Encontro Técnico
AESABESP
37º Congresso Nacional
de Saneamento e
Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Código: “37ETC-07238”
Título do trabalho:

Uso do ATP para Diagnóstico da Biomassa em Lodos Ativados

Nome do Autor Principal: Raphaella Araújo da Silva
Nome dos demais autores: Sirlei Geraldo de Azevedo
Instituição: COPASA

CONTEXTUALIZAÇÃO: O GAP TEMPORAL

O limite das métricas físico-químicas no controle biológico.



Resultado em dias

Monitoramento Convencional (DQO/DBO/SST)

Estimativa indireta da biomassa.
Incapaz de diferenciar material inerte de biomassa viva.

O Gap Temporal Crítico



< 10 min

Tecnologia ATP LuminUltra

Quantificação exata da biomassa ativa.
Detecção imediata de toxicidade antes do colapso.

Diagnóstico em Tempo Real

O PRODUTO: METODOLOGIA DE BIOLUMINESCÊNCIA

ATP: O Termômetro da Atividade Biológica no Lodo

Por que medir o ATP?

Indicador Vital de Atividade



Quanto maior a atividade microbiana no sistema, maior será a concentração de ATP.

Saúde vs. Quantidade



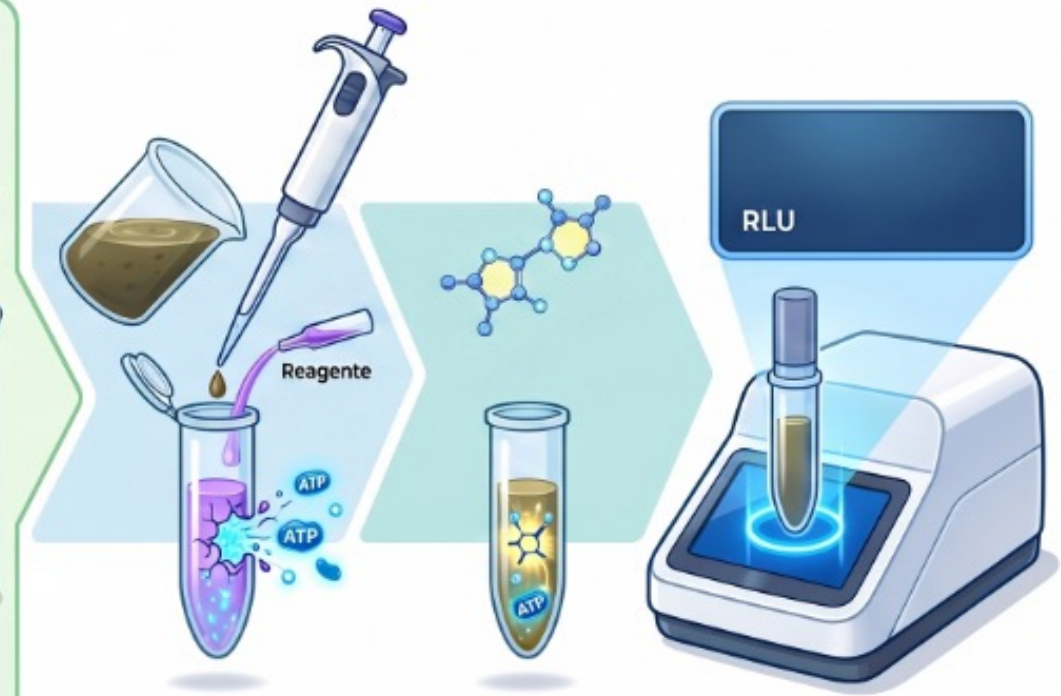
Avalia a condição fisiológica do lodo, não apenas a quantidade de sólidos presentes.

Desempenhos Distintos



Sistemas com a mesma concentração de sólidos podem ter atividades biológicas completamente diferentes.

Metodologia de Bioluminescência



1. Preparo da Amostra

Coleta de 100 µL de lodo e aplicação de reagente para liberar o ATP.

2. Reação Enzimática

Mistura com enzima Luciferase, gerando luz proporcional à quantidade de ATP.

3. Leitura Digital

O Luminômetro converte a luz (RLU) em concentração real de ATP vivo.

FUNCIONAMENTO PRÁTICO: O PAINEL BIOLÓGICO

[tATP (Total)] − [dATP (Dissolvido)] = [cATP (Celular/Ativo)]

Painel 1: cATP (Vitalidade da Biomassa)

- **> 2.500 ng/mL** — **Alta Atividade** (Sistema Robusto - Avaliar descarte).
- **500 – 2.500 ng/mL** — **Operação Normal** (Faixa Ideal).
- **< 100 ng/mL** — **Crítico/Morte** (Risco iminente de colapso).

Painel 2: BSI (Índice de Estresse / Toxicidade)

- **< 25%** — **Baixo** (Biomassa saudável).
- **50% – 75%** — **Alto** (Toxicidade aguda/choque. Requer recirculação).

Painel 3: ABR (Razão de Biomassa Ativa)

- **> 30%** — **Excelente** (Lodo jovem e eficiente).
- **< 10%** — **Pobre** (Excesso de inertes/lodo envelhecido).

APLICABILIDADE: VALIDAÇÃO EM CAMPO

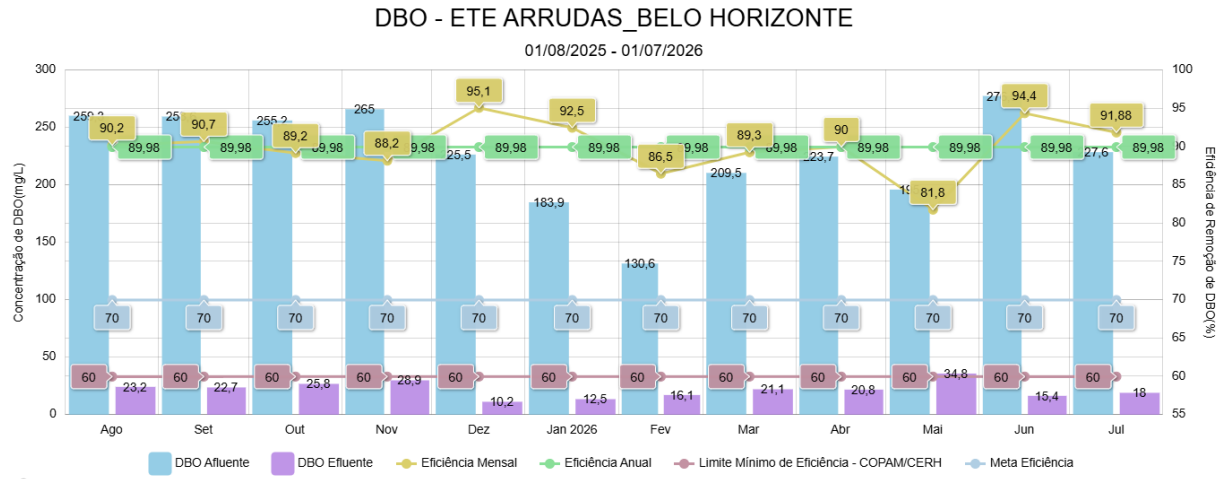
Diagnóstico das ETEs Arrudas, Betim e Ibirité (Jan-Mar/2026)

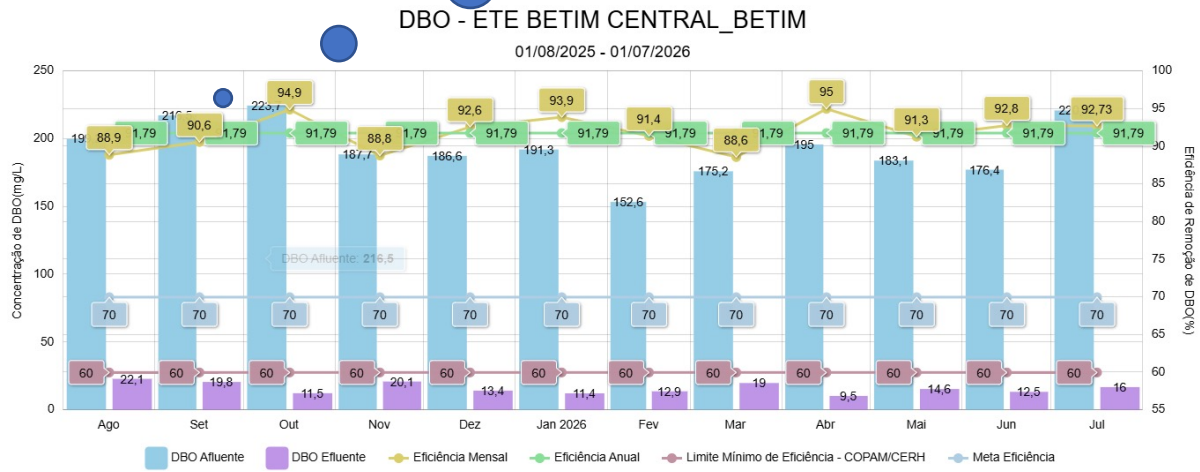
ETE Arrudas	ETE Betim	ETE Ibirité
Perfil do Afluente	**Perfil do Afluente**	**Perfil do Afluente**
Doméstico (Alto amortecimento).	Forte influência industrial/tóxica.	Variações hidráulicas recentes.
Diagnóstico via ATP	**Diagnóstico via ATP**	**Diagnóstico via ATP**
cATP elevado e estável; BSI baixo; ABR médio/alto.	BSI recorrentemente elevado (>50%); ABR persistentemente baixo.	cATP reativo (picos rápidos); ABR baixo (acúmulo de inertes).
Status Operacional	**Status Operacional**	**Status Operacional**
Robusto/Estável (Alta segurança operacional)	**Estresse Crônico** (Demanda intervenção contínua e descarte fino)	**Sensível/Reativo** (Baixo rendimento biológico)

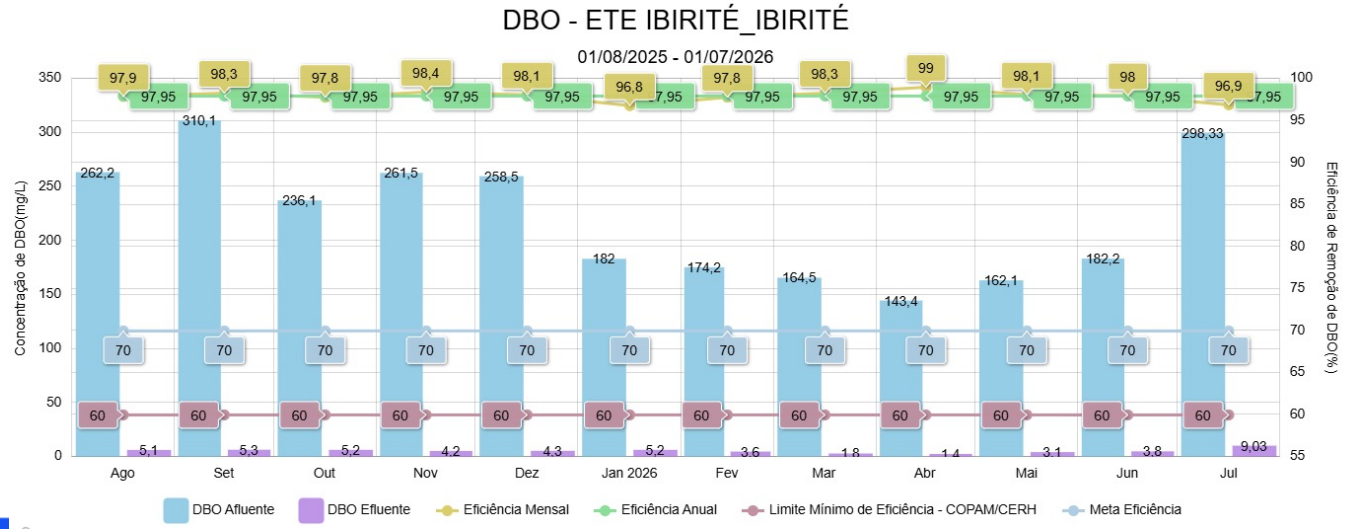
APLICABILIDADE: VALIDAÇÃO EM CAMPO

O estudo ATP infere sobre a microbiologia dos reator de lodos ativados mas os processos das ETEs absorvem bem e com boas eficiências globais de remoção de DBO

Eficiências das ETEs.







O Paradoxo da Eficiência e o Raio-X da Biomassa

Eficiência DBO > 90%

Excelente desempenho: todas as ETEs estão cumprindo sua função de tratamento adequadamente.

O Paradoxo Energético: Lodos ativados demandam aeração contínua. Operadores frequentemente compensam dificuldades microbiológicas com maior esforço energético para manter a eficiência.

ETE Arrudas — Perfil Robusto

- Sistema de lodos ativados convencional
- Biomassa equilibrada
- Melhor capacidade de absorver variações operacionais

ETE Betim — Estresse Crônico

- Elevada carga de lodo anaeróbio recebida
- Impacto contínuo no reator biológico
- Exige maior esforço do sistema para manter a estabilidade

ETE Ibirité — Alta Sensibilidade

- Elevada recirculação mantém um lodo mais velho
- Redução da atividade microbiológica
- Biomassa mais suscetível a desequilíbrios

O monitoramento por ATP permitiu enxergar características invisíveis aos indicadores tradicionais.
Com este diagnóstico pontual, torna-se possível:

- Identificar precocemente condições de estresse.
- Otimizar a operação e evitar intervenções desnecessárias.
- Buscar maior eficiência energética sem comprometer a qualidade.

VALOR GERADO: OTIMIZAÇÃO E PREVENÇÃO



Leitura de cATP
(Baixa biomassa)
ou BSI (Alta toxicidade).

Controle de Sólidos: Ajuste preciso da Vazão de lodo excedente (Qex) para renovação da biomassa, e Vazão de recirculação (Qr) para balanço de sólidos (Relação A/M).

Aeração (OD): Otimização do fornecimento de O2 baseado na real demanda metabólica (cATP), não apenas em sólidos inertes (SSTA).

Prevenção de colapso biológico, redução do **consumo energético** (aeração otimizada), e menor uso de insumos químicos para correções reativas.

CONCLUSÃO: A MUDANÇA DE PARADIGMA

Gestão Reativa (O Passado)

- Atraso temporal no diagnóstico (Dias).
- Estimativa indireta via sólidos inertes (SST/SSV).
- Resposta a falhas (Vulnerável ao colapso biológico).

Tecnologia ATP

Gestão Preditiva (O Futuro Copasa)

- Controle absoluto em tempo real (< 10 min).
- Quantificação exata da vitalidade celular (cATP) e toxicidade (BSI).
- Antecipação de riscos (Ajuste prévio de Qex e Aeração).

O uso do ATP não substitui o monitoramento convencional, mas o eleva a um patamar de estabilidade, eficiência energética e segurança operacional incomparáveis.

Obrigado!

Encontro Técnico AESABESP
37º Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente

AESABESP 40 Anos
Associação dos Engenheiros da Sabesp

Nome do Autor Principal

E-mail: raphaella.araujo@copasa.com.br
Whatsapp: 32-99833-7106
@redes sociais

Coautores

E-mail: sirlei.azevedo@copasa.com.br
Whatsapp: 31-99791-9934