

## V-124 - APLICAÇÃO DA MATRIZ DE CRITICIDADE AOS SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE

**Autor principal: Tiago Pontual Waked**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Especialista em Gestão da Manutenção pelo Instituto de Pós Graduação - IPOG.

**Endereço:** Rua Arnoldo Magalhães, 22, Apto 2402 – Casa Amarela - Recife - PE - CEP: 52051-280 - Brasil - Tel: (81) 99966-6910 - e-mail: [tiagopw@yahoo.com.br](mailto:tiagopw@yahoo.com.br)

**Coautor(es):**

**Bruno Roberto Gouveia Carneiro da Cunha** - CPF: 719.059.524-49 - [brgcccunha@gmail.com](mailto:brgcccunha@gmail.com)

**Karlos Eduardo Arcanjo da Cruz** - CPF: 009.618.834-05 - [karlosarcanjo@hotmail.com](mailto:karlosarcanjo@hotmail.com)

### RESUMO

A maioria das empresas estaduais de saneamento possuem grandes passivos em suas infraestruturas operacionais e com a aprovação do Marco do Saneamento, elas se encontram numa situação onde precisam dar grandes saltos de eficiência para terem condições de competir neste novo ambiente competitivo.

Uma das formas de ter estes saltos competitivos, é através da informação de qualidade para que os esforços empreendidos, sejam eles técnicos ou de investimentos, possam ser precisos na busca pela máxima eficiência.

Para a consecução destes objetivos, o presente trabalho vem adaptar uma metodologia de priorização de ativos conhecida como Matriz de Criticidade.

A adaptação mostrou-se adequada e foi aplicada com sucesso nas unidades operacionais dos sistemas de abastecimento de água da Compesa presentes na Região Metropolitana do Recife.

**PALAVRAS-CHAVE:** Matriz de Criticidade, Priorização, Marco do Saneamento, Unidade Operacional.

### INTRODUÇÃO

Após a aprovação do Marco do Saneamento, as empresas de saneamento estadual se encontram num contexto competitivo novo, onde elas precisarão competir com outras empresas para manter as concessões de exploração do saneamento dos municípios. Para que estas empresas consigam se adaptar a esta nova realidade, torna-se necessário buscar mais eficiência e lucratividade em seus processos internos.

Com o processo de globalização da economia criando uma competitividade mundial nos mercados, as empresas passaram a buscar meios de fortalecimento para garantir sua sobrevivência em tempos de escassez ou sua prosperidade em tempos de oportunidades, somente desta forma pode-se manter a sustentabilidade empresarial para permitir a perpetuação de seus negócios.

Segundo Ohno (1997), não existe um método que garanta a sobrevivência no mercado atual, mas sim a necessidade de um Sistema de Gestão Total que desenvolva habilidades humanas até sua mais plena capacidade, a fim de melhor realçar a criatividade e a operosidade, para se utilizar bem instalações e máquinas, e eliminar todo o desperdício.

Para atender o aumento da demanda de mercado, os equipamentos devem estar cada vez mais disponíveis e confiáveis, papel da Gestão e da Engenharia da Manutenção e Produção.

A adaptação da matriz de criticidade de equipamentos, que pode ser descrita como um conjunto de práticas desenvolvidas com a finalidade de identificar esses equipamentos mais relevantes para o desempenho da companhia e mensurar os impactos negativos que falhas e defeitos neles podem causar, a uma matriz de criticidade de unidades operacionais objetiva levar a uma classificação das mesmas com critérios objetivos.

Por meio da matriz de criticidade, os profissionais das empresas podem identificar de uma maneira precisa os ativos que demandam mais atenção. Tal característica abre espaço para que esses ativos sejam observados mais de perto, o que facilita a implementação da gestão da manutenção e a definição de investimentos.

Uma vez que os ativos críticos para a operação recebem mais atenção, é natural que eles apresentem menos falhas e defeitos. Isso acaba fazendo com que eles operem por mais tempo, sem interrupções e produções falhas, aumentando assim os níveis de produtividade e rentabilidade empresarial.

## OBJETIVO DO TRABALHO

A classificação das Unidades Operacionais (Estações de Tratamento de Água - ETA's, Estações Elevatórias de Água Bruta - EEAB's e Estações Elevatórias de Água Tratada - EEAT's) da Região Metropolitana do Recife (RMR) numa Matriz de Criticidade possui o objetivo de trazer mais clareza à importância de cada Unidade Operacional para dar subsídio às decisões gerenciais e da alta gestão sobre ações operacionais, de manutenção e de investimentos, propiciando ganhos de eficiência importantes.

### Objetivos Específicos

- Descrever os conceitos da Matriz de Criticidade;
- Identificar as fontes de informação na empresa estadual de saneamento que permitam o uso da Matriz de Criticidade de forma efetiva.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Para ajudar na definição da Matriz de Criticidade, o recurso mais estruturado é o método ABC.



Sua finalidade é definir o nível de criticidade dos ativos com o grau de importância de cada um deles, usando três critérios:

- A frequência de falhas;
- Quão difícil é detectar a falha;
- Qual é o impacto da falha em suas operações gerais.

		CRITICIDADE		
Vulnerabilidade	Alta	MÉDIO	ALTO	ALTO
	Média	BAIXO	MÉDIO	ALTO
	Baixa	BAIXO	BAIXO	MÉDIO
		Baixo	Médio	Alto
		Impacto		

Na análise alguns fatores são levados em consideração:

Fatores de Avaliação	Fatores de Avaliação	Critérios de Avaliação		
		A	B	C
<b>S</b>	<b>Segurança e Meio Ambiente</b>	Caso sofra a parada, provoca acidente grave e problemas de contaminação com meio ambiente	Caso sofra parada, pode provocar algum tipo de acidente porém só material, mas não com o meio ambiente	Caso sofra a parada, sem probabilidade de provocar qualquer tipo de acidente, muito menos com o ambiente
<b>Q</b>	<b>Qualidade do Produto</b>	Caso sofra parada, haverá com certeza queda de qualidade e geração de refugos, podendo gerar reclamações de clientes	Caso sofra parada, haverá uma possível queda de qualidade e poucos refugos, sem possibilidade de reclamações de clientes.	Caso sofra a parada, não haverá queda de qualidade e pouco refugo, sem possibilidade de reclamações de clientes
<b>O</b>	<b>Condição de Operação</b>	Tempo de utilização da máquina ou equipamento acima de 90% ao mês	Tempo de utilização da máquina ou equipamento de 50% a 90% ao mês	Tempo de utilização do ativo abaixo de 50% ao mês.
<b>E</b>	<b>Condição de Entrega</b>	Caso sofra uma parada, pode afetar uma linha de produção sem nenhuma alternativa a curto prazo	Caso sofra uma parada, pode parar uma linha de produção, porém com alternativas imediatas	Caso sofra uma parada, não interfere na linha de produção e outras alternativas imediatas
<b>P</b>	<b>Índice de paradas - Confiabilidade</b>	MTBF abaixo de 15 horas	MTBF acima de 15 até 30 horas	MTBF acima de 30 horas
<b>M</b>	<b>Manutenibilidade</b>	MTTR acima de 2 horas	MTTR de 1 a 2 horas	MTTR abaixo de 1 hora

- **Os ativos com criticidade A:** são essenciais para a planta e neles devem ser usados todos os recursos, para que evitem a perda da sua funcionalidade. Esses maquinários se paralisados reduzem a capacidade produtiva, podendo afetar outras áreas essenciais.
- **Os com criticidade B:** possuem médio impacto, uma falha não afetará a produção, nem a segurança e operação. Sua paralisação interrompe a produção parcialmente.
- **Já os maquinários com criticidade C:** caso haja uma falha, ele não gerará impactos significativos para o andamento da produção.

Para que fosse possível a aplicação desta metodologia às Unidades Operacionais da RMR, as seguintes adaptações foram realizadas:

O **pilar de Impacto** da Falha nas unidades operacionais foi subdividido da seguinte forma:

- Impacto de Qualidade: Utilizado o indicador IQAP (índice de qualidade da água produzida).

4.	<b>Crítérios de Qualidade:</b>	<b>Qtd de Unidades</b>
4.1	00 - Unidade com Excelente IQAP/D (acima de 98%)	41
4.2	10 - Unidade com Bom IQAP/D (entre 95% e 98%)	131
4.3	20 - Unidade com IQAP/D médio (entre 85% e 95%)	6
4.4	30 - Unidade com baixo IQAP/D (entre 70% e 85%)	0
4.5	40 - Unidade com péssimo IQAP/D (abaixo de 70%)	0

- Impacto Operacional: Um critério de vazão e outro por importância do tipo de unidade operacional.

3.	<b>Operacional:</b>	<b>Qtd Unidades</b>
3.1	Produção horária	
3.1.1	00 - Abaixo de 30 L/s ou de 108 m <sup>3</sup> /h	76
3.1.2	10 - Entre 30 e 100 L/s ou entre 108 e 360 m <sup>3</sup> /h	60
3.1.3	20 - Entre 100 e 300 L/s ou entre 360 e 1080 m <sup>3</sup> /h	26
3.1.4	30 - Entre 300 e 750 L/s ou entre 1080 e 2700 m <sup>3</sup> /h	9
3.1.5	40 - Acima de 750 L/s ou de 2700 m <sup>3</sup> /h	12
3.2	Importância por Tipo de Unidade	
3.2.1	2 (ETA's)	19
3.2.2	1 (outros tipos de unidade)	164

- Impacto de Segurança e Meio Ambiente: Um critério de tensão elétrica da unidade e de seus equipamentos e um outro critério sendo uma multiplicação da quantidade de conjuntos motor-bomba (CMB) pela potência dos motores.

<b>1. Segurança do Trabalho:</b>		<b>Qtd Unidades</b>
1.1	Tensão da Unidade (média tensão x baixa tensão):	
1.1.1	00 - Unid's 380V	35
1.1.2	10 - Unid's CMB's 380V + Transf Média Tensão (< 300 KV)	112
1.1.3	20 - Unid's CMB's 380V + Transf Média Tensão (> 300 KV)	34
1.1.4	40 - Unid's CMB's Média Tensão	2
1.2	Qtd de CMB's x Potência do Motor	
1.2.1	00 - Até 200	119
1.2.2	10 - Entre 200 e 1000	39
1.2.3	20 - Entre 1000 e 3000	9
1.2.4	30 - Acima de 3000	7
<b>2. Meio Ambiente:</b>		<b>Qtd Unidades</b>
2.1	10 - Unidade com tratamento químico	23
2.2	00 - Unidade sem tratamento químico	160

- Impacto de Manutenibilidade: Único critério pela potência do conjunto motor-bomba instalado em cada unidade, pois quanto maior a potência, mais complexa se torna a manutenção.

<b>5. Critério de Manutenibilidade:</b>		<b>Qtd de Unidades</b>
5.1	Baixo (Potência de cada CMB < 50 CV)	104
5.2	Médio (Potência de cada CMB entre 50 CV e 250 CV)	58
5.3	Alto (Potência de cada CMB > 250 CV)	15

O pilar de Vulnerabilidade foi classificado após a combinação de uma pesquisa estatística com membros da gerência de manutenção sobre a probabilidade de falha entre todas as unidades operacionais da RMR e do quantitativo de ordens de serviço corretivas emergenciais de cada unidade.

- Pesquisa estatística com representantes da gerência de manutenção:

Na consulta, cada membro contatado escolheu qual a probabilidade de falha, entre 0 (baixa probabilidade) e 4 (alta probabilidade). Após a classificação de cada membro, foi tirada a média das classificações para obter o resultado final da pesquisa.

- Histórico de ordens de serviço no ERP da empresa:

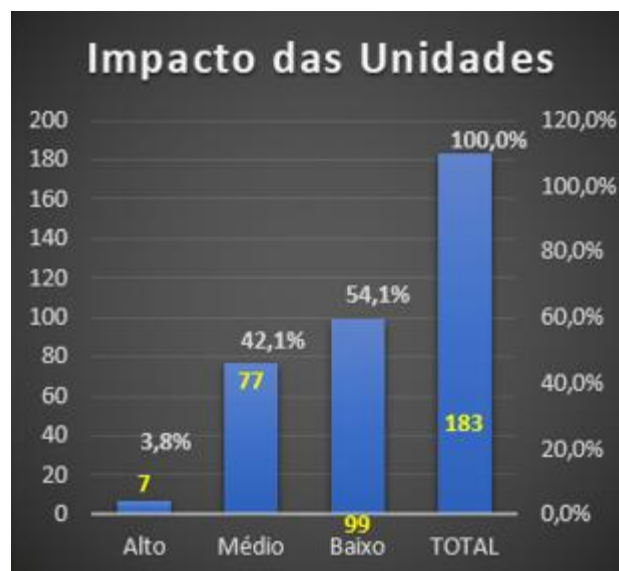
O resultado da pesquisa foi multiplicado pela quantidade de ordens de serviço corretivas emergenciais contabilizadas a partir de Nov/16.

## RESULTADOS

Após a aplicação de todos os critérios selecionados em 183 unidades operacionais existentes na região metropolitana do Recife, a distribuição ficou da forma visualizada abaixo.

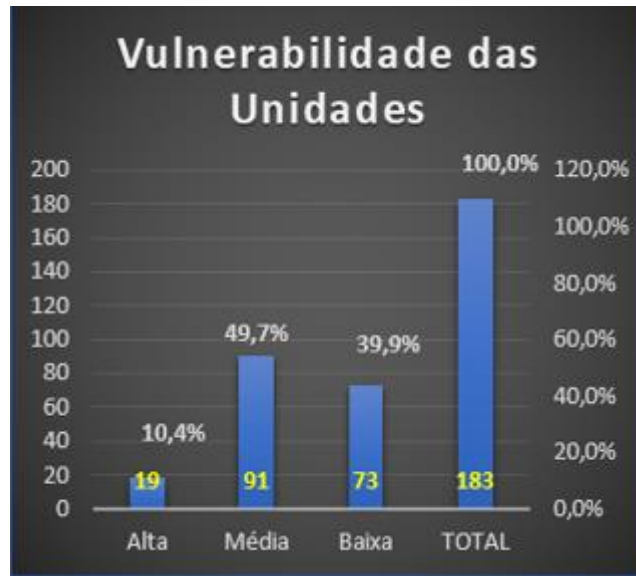
Classificação do **Pilar Impacto**:

IMPACTO	Qte	%
Alto	7	3,8%
Médio	77	42,1%
Baixo	99	54,1%
TOTAL	183	100,0%



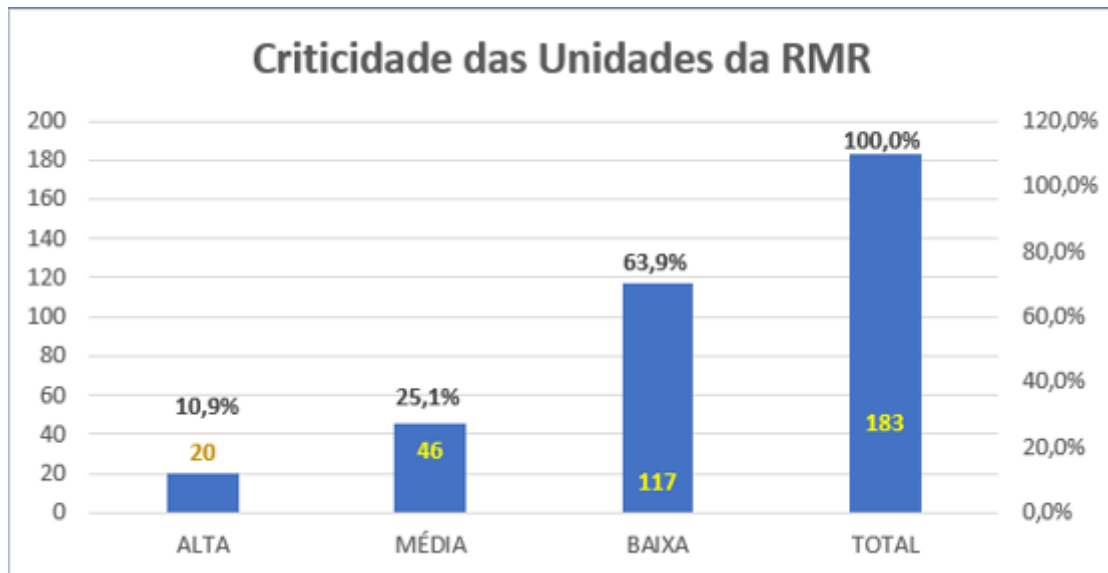
Classificação do **Pilar Vulnerabilidade**:

VULNERABILIDADE	Qte	%
Alta	19	10,4%
Média	91	49,7%
Baixa	73	39,9%
TOTAL	183	100,0%



Classificação de **Criticidade**:

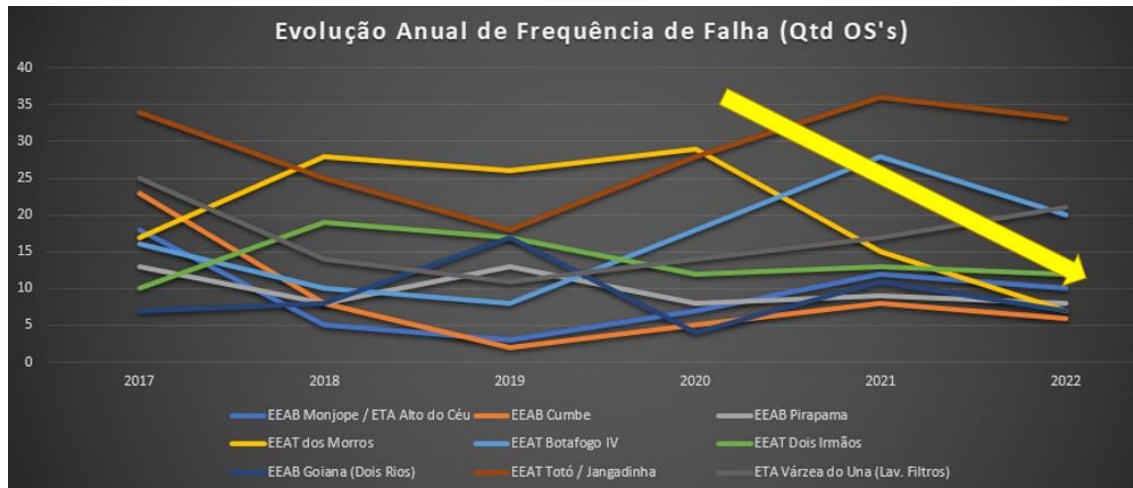
CRITICIDADE	Qte	%
ALTA	20	10,9%
MÉDIA	46	25,1%
BAIXA	117	63,9%
TOTAL	183	100,0%



Após a obtenção da Matriz de Criticidade das 183 UO's da RMR, um estudo de caso foi feito para verificar se havia alguma correlação das ações de melhoria realizadas em algumas UO's e a classificação delas na Matriz de Criticidade.

Escolheu-se as EEAT dos Morros e EEAT Totó que passaram recentemente por ações de melhoria e mais outras 7 UO's para servir de base comparativa.

Ao analisar a evolução anual de OS's emergenciais abertas para cada das UO's escolhidas, obteve-se o gráfico abaixo, onde percebe-se que somente na EEAT dos Morros é possível verificar uma real queda após a entrega (Fev/21):



Assim, dentre 183 unidades operacionais identificadas, 20 unidades foram classificadas com tendo uma Criticidade Alta (10,9% do total de unidades operacionais), 46 unidades foram classificadas como tendo uma Criticidade Média (25,1% do total de unidades operacionais) e 117 unidades foram classificadas como tendo uma Criticidade Baixa (63,9% do total de unidades operacionais).

Pode-se observar que a melhora da condição da EEAT dos Morros é captada pela Matriz de Criticidade em 2022:

UNIDADE	CRITICIDADE						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
EEAB MONJOPE / ETA ALTO DO CÉU	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
EEAB CUMBE	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
EEAB PIRAPAMA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
EEAT DOS MORROS	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	MÉDIA	ALTA
EEAT BOTAFOGO IV	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
EEAT DOIS IRMÃOS	MÉDIA	ALTA	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA
EEAB GOIANA (DOIS RIOS)	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	ALTA	MÉDIA	MÉDIA
EEAT TOTÓ / JANGADINHA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA	ALTA
ETA VÁRZEA DO UNA (LAV. FILTROS)	ALTA	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA	ALTA	ALTA	ALTA



## **CONCLUSÕES**

Conclui-se com este trabalho que a MATRIZ DE CRITICIDADE pode se tornar uma ferramenta corporativa de uso contínuo pela alta gestão e pelo corpo gerencial das empresas de saneamento. Também foi possível relacionar as melhorias realizadas na EEAT dos Morros e a diminuição de sua Criticidade.

Portanto, o método de classificação de Matriz de Criticidade foi aplicado com sucesso no ambiente de uma empresa de saneamento e pode ser usado de forma contínua.

Além disso, esta matriz deve ser evoluída ao longo do tempo, com a inclusão de mais critérios de avaliação, caso seja necessário, para que ela represente a importância de cada unidade operacional de forma mais precisa.

Cada pilar teria como responsáveis setores específicos da empresa, como por exemplo, o setor de Qualidade sendo a responsável pelo Pilar da Qualidade, o setor de Manutenção pelo pilar da Vulnerabilidade, o setor de Operação pelo Pilar de Impacto Operacional e assim por diante.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BARROS, L. C. Diretrizes Gerais para implementação da Gestão da Manutenção em Micro e Pequenas Empresas, SEBRAE –PE. Pernambuco, 2004.
2. MARTINS, Petrônio G. Administração da Produção (Ed). Saraiva, São Paulo, 2012.
3. SLACK, N; CHAMBERS, S; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
4. SOUZA, Valdir Cardoso de. Organização e Gerência da Manutenção. São Paulo: All Print, 2013.
5. TAKAHASHI, Y; Osada, T. Manutenção Produtiva Total. 5.ed. Imam, 1993.
6. TAKAHASHI, Yoshikazu. TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total (Ed). IMAM, São Paulo, 2010.
7. NAKAJIMA, Seiichi. TPM Development Program: Implementing Total Productive Maintenance: Productivity Press, 1989.
8. OHNO, Taiichi. O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em larga escala - Ed. Book-man. 1997.