazo para as áreas efetuarem as correções necessárias. Uma vez efetuada as correções o laboratório volta a área para verificação da sua eficiência.

Este Programa de Controle das Emissões Fugitivas (PCEF) faz parte da documentação da ISO 14000, e desde a sua implantação até a presente data, foi constatado uma redução significativa do odor interno na área industrial, principalmente nas áreas das evaporações.

Para atender as questões com odores externo, a empresa lançou mão do Programa denominado Rede Percepção de Odor (RPO).

Este programa é uma parceria entre as comunidades, Órgão Ambiental e a Universidade Federal do Espírito Santo.

Dentro deste programa as comunidades tem um papel fundamental, pois é através de suas informações que a empresa vem buscando a melhoria contínua, reduzindo consideravelmente as emissões de gases odorosos.

Este programa está implantado desde o ano de 1991.

## **4.2 Investimentos em função da Rede de Percepção de Odor (RPO)**

Em função de reclamações de odor, a empresa fez alguns investimentos, para reduzir as emissões de gases para atmosfera.

- US\$ 900 M na queima de gases diluídos nas caldeiras de biomassa. Esta modificação permite que por ocasião da parada de uma das caldeiras de biomassa, os gases diluídos das fábricas A e B, sejam incinerados na caldeira que estiver operando.
- US\$ 10 MM na eliminação das chaminés dos tanques de dissolução das caldeiras de recuperação A e B. As chaminés dos tanques de dissolução, dependendo das condições dos lavadores de gases, as emissões podem chegar a valores com até 180 ppm, e nesta condição a probabilidade de haver reclamação de odor é altíssima.
- US\$ 900 M no redimensionamento das linhas de gases não condensáveis (GNC) das fábricas A e B. Esta medida visa eliminar o excesso de pressão nas linhas.

## **4.3 SEPARAÇÃO DE METANOL**

O GNC concentrado das Fábricas “A” e “B” são normalmente incinerados nos Fornos de Cal, contudo se esses gases não forem tratados adequadamente com a separação de metanol e secagem, os mesmos serão automaticamente desviados para o incinerador de emergência, podendo vir a ser uma fonte de emissão de gases.

## **5 DESCRIÇÃO DO SISTEMA**

As comunicações de odor podem chegar até a empresa de duas formas, telefone ou carta, onde o reclamante é identificado, informando endereço e telefone, e após análise do problema será dado o retorno da informação a pessoa que fez a reclamação e ao órgão de Meio Ambiente.

O coordenador da fábrica ao receber a reclamação, imediatamente inicia o processo, e a primeira providência é verificar qual a direção do vento, pois desta maneira é constatada a procedência. Caso positivo é lançado mão das informações do processo, considerando 8 horas que antecederam a reclamação. Dentro de um curto espaço de tempo o coordenador de fábrica estará de posse de todos os dados de processo para sua análise e interpretação.

O diagrama de blocos da Figura 1 mostra o funcionamento do sistema de rastreabilidade do odor.

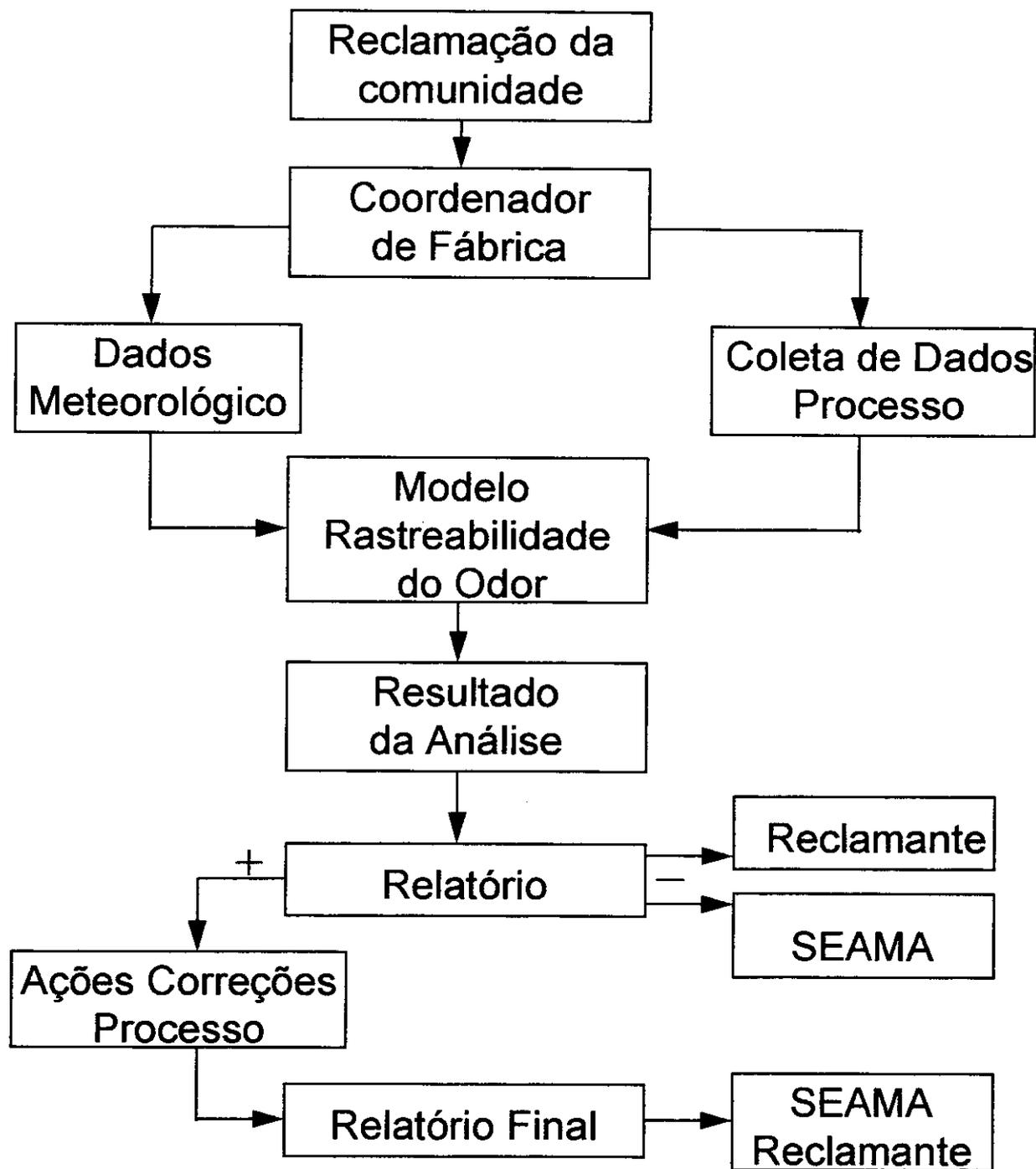


Figura 1 - Diagrama de blocos do sistema de rastreabilidade de odor.

## 5.1 Caso Ilustrativo

Nas Figuras 3 a 35 são mostradas as saídas do sistema de rastreabilidade interna de fontes de odor a partir de uma constatação de percepção feita em Jacaraípe, a 35 km, às 21:40 horas de um dia de verão. Com os dados meteorológicos disponíveis o horário mais provável da ocorrência é calculado como tendo sido as 16 horas, levando em consideração a velocidade média do vento em 2 m/s.

### Ocorrência do dia 28/01/99

|  |   | COMUNICAÇÃO DE ODOR                          |   |
|---|---|--|---|
| ARACRUZ CELULOSE S.A.   |   |  |   |
| DATA :  | 28/01/99 21:40                              | LOCAL :                                      | Jacaraípe - 35 km                       |
|   |   | HORA PROVÁVEL :                              | 16                                      |
| NOME :  | Vera Wanda                                  | FONE   | <input checked="" type="checkbox"/>     |
|   |   | CARTA  | <input type="checkbox"/>                |
| TELEFONE PARA CONTATO :   | (027) 243-2754                              |  |   |
| ENDEREÇO :  | Jacaraípe - Serra Esp. Santo                |  |   |
| <b>CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS NA FÁBRICA</b>  |   |  |   |
| TEMPO :   | NUBLADO <input type="checkbox"/>            | CHOVENDO <input type="checkbox"/>            | BOM <input checked="" type="checkbox"/> |
| DIREÇÃO DO VENTO  |   |  |   |
|   | VITÓRIA <input checked="" type="checkbox"/> | ARACRUZ <input type="checkbox"/>             | MAR <input type="checkbox"/>            |
|   |   |  | LINHARES <input type="checkbox"/>       |
| <b>CONDIÇÕES DA PLUMA - CHAMINÉS</b>  |   |  |   |
|   | CONNING <input type="checkbox"/>            | LOOPING <input checked="" type="checkbox"/>  | FANNING <input type="checkbox"/>        |
| <b>PRECIPITADORES ELETROSTÁTICOS - CALDEIRAS DE RECUPERAÇÃO</b>                   |   |  |   |
| CR "A" (2 PE - 6 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 0 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 100 % OPERAÇÃO      |   |
| CR "B" (3 PE - 9 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 9 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 0 % OPERAÇÃO        |   |
| CR "C" (2 PE - 8 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 0 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 100 % OPERAÇÃO      |   |
| TOTAL (7 PE - 23 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 9 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 61 % OPERAÇÃO       |   |
| <b>PRECIPITADORES ELETROSTÁTICOS - FORNOS DE CAL</b>                              |   |  |   |
| FC "A" (1 PE - 3 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 0 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 100 % OPERAÇÃO      |   |
| FC "B" (2 PE - 6 CÂMARAS)   | <input type="checkbox"/> 0 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 100 % OPERAÇÃO      |   |
| TOTAL (3 PE - 9 CÂMARAS)  | <input type="checkbox"/> 0 N° CÂMARAS FORA  | <input type="checkbox"/> 100 % OPERAÇÃO      |   |
| <b>GNC FORTE</b>  |   | <b>GNC</b>                                   |   |
| <input type="checkbox"/> FORNOS   |   | <input checked="" type="checkbox"/> CALDEIRA |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> INCINERADOR                                   |   | <input type="checkbox"/> ATM                 |   |
| <input type="checkbox"/> ATM  |   |  |   |

Figura 2 - Identificação/informações do processo.

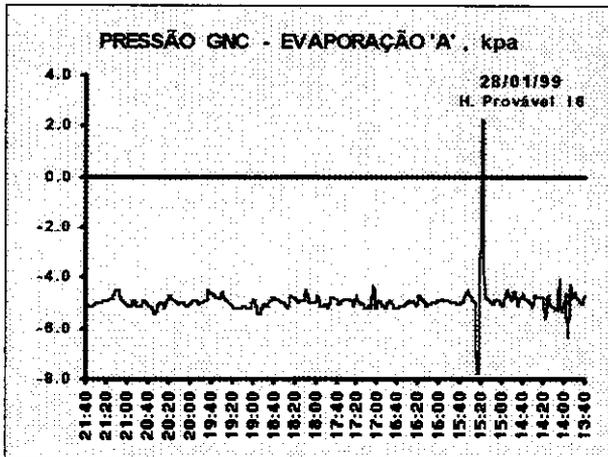


Figura 3 - Pressão de GNC na Evaporação A

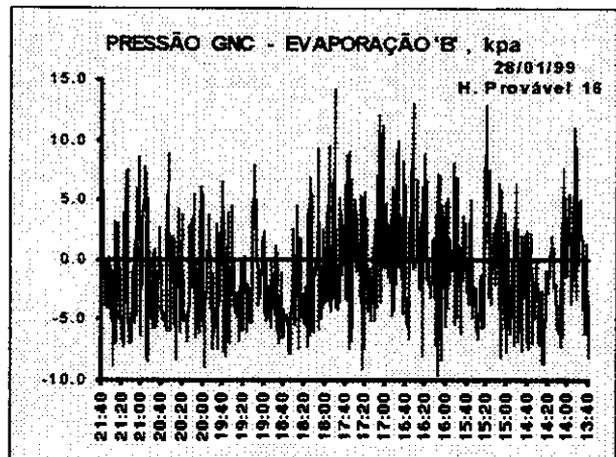


Figura 4 - Pressão de GNC na Evaporação B

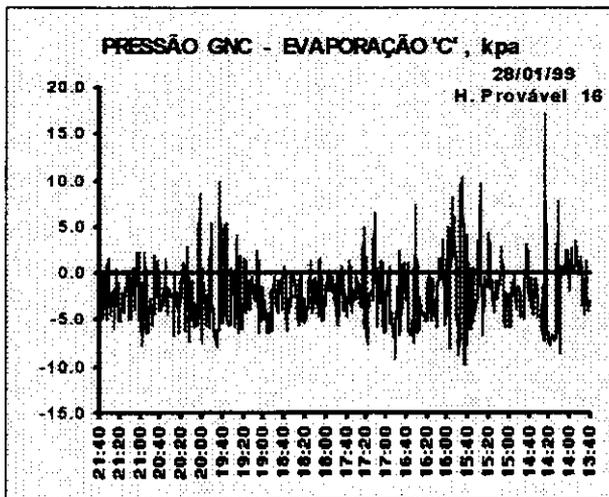


Figura 5 - Pressão de GNC na Evaporação C

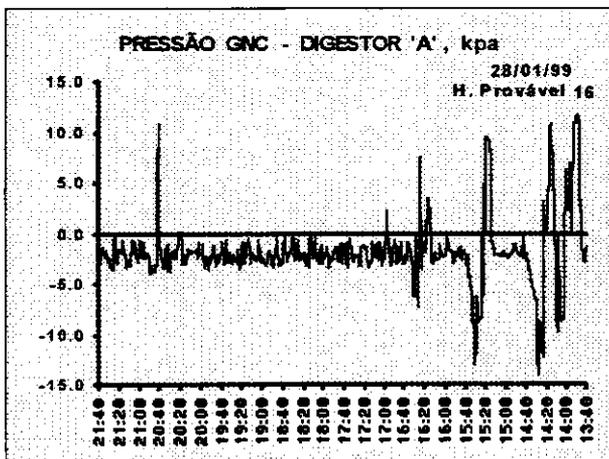


Figura 6 - Pressão de GNC no Digestor A

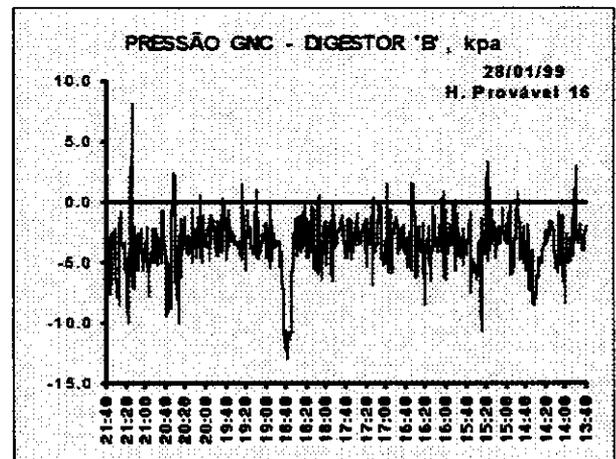


Figura 7 - Pressão de GNC no Digestor B

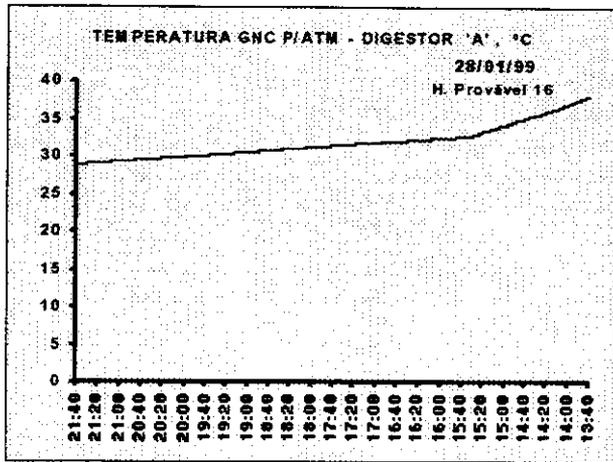


Figura 8 - Temperatura GNC p/atm. Digestor A

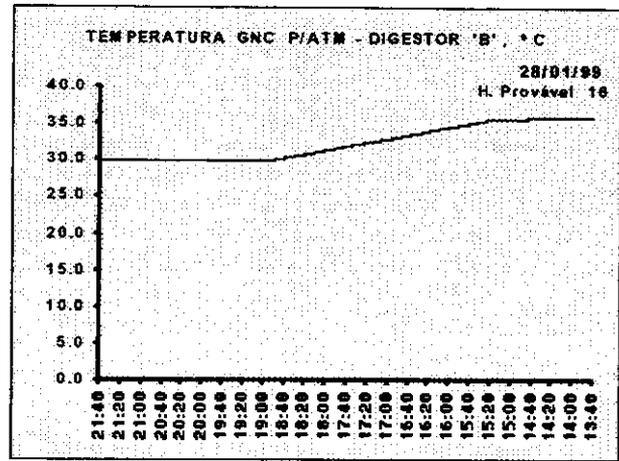


Figura 9 - Temperatura GNC p/atm. Digestor B

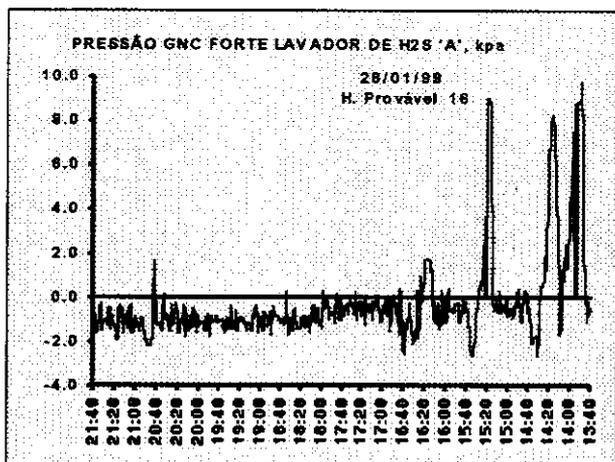


Figura 10 - Pressão GNC forte no Lavador de H<sub>2</sub>S A

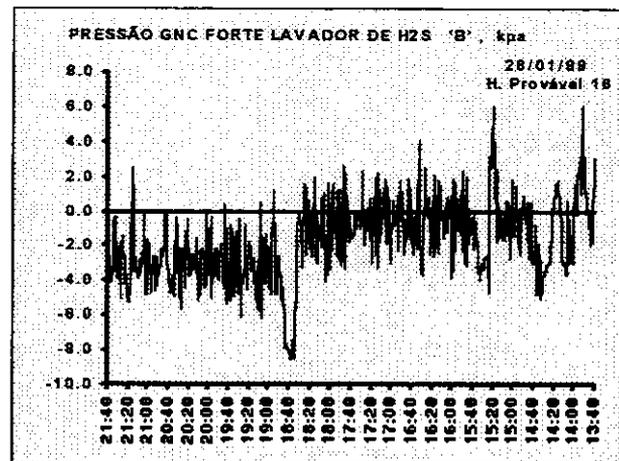


Figura 11 - Pressão GNC forte no Lavador de H<sub>2</sub>S B

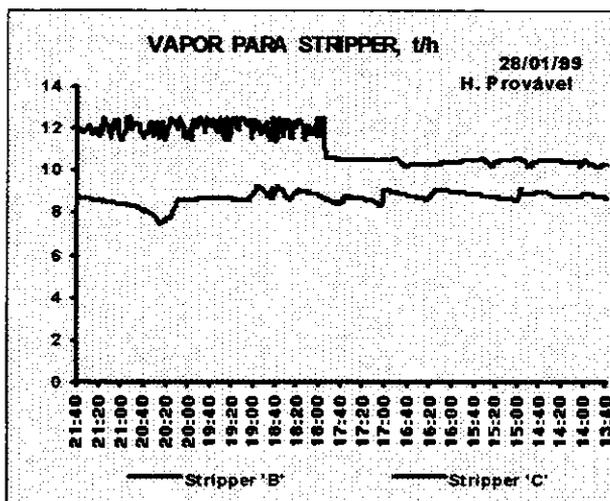


Figura 12 - Vapor destinado ao Strippers B e C

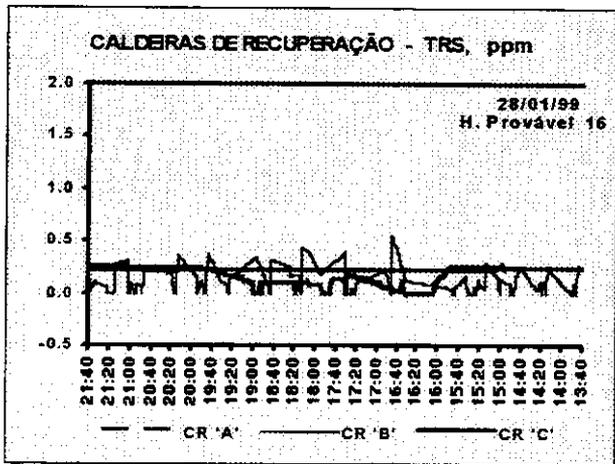


Figura 13 - Emissões TRS - Caldeiras de Recuperação

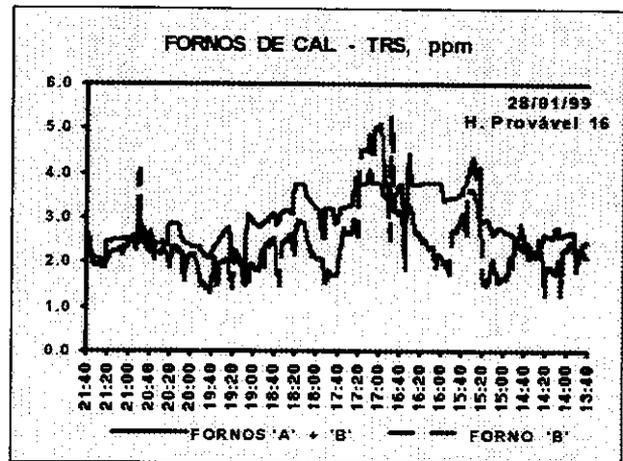


Figura 14 - Emissões de TRS dos Fornos de Cal

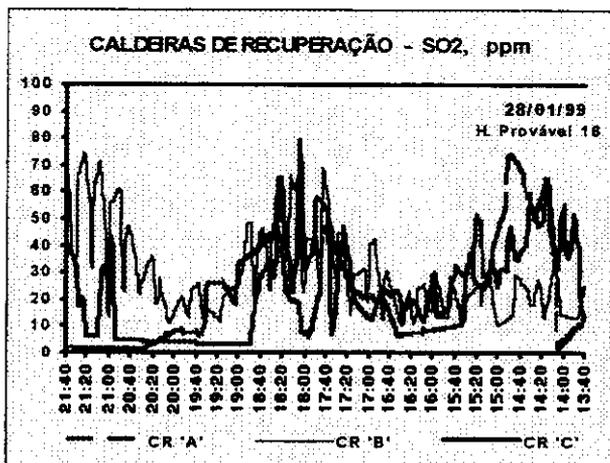


Figura 15 - Emissões SO2 - Caldeiras de Recuperação

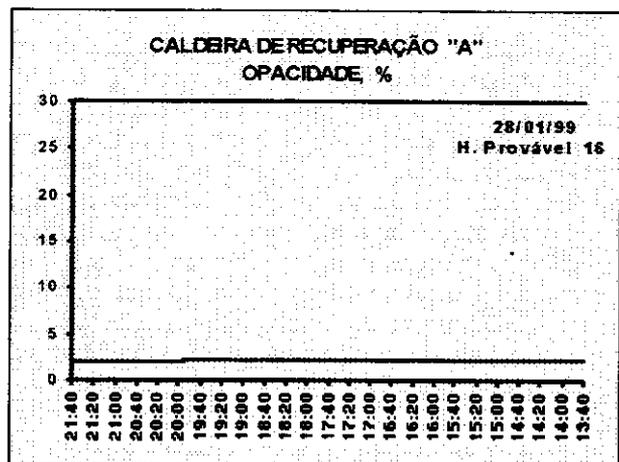


Figura 16 - Opacidade Caldeira de Recuperação A

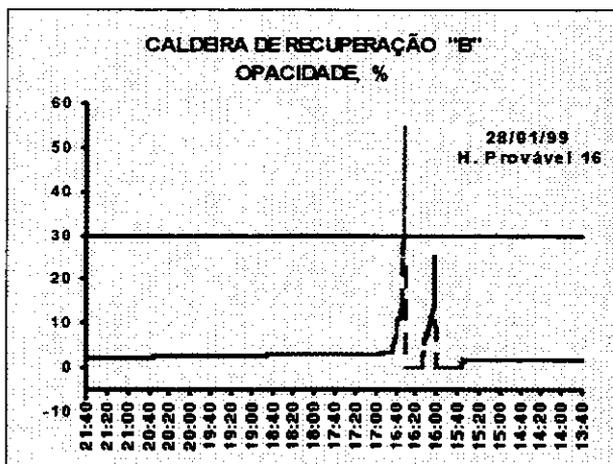


Figura 17 - Opacidade Caldeira de Recuperação B

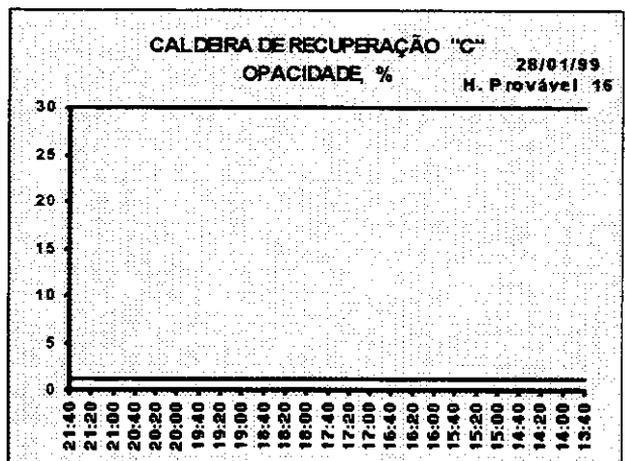


Figura 18 - Opacidade Caldeira de Recuperação C

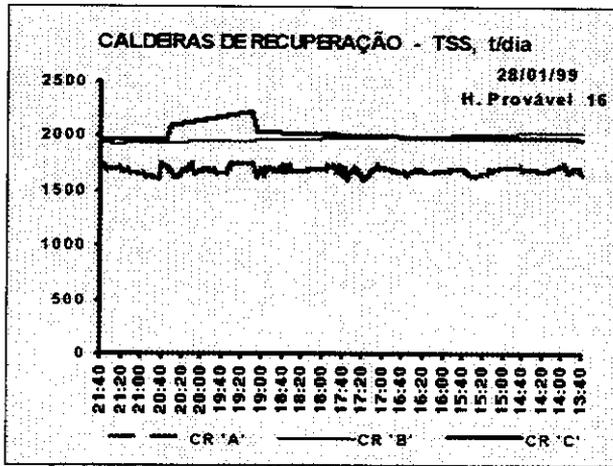


Figura 19 - Queima das Caldeiras de Recuperação

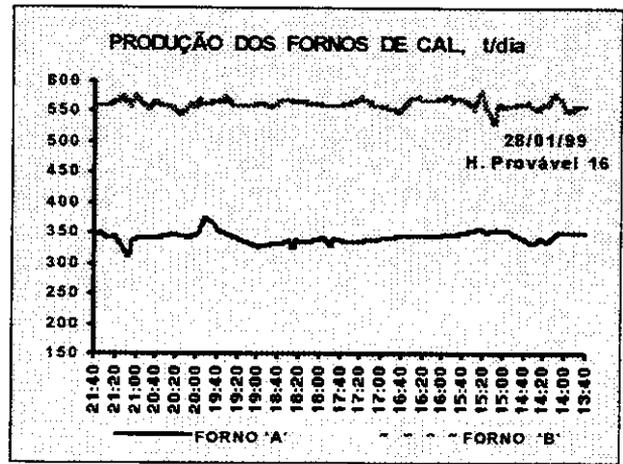


Figura 20 - Produção dos Fornos de Cal

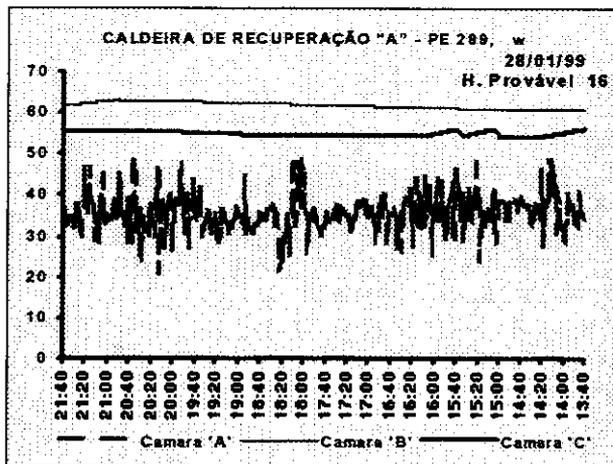


Figura 21 - P.E. 289 Caldeira de Recuperação A

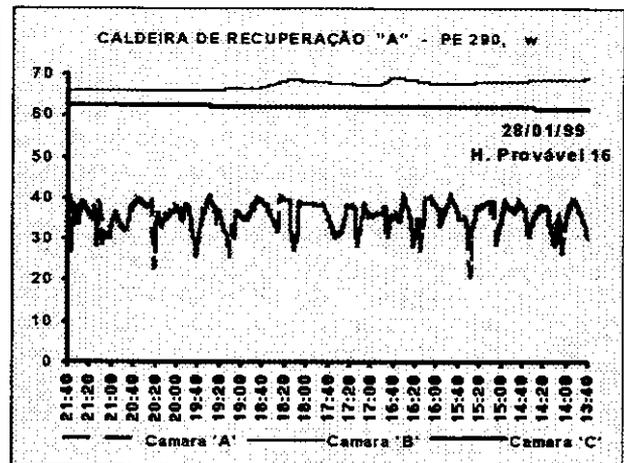


Figura 22 - P.E. 290 Caldeira de Recuperação A

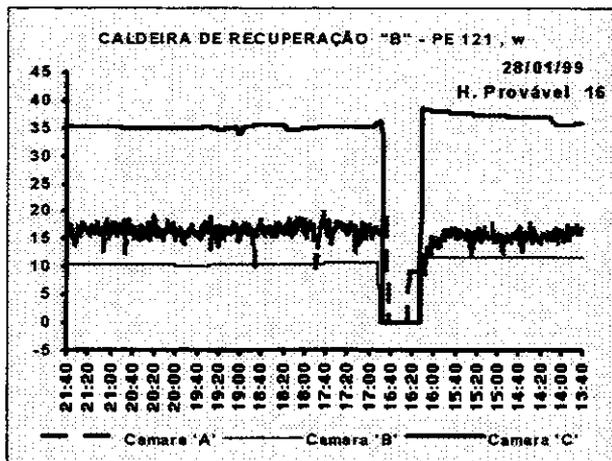


Figura 23 - P.E. 121 Caldeira de Recuperação B

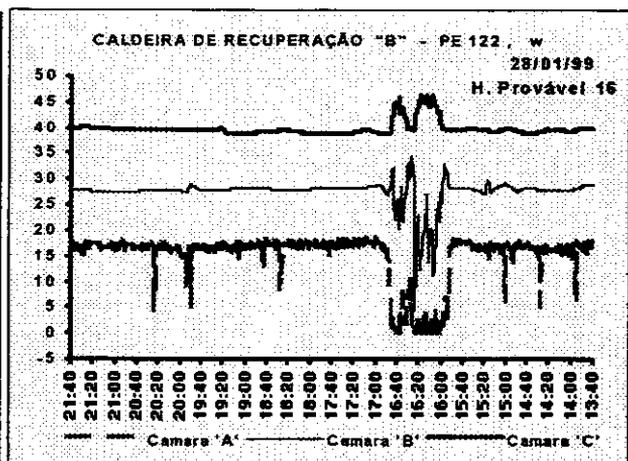


Figura 24 - P.E. 122 Caldeira de Recuperação B

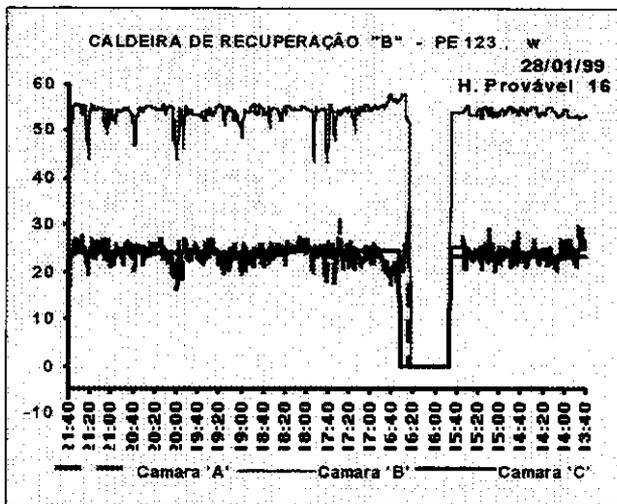


Figura 25 - P.E. 123 Caldeira de Recuperação B

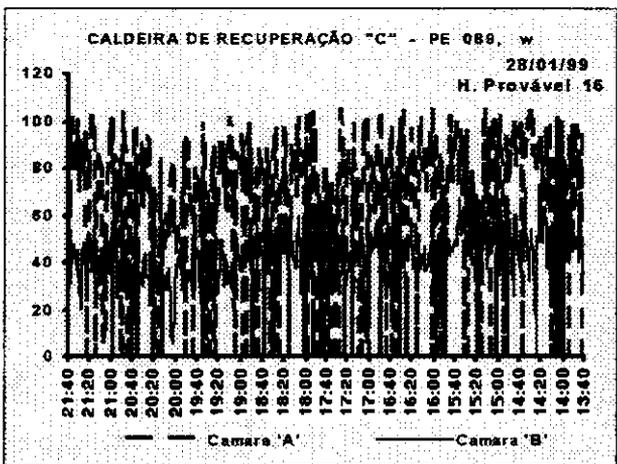


Figura 26 - P.E. 089 Caldeira de Recuperação C

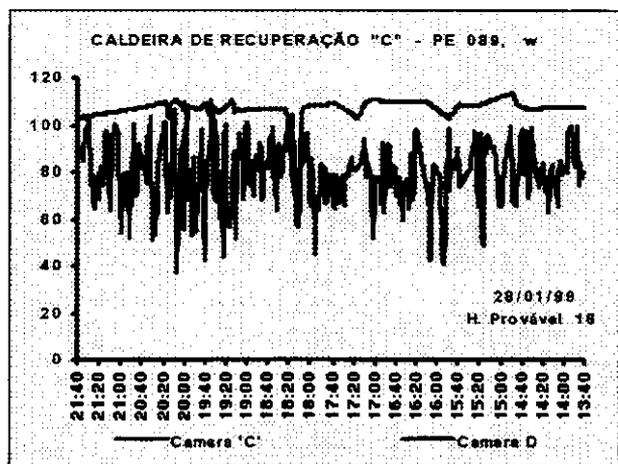


Figura 27 - P.E. 089 Caldeira de Recuperação C

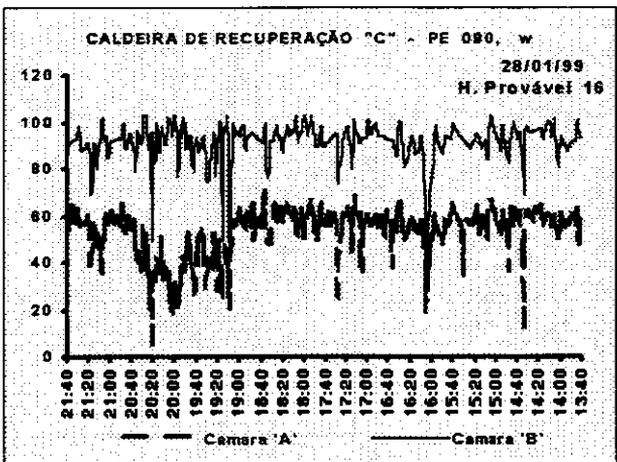


Figura 28 - P.E. 090 Caldeira de Recuperação C

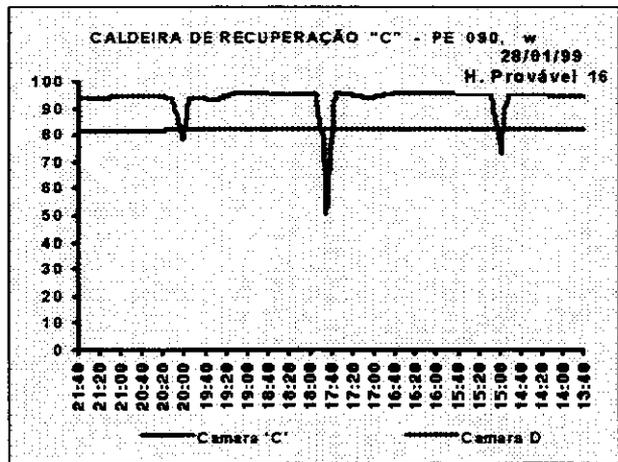


Figura 29 - P.E. 090 Caldeira de Recuperação C

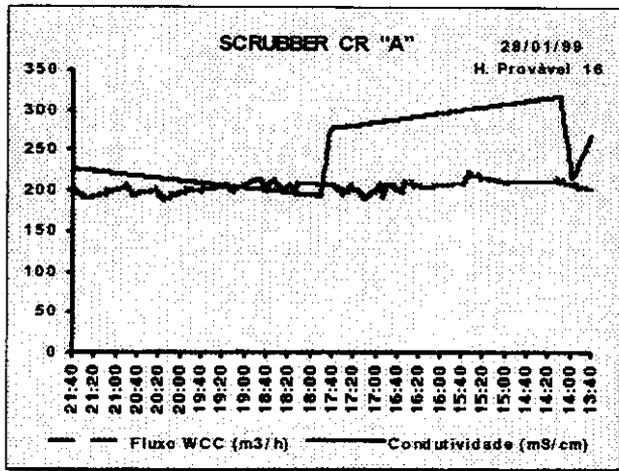


Figura 30 - Fluxo e condutividade no Scrubber CR A

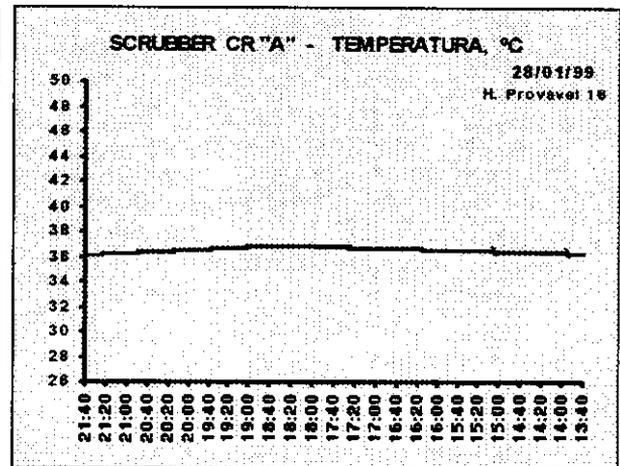


Figura 31 - Temperatura no Scrubber CR A

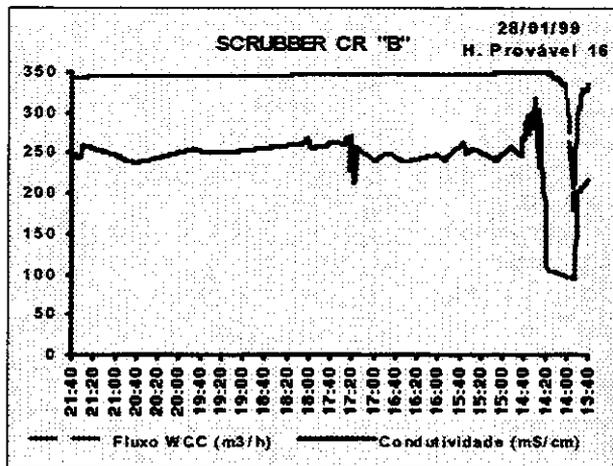


Figura 32 - Fluxo e condutividade no Scrubber CR B

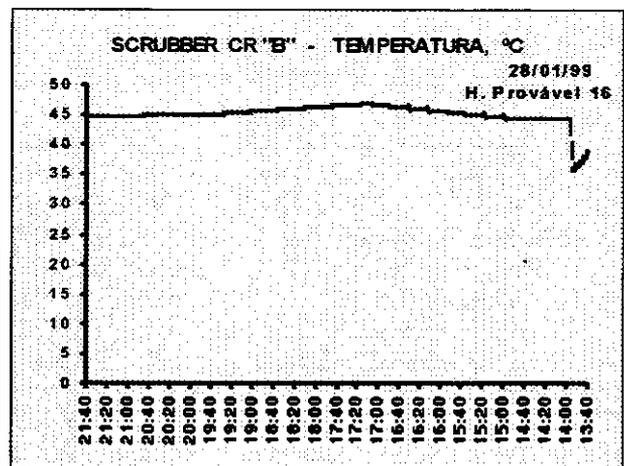


Figura 33 - Temperatura no Scrubber CR B

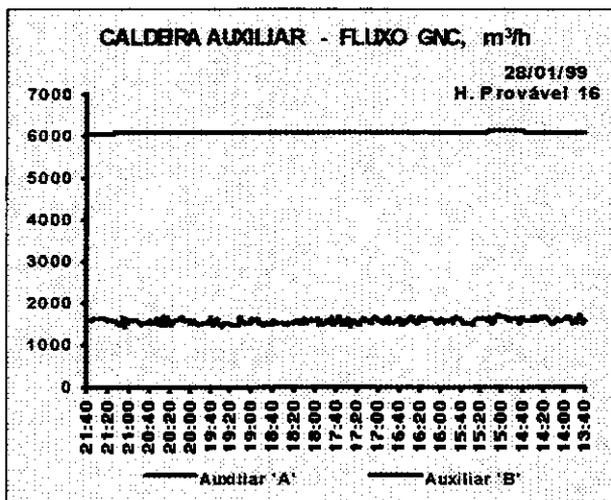


Figura 34 - Fluxo GNC Caldeira Auxiliar p/queima

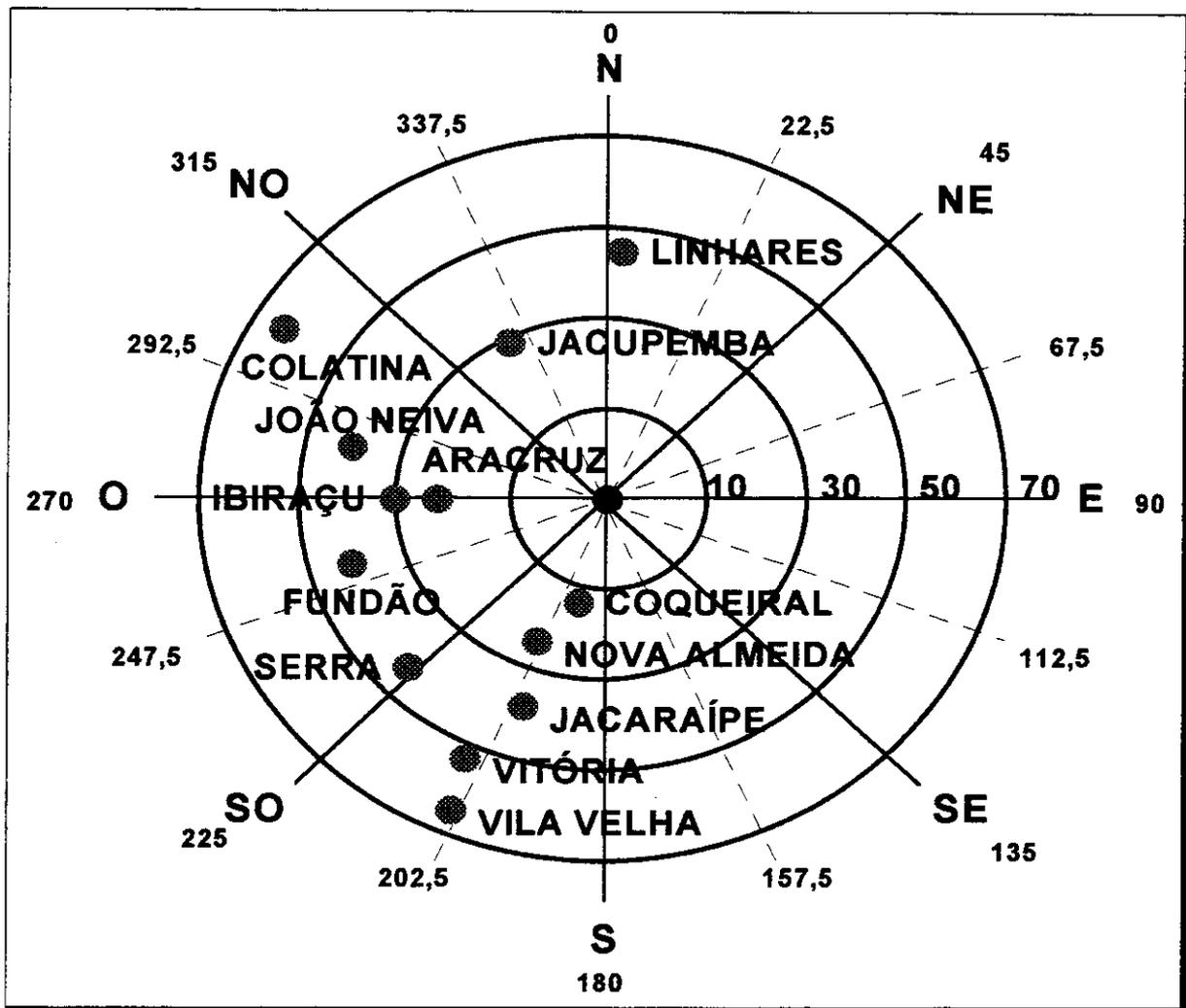


Figura 35 - Rosa do vento com a localização das cidades

DATA : 28/01/99 21:40

| DIREÇÃO DO VENTO (graus) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21:40                    | 20:40 | 19:40 | 18:40 | 17:40 | 16:40 | 15:40 | 14:40 | 13:40 |
| 4                        | 10    | 17    | 24    | 35    | 32    | 32    | 25    | 125   |

| VELOCIDADE DO VENTO (m/s) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21:40                     | 20:40 | 19:40 | 18:40 | 17:40 | 16:40 | 15:40 | 14:40 | 13:40 |
| 3.3                       | 3.3   | 3.2   | 2.8   | 2.2   | 2.7   | 2.5   | 2.4   | 3.1   |

| DISTÂNCIAS (km) X TEMPO (hora) |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 21:40                          | 20:40 | 19:40 | 18:40 | 17:40 | 16:40 | 15:40 | 14:40 | 13:40 |
| 3.0                            | 3.0   | 3.0   | 3.5   | 4.4   | 3.6   | 3.9   | 4.1   | 3.1   |

Dados da Estação de Meteorologia

**COMENTÁRIOS :**

Rompimento do selo na Evaporação B às 15:20 hs, 16:30 hs e 17:50 hs - GNC para atmosfera .

Rompimento do selo na Evaporação C às 14:20 hs .

Parada dos Precipitadores Eletrostáticos 121, 122 das 16:10 hs às 16:50 hs na Caldeira de Recuperação B .

Parada do Precipitador Eletrostático 123 das 15:50 hs às 16:30 hs na Caldeira de Recuperação B .

**CONCLUSÕES :**

A causa mais provável foi o rompimento dos selos da Evaporações B e C .

A parada dos Precipitadores Eletrostáticos da Caldeira de Recuperação B contribuiu com menor intensidade.

**6 BENEFÍCIOS IMEDIATOS ESPERADOS**

Gerencialmente, a adoção do sistema de rastreabilidade de odor nas instalações da Aracruz Celulose S.A., consolida um esforço técnico e político para a manutenção de condições ambientais adequadas que possibilitem a inserção da empresa na comunidade, sobretudo com um alto grau de confiança mútua, gerada pelo respeito e pelo uso de técnicas sofisticadas, devidamente desmistificadas perante os participantes da Rede de Percepção de Odor (RPO).

Internamente, o sistema de rastreabilidade de odor permite a abertura de canais de ligação entre a gerência de meio ambiente, operação e manutenção com base em dados sólidos e altamente confiáveis, definidores de parâmetros que usam uma linguagem técnica comum a todas essas áreas. Estas características levam a um tipo de trabalho mais coeso com consequente redução dos níveis de emissão de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) e com menores impactos negativos sobre a sociedade.

A consolidação da prática de redução de emissões causadoras de odor pode ser vista nos dez procedimentos básicos para redução de odor . Esta prática foi implantada na Aracruz Celulose S.A. e também está vinculada as normas ambientais.

- 1) Não desviar gases não condensáveis (GNC - forte e diluído) para a atmosfera.
- 2) Não by-passar os lavadores de gases dos tanques de dissolução.
- 3) Manter a maior eficiência de operação dos Precipitadores Eletrostáticos.
- 4) Não partir as Evaporações nos horários compreendidos entre 17 e 22 horas.
- 5) Manter os Strippers operando.
- 6) Manter os níveis de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) dos Fornos de Cal abaixo de 4 ppm, como média móvel de 6 horas consecutivas.
- 7) Manter os níveis de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) das Caldeiras de Recuperação abaixo de 1 ppm, como média móvel de 6 horas consecutivas.
- 8) Manter vazamento zero de gases (Emissões Fugitivas) nas áreas, principalmente na área dos Silos de Cavacos.
- 9) Manter as pressões de gases não condensáveis (GNC) das Evaporações e Digestores abaixo de 15 Kpa.
- 10) Manter a sulfidez do licor branco entre 30 e 32 % .

**Nota: Sempre que um item deste for descumprido, a área deve abrir Relatório de Não Conformidade, de acordo com o Procedimento NPC/QMS-001.**

## **7 RESULTADOS / GANHOS**

Respostas com maior confiabilidade à comunidade  
Implantação dos 10 procedimentos básicos para redução de odor  
Identificação e correção de imediato do problema  
Redução nas reclamações de odor  
Aumento na eficiência gerencial no controle das emissões  
Aumento da margem de confiança da informação recebida pela população  
Eliminação das chaminés dos tanques de dissolução das Caldeiras de Recuperação "A" e "B".

## **8 CONCLUSÕES**

O sistema de rastreabilidade de odor da Aracruz Celulose S.A. está sendo implantado como uma consequência natural do desenvolvimento dos trabalhos realizados com a rede de percepção de odor - RPO. Tendo como objetivo uma abordagem segura e minimamente sujeita a erros de interpretação, o sistema de rastreabilidade permite a verificação exata de qualquer problema surgido com os circuitos de gases não condensáveis (GNC) e de disposição final de Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) através do monitoramento on-line de parâmetros disponibilizados no Information Process (PI). Paralelamente, toda a segurança técnica de localização de possíveis problemas de processo que produziriam percepções de odor extra-fábrica é decodificada para a comunidade, gerando um ambiente salutar de mútua confiança e participação, fundamentais para o sucesso de mecanismos gerenciais de controle de contaminação atmosférica, visto que a realidade é mostrada em sua verdadeira grandeza sem as ampliações características, geradas pela desinformação e sua manipulação. Implementações de novos parâmetros de monitoramento, bem como o aprofundamento de estudos sobre a capacidade dispersiva micrometeorológica irão permitir o aprimoramento das técnicas de previsão de percepção de odor, estimando-se que em breve futuro, sub-sistemas especialistas ou com base em redes neurais possam gerar alertas sobre condições conjuntas que levariam a percepções de odor, possibilitando a tomada de medidas corretivas antes do eventos incômodo ser causado.

## **9 BIBLIOGRAFIA**

Oliveira Filho, A. C e Queiroz R. S, Avaliação dos resultados de controle de odor a partir da operação da rede de percepção de odor da Aracruz Celulose SA, Seminário de Meio Ambiente em Indústrias de Processo, São Paulo, 1998.

Queiroz, R.S, Análise de comunicações de percepção de odor e resultados da modelagem da dispersão de TRS - ano de 1998, Relatório Técnico, 1999.

Queiroz, R. S. Et allii, Avaliação da capacidade dispersiva da atmosfera em uma dada região, Anais do XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, 1997.

Belli Fº e Henrique Lisboa, Avaliação de Emissões Odorantes  
Engenharia Sanitária e Ambiental, vol 3 nº 3 jul/set e nº 4 out/dez, 1998.

Trinity Consultants, Handbook for the use of ISCST3 model, 1997.