



Conceitos e Inovações em Digestores Contínuos

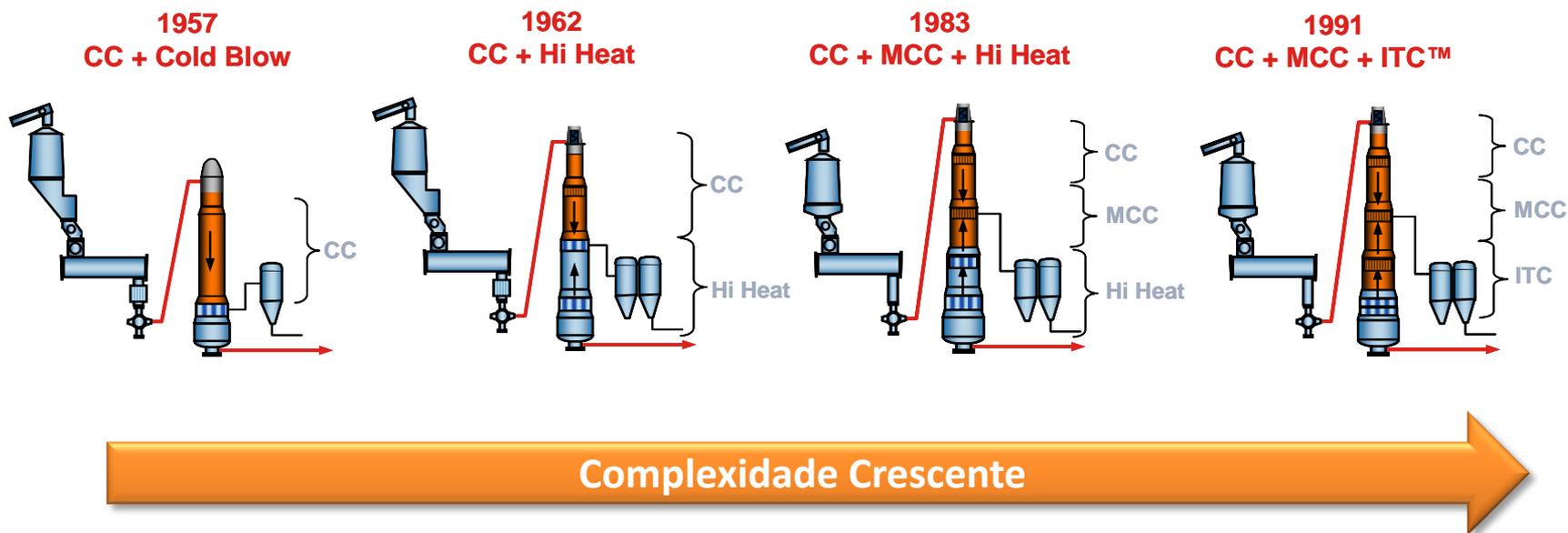
André Domingues

Conceito e Inovações em Digestores Contínuos

- Evolução do Cozimento Contínuo.
- Lavagem no Cozimento Contínuo.
- Cozimento Contínuo de Alto Rendimento.
- Futuro do Cozimento Contínuo.

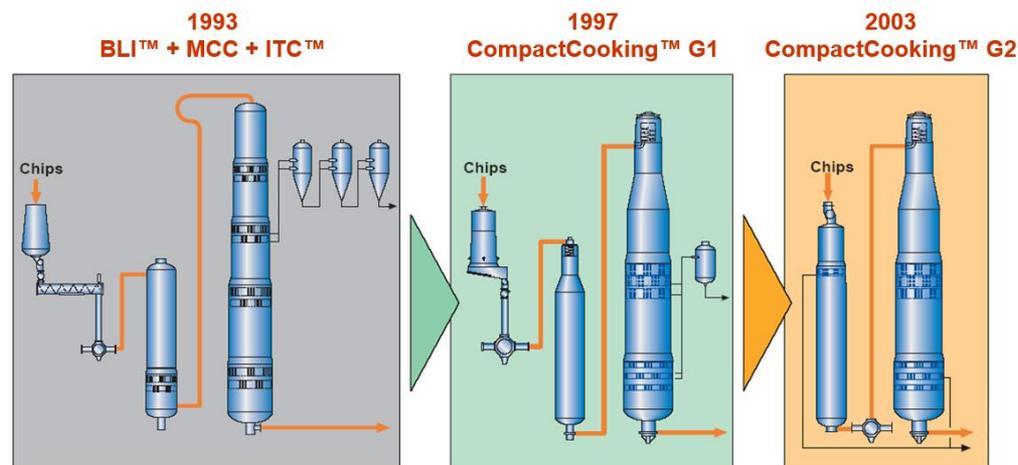
Evolução do Cozimento Contínuo.

Evolução Tecnológica do Cozimento Contínuo



Até o final dos anos 80, a complexidade das plantas de cozimento contínuo aumentou com o objetivo de melhorar a qualidade do produto e, principalmente, reduzir custos operacionais na linha de fibras. Em contrapartida, aumentou-se os custos de instalação de tais plantas.

Evolução Tecnológica do Cozimento Contínuo



Simplicidade Crescente

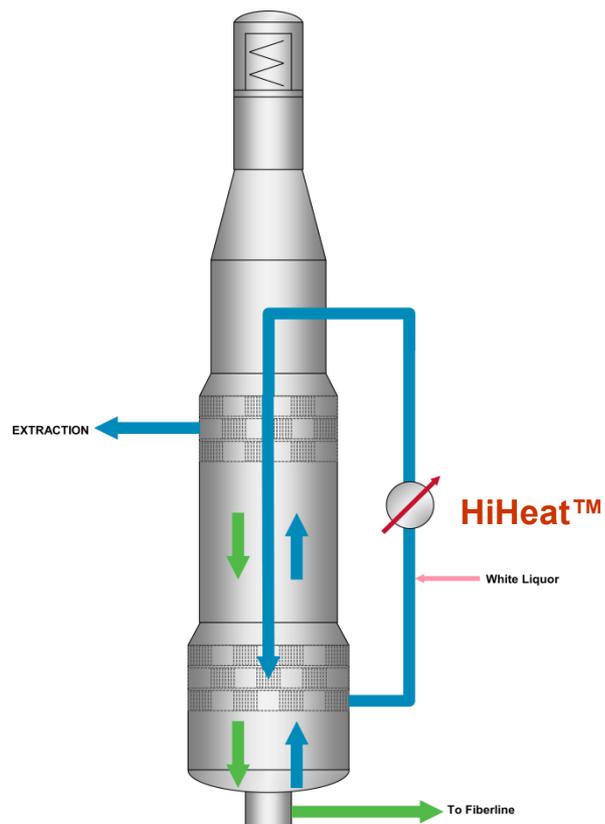
A partir dos anos 90, iniciou-se um movimento de simplificação do Cozimento Contínuo com intuito de reduzir os custos de instalação, mantendo qualidade e redução dos custos operacionais. Esta simplificação, no entanto, resultou em perda de flexibilidade operacional.

Evolução Tecnológica do Cozimento Contínuo

- Plantas de cozimento contínuo são processos industriais que estão em constante aprimoramento há décadas. Não há períodos de estagnação evolutiva desde seu surgimento e a cada ciclo de cerca de 10 anos, estabelece-se um novo “padrão”.
- Os aprimoramentos realizados ao longo dos últimos 60 anos visavam fazer demandas específicas em cada período.
 - Aumento da qualidade da polpa produzida.
 - Lavadores com baixa eficiência na linha de fibras
 - Redução de consumo de vapor
 - Estabilidade operacional
 - Produções maiores.
- Apesar de ser um processo industrial considerado “consolidado” por muitos, há ainda bastante espaço para inovações que resultem em ganhos (\$\$\$) na planta de cozimento e em áreas correlatas.

Lavagem no Cozimento Contínuo.

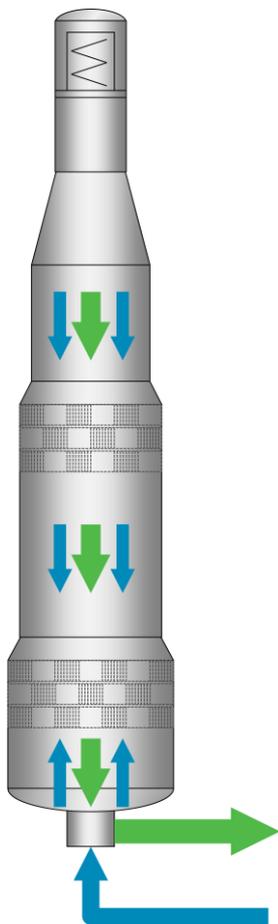
Lavagem no Cozimento Contínuo



- Conceito de lavagem a quente em digestor contínuo (Hi-Heat™) foi desenvolvido na década de 60 e ajudou a popularizar a tecnologia de cozimento contínuo.
- Esta lavagem consistia na adição / circulação de licor de fraco e licor branco (para correção de álcali), previamente aquecido com vapor, em uma zona contracorrente específica do digestor que ocupada de 30 a 50% do tamanho total do vaso.
- Utilizado em muitos digestores até os anos 80. Porém com a demanda crescente de produção e a melhoria dos sistemas de lavagem na linha de fibras, sua influência no digestor foi diminuindo até praticamente desaparecer a partir dos anos 90.

Lavagem no Cozimento Contínuo

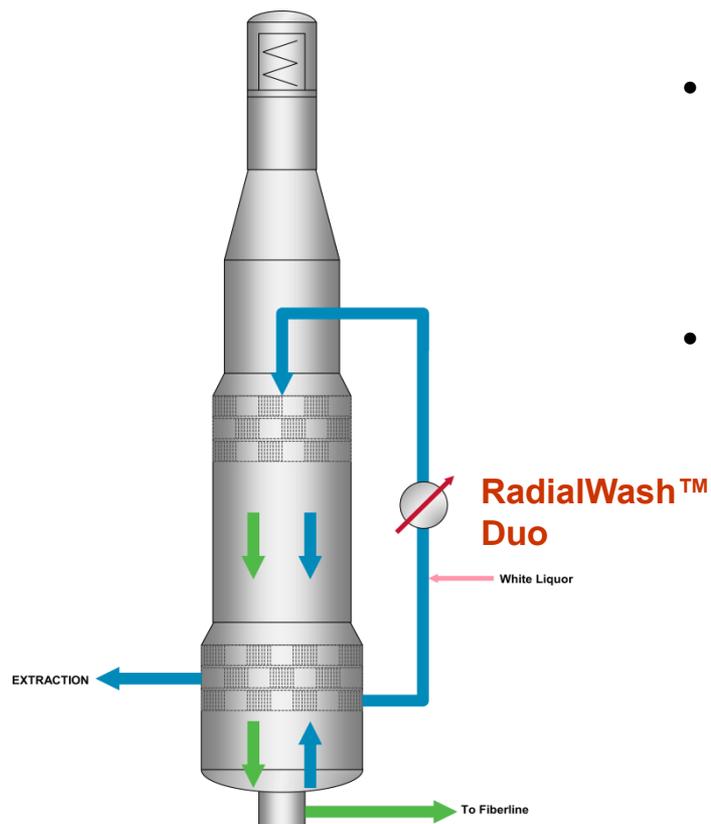
Conceito Lavagem a Quente Revisitado



- Importante verificar a dupla função da lavagem a quente:
 - Zona de Lavagem do Digestor (função principal).
 - Zona de cozimento do Digestor (função secundária).
- Digestores modernos atualmente possuem configurações distintas daqueles quando a lavagem a quente foi introduzido:
 - Zona de lavagem mínima (cerca de 10% do total).
 - Zonas de cozimento concorrentes.
 - Digestores com grande diâmetros.

Lavagem no Cozimento Contínuo

Conceito Lavagem a Quente Revisitado

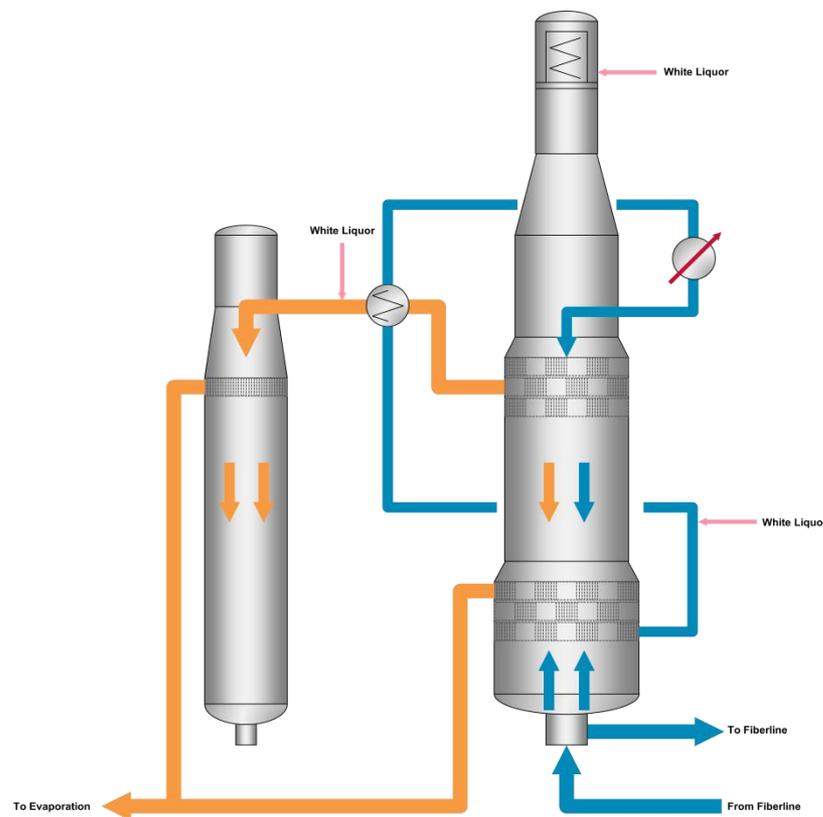


- Necessidade de modificação do conceito para atendimento das configurações específicas dos novos digestores.
- Zona de cozimento modificada para funcionar também como uma zona de lavagem do digestor.

Lavagem no Cozimento Contínuo

Conceito Lavagem a Quente Revisitado

- Instalação em planta de cozimento contínuo com sistema de dois vasos e digestor fase vapor.
- Reaproveitamento de vapor utilizando extração existente do digestor.
- Balanço hidráulico do digestor pode ser mantido através...
 - ... Da extração superior para o vaso de impregnação.
 - ... Do aumento da relação licor-madeira da zona subsequente de cozimento.



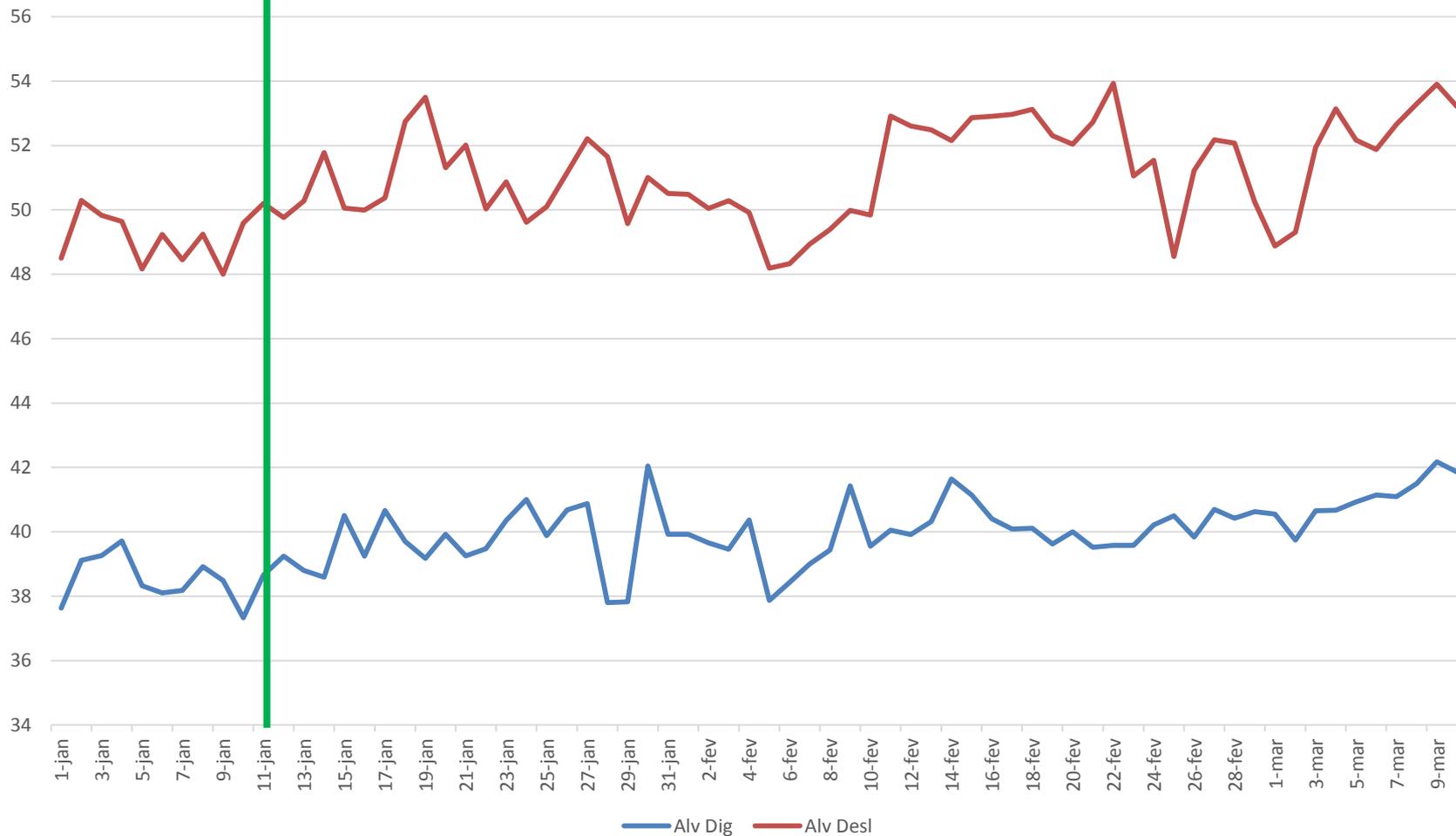
Lavagem no Cozimento Contínuo

DQO DIGESTOR



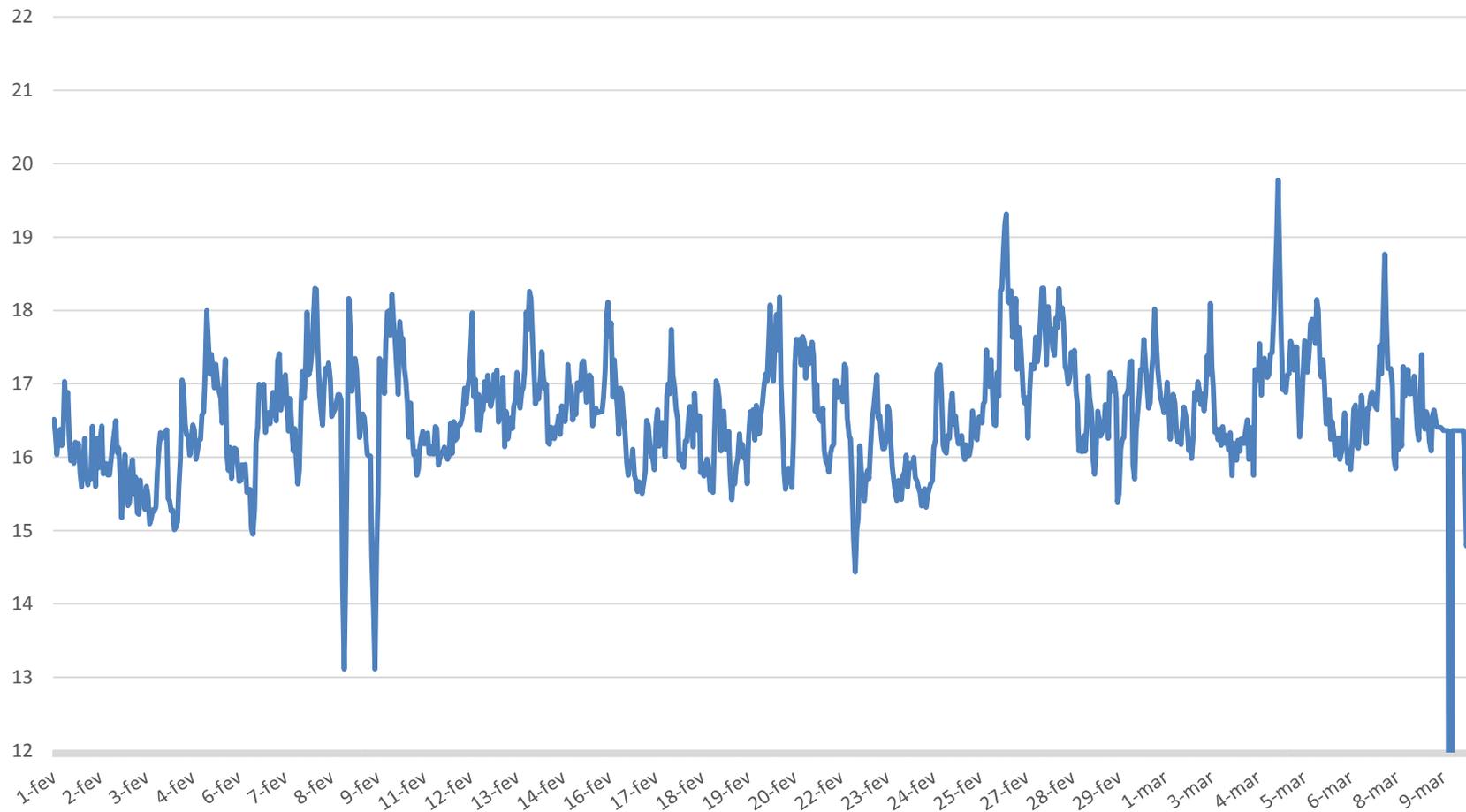
Lavagem no Cozimento Contínuo

ALVURA DIGESTOR E DESLIGNIFICAÇÃO



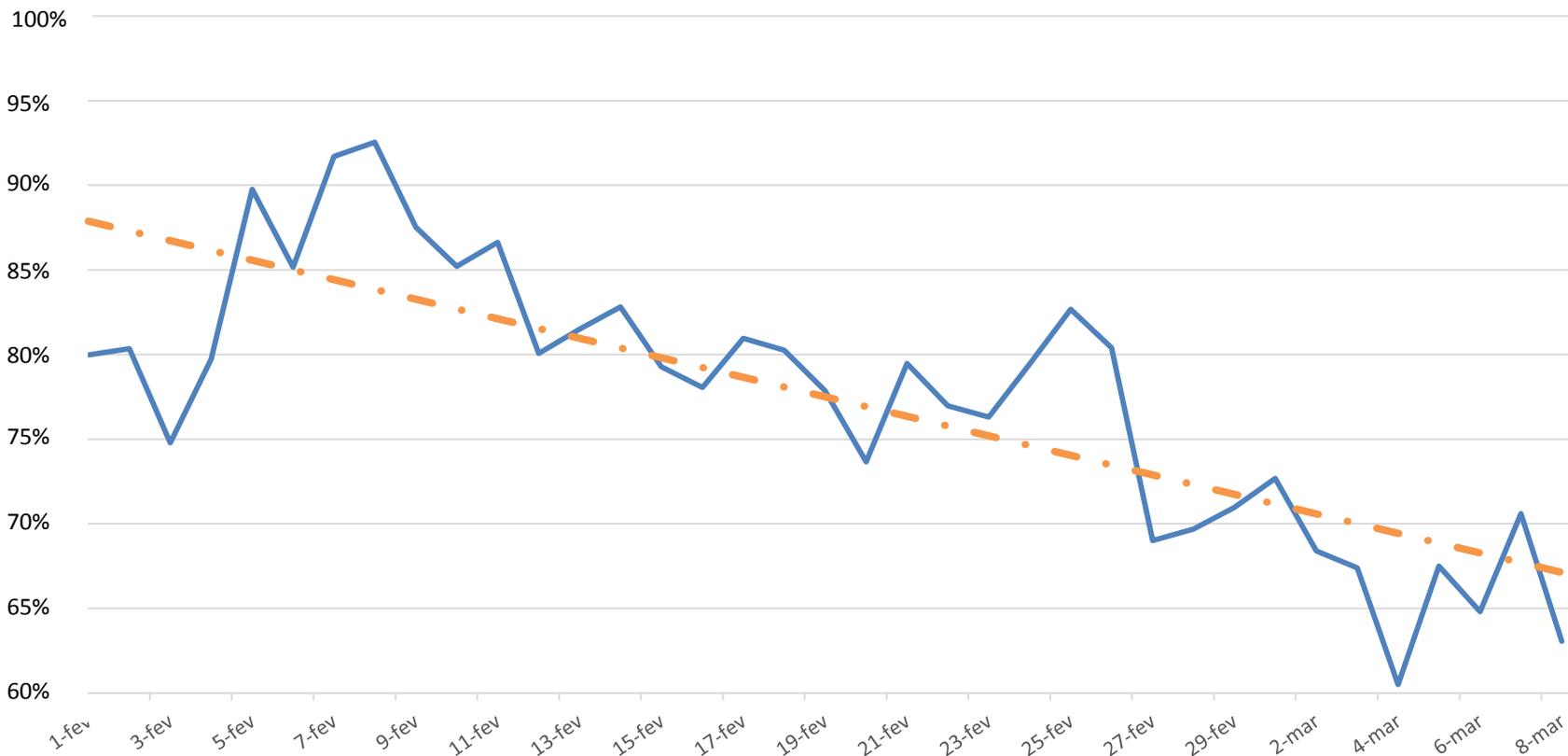
Lavagem no Cozimento Contínuo

KAPPA DIGESTOR

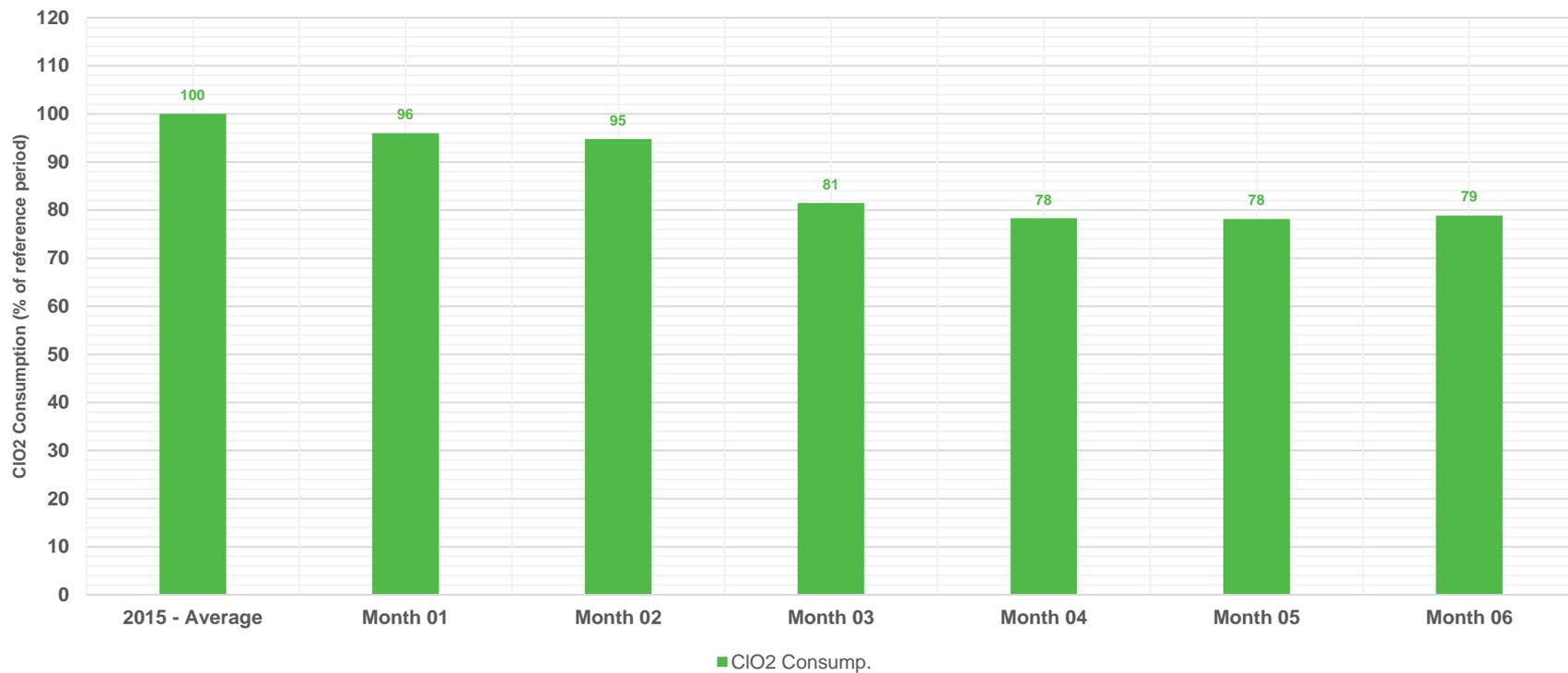


Lavagem no Cozimento Contínuo

DIÓXIDO DE CLORO



Lavagem no Cozimento Contínuo



Lavagem no Cozimento Contínuo

- É factível implementar o conceito de lavagem a quente em digestores concorrentes.
- Resultados comprovam redução na DQO da descarga do digestor bem como o aumento da branqueabilidade da polpa na saída do digestor.
- Conceito de lavagem a quente possibilitou aumento da flexibilidade operacional através da:
 - Adição de novo ponto de adição de álcali.
 - Adição de novo ponto de aquecimento no digestor.

Cozimento Contínuo de Alto Rendimento.

Cozimento Contínuo de Alto Rendimento



- Tendência moderna de “Mega-mills” – fábricas com grande capacidade produtiva (>1.5MADtBy) baseada em linhas única de processo.
- Nesta tendência, a busca por processos de cozimento que provém rendimentos maiores pode resultar em significativa redução de custos em uma fábrica de celulose.
 - Redução no consumo específico de madeira
 - Redução na demanda das ilhas de recuperação.
- Dois processos atualmente se destacam pela simplicidade e aplicabilidade imediata:
 - Cozimento a Alto Kappa.
 - Cozimento com Polissulfeto.

Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Cozimento Alto Kappa (High Kappa)

- Trabalho publicado por Helena Wedin (Aspects of extended impregnation kraft cooking for high-yield pulping of hardwood) em 2012.
- Demonstrou a factibilidade da produção de polpa HW de kappa até 27 sem que haja necessidade de desfibrção mecânica ou o aumento significativo de rejeitos.
- Ponto-chave para aplicação em HW: **Longo tempo de impregnação.**



KTH Chemical Science
and Engineering

Aspects of extended impregnation kraft
cooking for high-yield pulping of hardwood

Helena Wedin

Doctoral Thesis

KTH Royal Institute of Technology
School of Chemical Science and Engineering
Department of Fibre and Polymer Technology
Division of Wood Chemistry and Pulp Technology

Stockholm 2012

Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Cozimento com Polissulfeto (PS)

- Tecnologia de cozimento com polissulfeto (licor laranja) é conhecida há bastante tempo e já foi utilizada comercialmente nos anos 80 e 90 em cozimentos SW.
- Busca por cozimento de alto rendimento, aliado com particularidade específicas do cozimento moderno (impregnação longa) resgataram esta tecnologia.
- Ponto-chave para aplicação em HW: **Longo tempo de impregnação a baixa temperatura.**



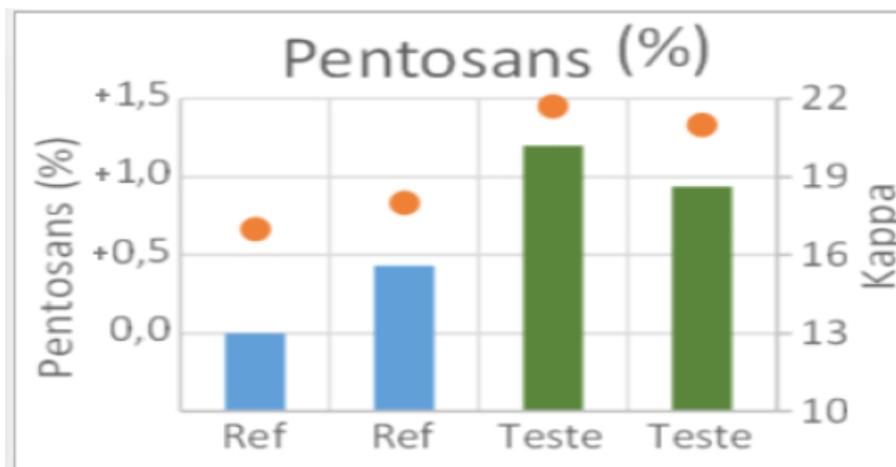
Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Teste Industrial – Cozimento Alto Kappa

- Antonio Elias S. BOSQUE JR. e outros: Pulping Eucalyptus at high kappa Number - a mil experience (2015).
- Teste industrial em planta de cozimento contínuo com vaso de impregnação atmosférico para kappa até 23 (kappa nominal de 17).
- Resultados demonstraram a factibilidade de se aumentar o kappa para acima dos valores usuais sem que haja perda da capacidade de desfibrção do mesmo, com manutenção ou aumento do nível de qualidade da polpa produzida.
- Aumento no rendimento em celulose, corroborado com a redução na carga de sólidos para a caldeira de recuperação.

Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Teste Industrial – Cozimento Alto Kappa



Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

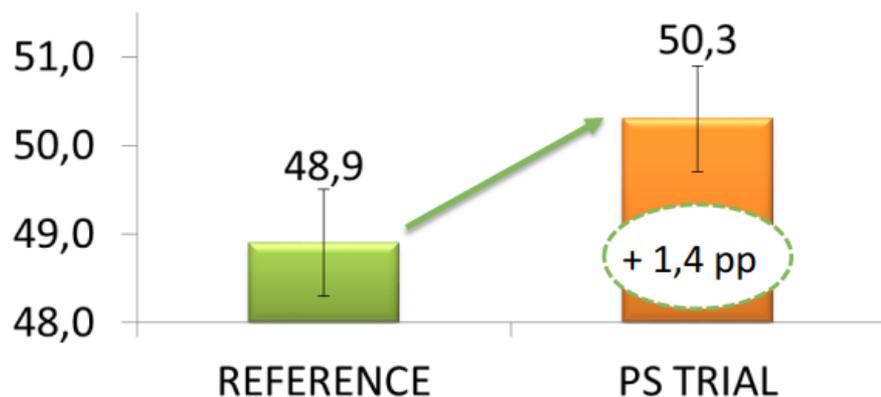
Teste Industrial – Cozimento Polissulfeto

- Otavio Mambrim Filho e outros: Polysulfide cooking technology developed for hardwood (2017).
- Teste industrial longo (30 dias) em planta de cozimento contínuo com vaso de impregnação atmosférico utilizando licor laranja com fonte principal de álcali.
- Resultados demonstraram a factibilidade da aplicação da tecnologia de polissulfeto em plantas de cozimento contínuo HW com a manutenção ou aumento do nível de qualidade da polpa produzida.
- Aumento no rendimento em celulose, corroborado com a redução de carga para a caldeira de recuperação.

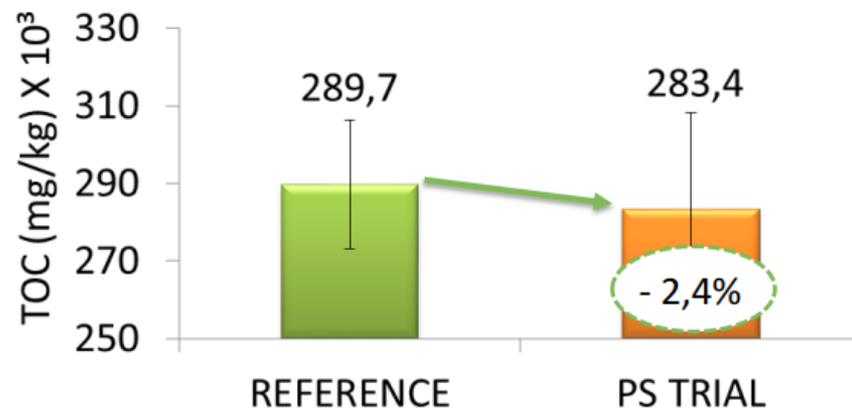
Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Teste Industrial – Cozimento Polissulfeto

Total carbohydrates in pulp
(% on wood)

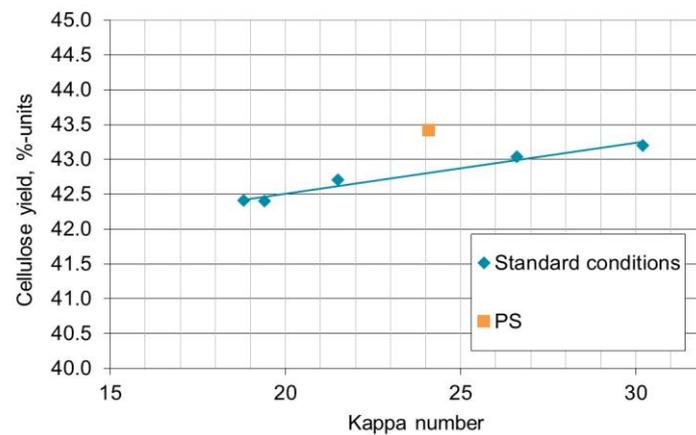
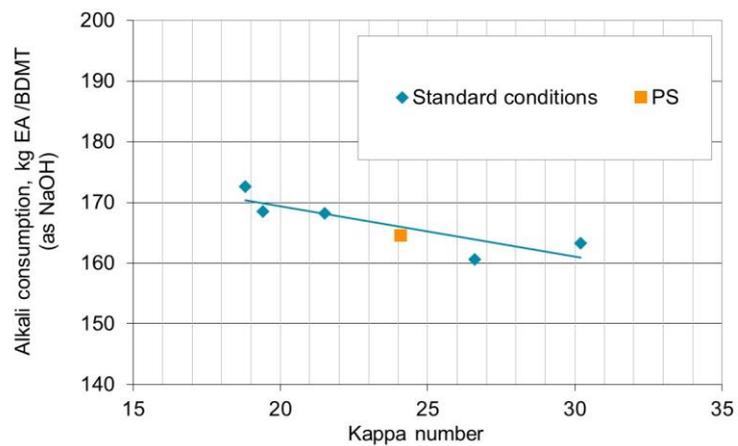
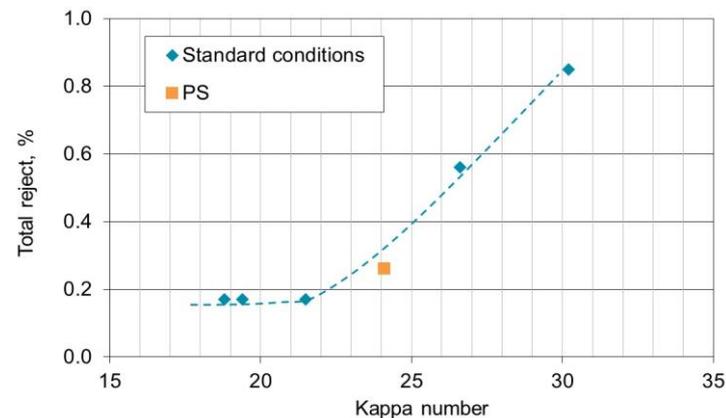
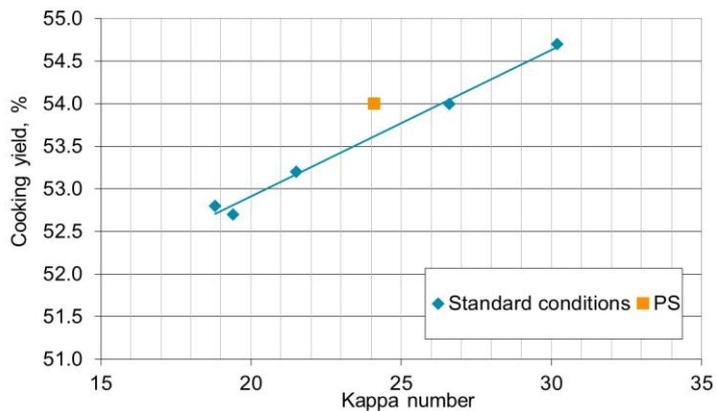


TOC - Total organic carbon (mg/kg)



Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

Comparação - Cozimento Alto Kappa e Cozimento Polissulfeto



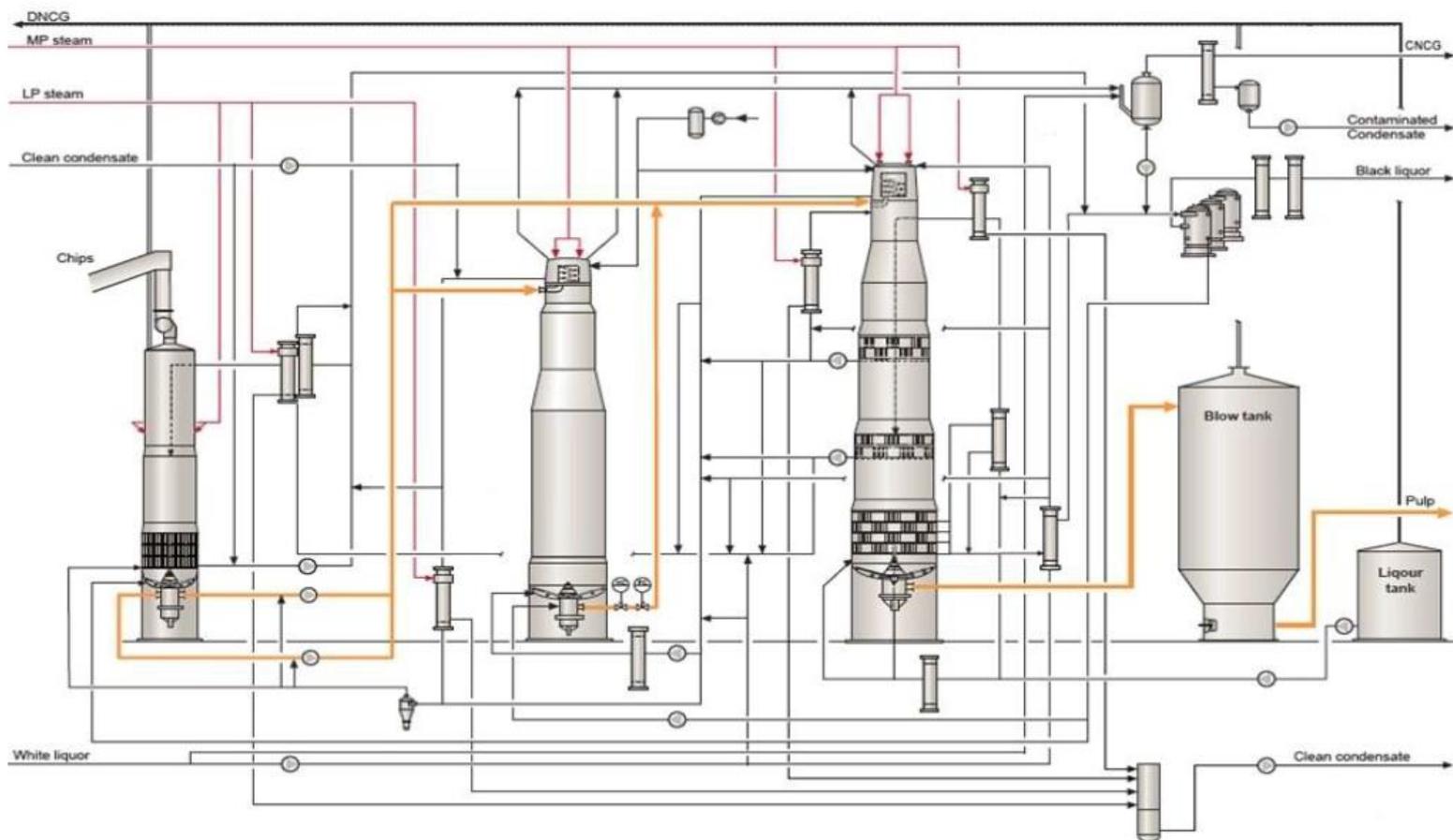
Cozimento Contínuo de Alto Rendimento

- Tanto cozimento para alto kappa quanto o cozimento com o uso de polissulfeto apresentam viabilidade de implantação em plantas de cozimento contínuo.
- Apesar de testes industriais terem sido realizados em plantas de cozimento existentes, é necessário investimentos em equipamentos para possibilitar a operação em forma contínua:
 - No caso do polissulfeto, faz-se necessário avaliar / implantar uma impregnação longa a baixa temperatura anterior a fase de cozimento. Além disto, faz-se necessário adquirir a tecnologia de produção de licor laranja (modificações na planta de caustificação).
 - No caso do cozimento alto kappa, também é necessário avaliar / implementar uma impregnação longa anterior a fase de cozimento. Além disto, faz-se necessário avaliar / implantar uma deslignificação robusta de forma a possibilitar a redução do kappa para valores usuais na entrada do branqueamento.
- Atenção especial deve ser dada quanto a matéria-prima, uma vez que estudos laboratoriais para ambas as tecnologia revelam ampla variabilidade de resultados.

Futuro do Cozimento Contínuo.

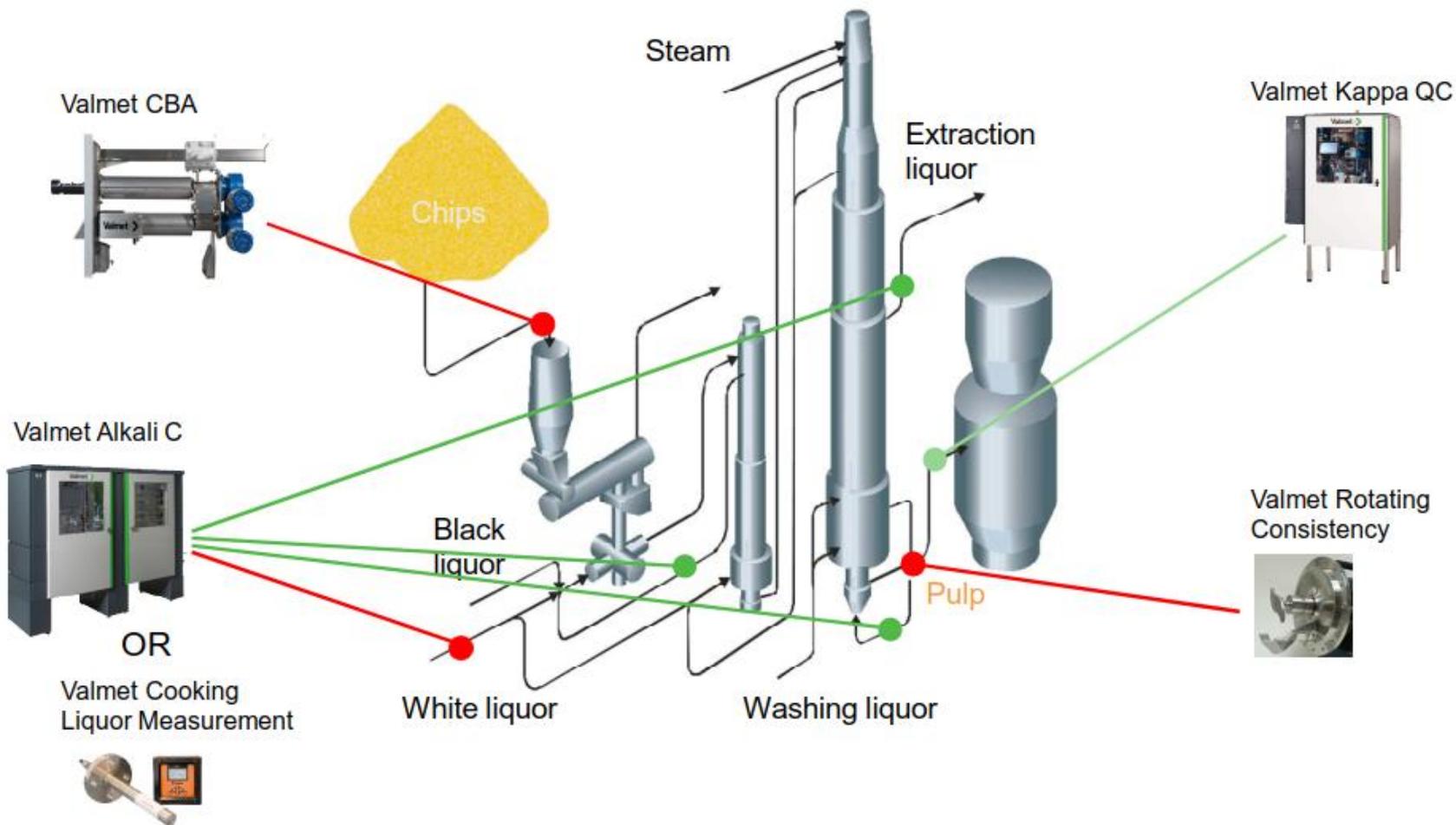
Futuro do Cozimento Contínuo

Cozimento Contínuo para produção de Celulose Solúvel



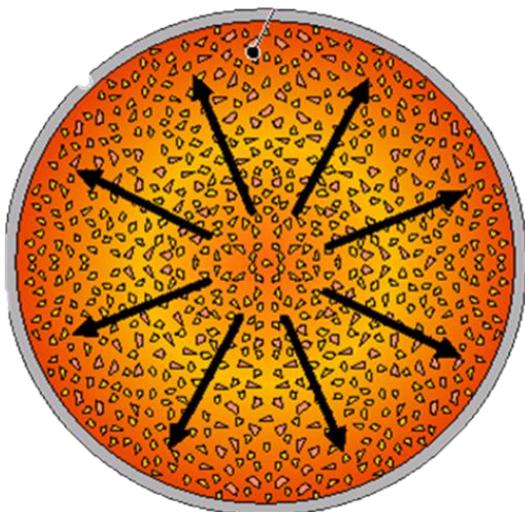
Futuro do Cozimento Contínuo

Internet Industrial e monitoramento do Processo



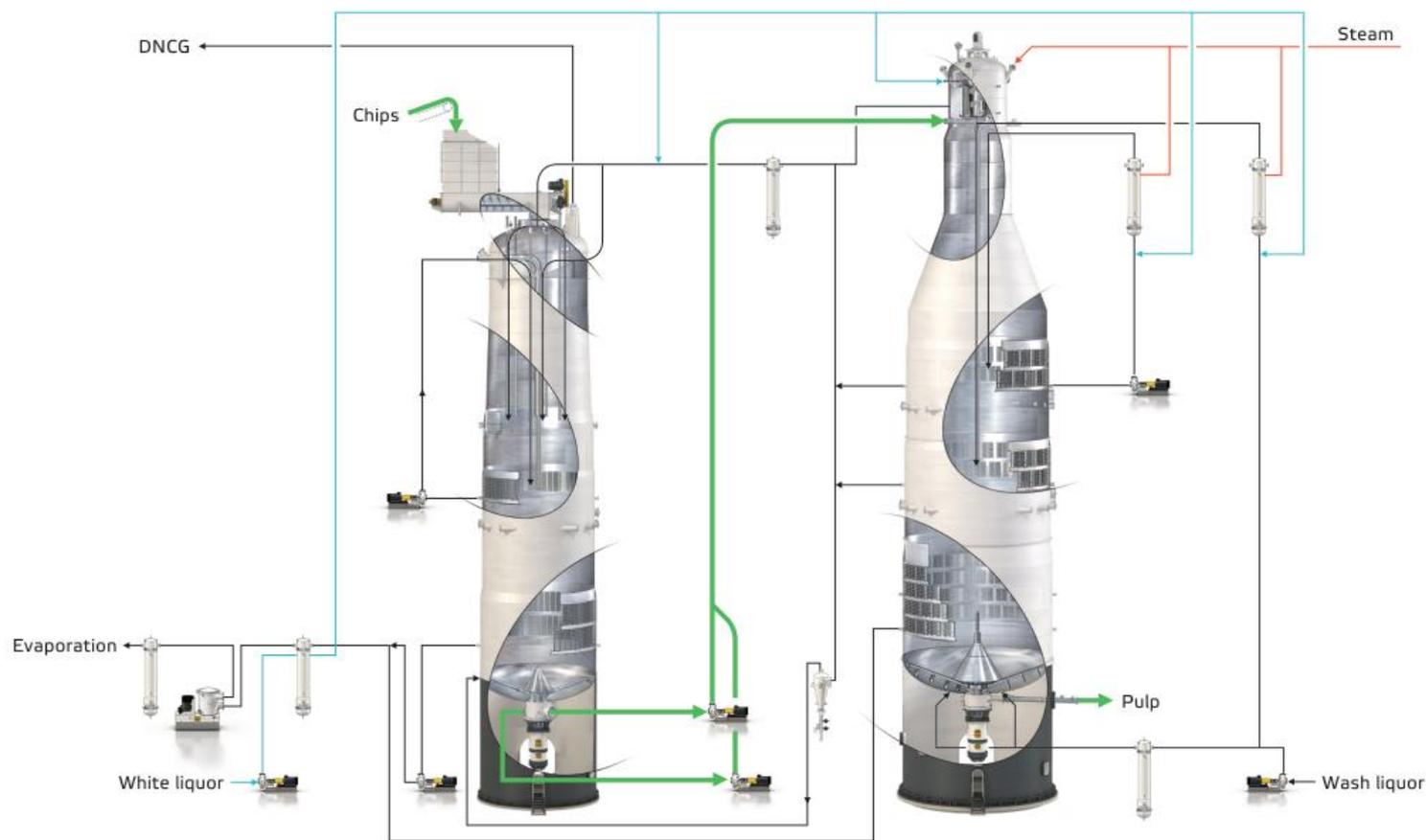
Futuro do Cozimento Contínuo

Extrações em Digestores de Grande Diâmetro



Futuro do Cozimento Contínuo

Processos com maior flexibilidade operacional



Futuro do Cozimento Contínuo

Cozimento Contínuo com Digestor Atmosférico

(54) **CONTINUOUS DIGESTER SYSTEM**

(76) Inventor: **Andre Turqueti, Curitiba (BR)**

(21) Appl. No.: **12/954,927**

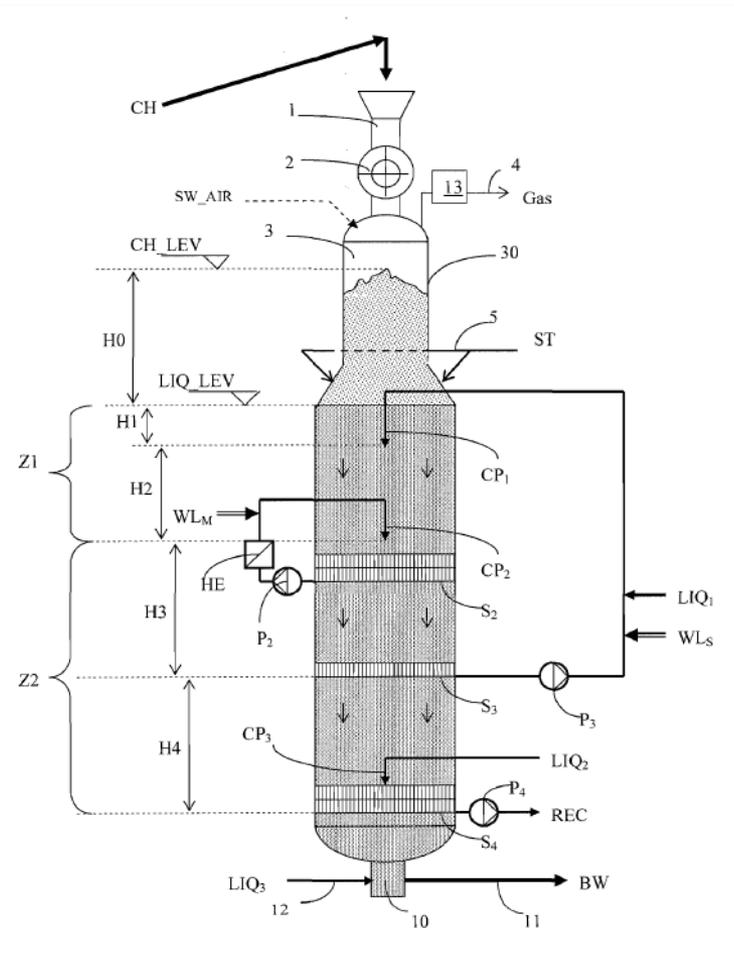
(22) Filed: **Nov. 29, 2010**

Related U.S. Application Data

(62) Division of application No. 12/198,915, filed on Aug. 27, 2008, now Pat. No. 7,867,363.

Publication Classification

(51) **Int. Cl.**
D21C 3/26 (2006.01)



Obrigado pela
Atenção!!!