



Em Busca da Excelência Operacional: A Evolução da Avaliação de Ativos de Saneamento com Metodologias Lean

Samuel Alves Barbi Costa, Francisco Bruno Ribeiro Fernandes, Márcio
Otávio de Figueiredo Junior, Ciro de Hollanda Sodré Ribeiro

Universidade Federal Fluminense (UFF) e Arsae-MG



Contexto e Relevância do Saneamento Brasileiro

Desafios Estruturais

O saneamento básico no Brasil ainda enfrenta déficit significativo de cobertura, especialmente em regiões periféricas e comunidades vulneráveis.

A fragmentação regulatória, com mais de 100 agências infranacionais, dificulta a padronização e a eficiência do setor.

Novo Marco Legal

A Lei 14.026/2020 estabelece metas ambiciosas de universalização dos serviços de água e esgoto até 2033.

Exige metodologias confiáveis, escaláveis e padronizadas para avaliação de ativos e revisões tarifárias.





O Problema Central da Avaliação de Ativos

Questão de pesquisa: Como aplicar metodologias Lean e Inteligência Artificial para tornar o processo de avaliação de ativos mais eficiente, confiável e economicamente viável?

Alto Custo Operacional

Avaliações manuais demandam equipes extensas, deslocamentos frequentes e recursos financeiros significativos.

Lentidão Processual

Processos presenciais prolongam o tempo de análise, atrasando decisões regulatórias críticas.

Risco de Inconsistências

Dependência de avaliações humanas aumenta a probabilidade de erros e vieses na coleta de dados.



III SEMINÁRIO em SISTEMAS de ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Iniciativas para Sustentabilidade e
Excelência Operacional

Excelência Operacional no Setor Público

"Aplicação contínua da evolução do conhecimento de gestão para aumento de performance dos fluxos operacionais."

— Borgatti Neto, 2018



01

Busca Contínua

Desempenho superior através da
otimização sistemática de processos.

02

Padronização

Estabelecimento de metodologias
consistentes e replicáveis.

03

Foco no Valor Público

Maximização dos resultados para a sociedade com uso eficiente de recursos.



Fundamentos Lean e Kaizen

Kaizen

Abordagem de **melhoria contínua** que envolve todos os níveis da organização na identificação e solução de problemas.

Aplicação na Arsae-MG

Enxugamento de processos avaliativos e padronização de verificações técnicas para maior eficiência regulatória.

Arsae-MG: Agência de referência nacional em regulação de saneamento, responsável pela fiscalização da COPASA, uma das maiores concessionárias do país.

Os 7 Desperdícios (MUDA)

- Transporte excessivo
- Espera improdutiva
- Movimento desnecessário
- Superprocessamento
- Estoque inadequado
- Defeitos e retrabalho
- Superprodução





**III SEMINÁRIO
em SISTEMAS
de ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**
Iniciativas para Sustentabilidade e
Excelência Operacional

Desafio da Avaliação de Ativos e Evolução do Processo

1ª Revisão Tarifária

2016 - 2017

Visitas presenciais extensas, custos elevados e deslocamentos significativos de equipes técnicas.

1

2

3

3ª Revisão Tarifária

2025 - 2026

Integração de Inteligência Artificial para análise automatizada, consolidando excelência operacional. Testes de IA na análise automatizada usando DMAIC.

2ª Revisão Tarifária

2021

Pandemia forçou inovação: implementação de avaliações remotas por vídeo, marcando transição digital. Análises remotas por vídeo aplicando Lean e Kaizen.



Metodologia DMAIC Aplicada

Define (Definir)

Identificação do problema: tempo excessivo e custos elevados nas análises manuais de vídeos.

Control (Controlar)

Padronização do processo e testes contínuos seguindo princípios Kaizen.



Measure (Medir)

Linha de base estabelecida: 80 minutos para processar 10 vídeos manualmente.

Analyze (Analisar)

Testes comparativos com IA (Gemini 2.5, Google AI Studio) para identificar ganhos potenciais.

Improve (Implementar)

IA processa 10 vídeos em apenas 61 segundos, aproximadamente 20x mais rápido.



Resultados das Revisões da 1ª para 2ª

Transformação Operacional Significativa

41→0

VIAGENS

Eliminação completa de deslocamentos presenciais.

26→5

SERVIDORES

Redução de 81% na equipe necessária.

R\$100k→0

CUSTOS

Economia total em despesas operacionais.



Glosa Efetiva

1ª Revisão: **R\$ 354 mil**

2ª Revisão: **R\$ 260 mil**



Resultados da 3ª Revisão: Era da Inteligência Artificial



Precisão Absoluta

100% de acurácia na extração de dados e validação geográfica dos ativos avaliados.



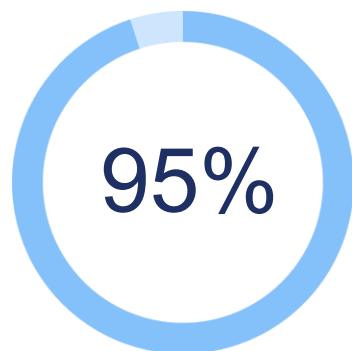
Eficiência Exponencial

Velocidade 20x superior: redução de 400 horas para apenas 20 horas de processamento.



Auditor Automatizado

IA atua como auditor técnico, eliminando desperdícios humanos e de movimento.



Redução de Tempo

Ganho operacional comparado ao método manual tradicional.



Confiabilidade

Validação técnica sem margem de erro humano.



Discussão e Desafios da Implementação



Risco Regulatório

A delegação da coleta de dados ao prestador cria potenciais conflitos de interesse e vulnerabilidades no processo de fiscalização, exigindo controles rigorosos.



Solução Tecnológica

Implementação de sistema de controle com georreferenciamento em tempo real, garantindo rastreabilidade completa e auditoria precisa das informações coletadas.



Desafio Operacional

Variações na qualidade dos vídeos capturados e necessidade de programas contínuos de capacitação técnica das equipes de campo para padronização dos dados.



Obstáculos Institucionais

Barreiras relacionadas aos processos de contratação pública, conformidade com a LGPD e requisitos rigorosos de segurança da informação sensível.



**III SEMINÁRIO
em SISTEMAS
de ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**
Iniciativas para Sustentabilidade e
Excelência Operacional

Impactos e Contribuições para o Setor

Arsae-MG como Referência Nacional

A Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e Esgoto Sanitário de Minas Gerais consolida-se como pioneira na aplicação de Inteligência Artificial em processos regulatórios públicos no Brasil.



Eficiência Econômica

Redução significativa de custos operacionais através da automação, resultando em modicidade tarifária e benefícios diretos aos usuários dos serviços.



Transparência Institucional

Maior clareza e rastreabilidade nos processos regulatórios, fortalecendo a confiança pública e a accountability das decisões técnicas.



Confiabilidade Técnica

Processos baseados em dados objetivos e metodologias robustas, elevando o padrão de qualidade da regulação no setor de saneamento.



**III SEMINÁRIO
em SISTEMAS
de ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO**
Iniciativas para Sustentabilidade e
Excelência Operacional

Conclusões Principais

Lean Management

Eliminação de desperdícios e otimização de processos

Inteligência Artificial

Automação e análise avançada de dados

Metodologia DMAIC

Abordagem estruturada para melhoria contínua

Excelência Operacional

Resultado integrado no setor público.

Eficiência

Processos otimizados com redução de tempo e recursos, mantendo ou elevando a qualidade dos serviços prestados.

Precisão

Dados confiáveis e metodologias consistentes garantindo decisões técnicas fundamentadas e defensáveis.

Sustentabilidade

Modelo robusto e escalável, preparado para expansão e replicação em outras agências e setores regulados.

Potencial de Replicabilidade: O modelo desenvolvido pela Arsae-MG pode ser adaptado e implementado por outras agências reguladoras estaduais e municipais, consolidando um novo padrão de excelência no setor público brasileiro.



III SEMINÁRIO
em SISTEMAS
de ENGENHARIA
DE PRODUÇÃO
Iniciativas para Sustentabilidade e
Excelência Operacional

"Excelência Operacional é uma jornada contínua de aprendizado e inovação."

Agradecemos a todos pela presença e pelo interesse em conhecer esta experiência pioneira no setor de saneamento brasileiro.

Referências Principais

- Borgatti Neto, R. (2018). *Implementação da Excelência Operacional*
- Ohno, T. (1997). *O Sistema Toyota de Produção*
- Womack, J. P. & Jones, D. T. (1990). *The Machine That Changed the World*
- Imai, M. (1999). *Kaizen: Estratégia para o Sucesso Competitivo*
- Rusev, S. J. & Salonitis, K. (2016). *Operational Excellence Assessment Framework*
- ANA (2023). *Norma de Referência nº 3/2023*