

I-350 - APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO DE UM INDICADOR DE DESEMPENHO PARA PLANO DE AMOSTRAGEM DE CONTROLE DE QUALIDADE DE ÁGUA POTÁVEL PARA CONSUMO HUMANO COM APOIO DE UM SIG - SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA

Victor Piragibe de Carvalho Faria⁽¹⁾

Engenheira Civil com ênfase em Recursos Hídricos e Meio Ambiente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Engenheiro Civil na CEDAE-RJ.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Cláudio Besserman Vianna 3, Bl.3, Apt.207 – Barra da Tijuca - Rio de Janeiro – RJ – CEP:22775-036 - Brasil - Tel: (21) 2332-3727 - e-mail: victor-faria@cedae.com.br

RESUMO

Um Plano de Amostragem de Controle de Qualidade da Água em uma rede de abastecimento necessita de aprovação do órgão fiscalizador do poder público. A legislação que o regulamenta é a Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde. Esta define um mínimo de pontos por número de habitantes porém não define critérios para a locação destes pontos, usa termos representatividade e abrangência, mas não define parâmetros específicos de avaliação destas características. Este trabalho trás uma proposta para avaliação do Plano de Amostragem da Ilha do Governador, do setores dos Reservatórios do Cantagalo e do Leme, baseado em de um SIG - Sistema de Informações Georreferenciados produzindo um índice para esta avaliação.

PALAVRAS-CHAVE: Controle de Qualidade da Água, Portaria 2914/11, Plano de Amostragem, Rede de Distribuição.

INTRODUÇÃO

O controle de qualidade deve garantir que a água chegue ao consumidor (ou cliente como quer o CDC – Código de Defesa do Consumidor) através da rede de distribuição sem alteração dos padrões de potabilidade exigidos pela legislação. O controle em si é realizado pela coleta de amostras realizadas na rede de distribuição e analisadas em laboratório da concessionária, particular ou mesmo do órgão público fiscalizador. O conjunto de pontos de coleta, o tipo de análises realizada e sua frequência compõem o **PLANO DE AMOSTRAGEM**, que é desde da publicação da Portaria 518/2004 deve ser aprovado previamente entre o órgão fiscalizador e a Concessionária.

Na visão da OMS, as ferramentas de avaliação e gerenciamento de riscos, aplicados de forma abrangente e integrados, desde a captação até o consumo, constitui a forma mais efetiva de garantir a segurança da qualidade da água para consumo humano (WHO, 2004).



Figura 1 - Pontos de Amostragem no Município de Mesquita (Google Earth)

Já a Portaria 2.914/2011 que revogou a Portaria 518/2004 usa os termos “abrangência” e “representatividade” mas não define parâmetros específicos de avaliação dos planos de amostragem.

A **Figura1** mostra um conjunto de pontos de amostragem no Município de Mesquita. A representação destes 22 pontos de amostragem também pode ser feita por uma lista de endereços. Visualizando o plano de amostragem no mapa fica claro que os pontos podem ser melhor distribuídos mas em uma lista de endereços não é tão simples assim.

Este trabalho faz uma análise de como é feito esse plano de amostragem, discute as exigências da legislação e propõem um indicador de desempenho que possibilita uma avaliação crítica do plano e uma rotina de melhoria contínua.

Determina o indicador de desempenho para a Ilha do Governador e para os setores de abastecimento do Reservatórios do Cantagalo e do Leme no Município do Rio de Janeiro. Em Municípios menores as análises são mais simples, estes poderão se valer de uma de uma ferramenta que vai permitir uma tomada de decisão mais rápida.

A aprovação do Plano de Amostragem da Qualidade da Água pelo órgão fiscalizador, a Vigilância Sanitária do Município, muitas vezes passa por profissionais de áreas distintas. A adoção de um índice de desempenho, com sua metodologia aprovada pelas partes envolvidas, para qualificar o plano de amostragem com certeza facilitara esse processo.

METODOLOGIA

Um SIG - Sistema de Informação Geográfica é um sistema de apoio a decisão que envolve a integração de dados georreferenciados num ambiente orientado para a resolução de problemas (Cowan, 1988).

Com o desenvolvimento de programas de computador, de equipamentos com capacidade de processamento cada vez maiores, e a popularização do uso de localizadores GPS, o campo de estudos para aplicação de bases cartográficas digitais esta bastante amplo. É possível encontra bases cartográficas georreferenciados em sítios de diversos órgãos públicos com inúmeras informações.

A construção de uma base de dados confiável não é tarefa fácil considerando o fato que nosso País tem poucos registros e series históricas sobre varias áreas.

A capacidade de gerar mapas específicos torna a utilização de um SIG na elaboração de estudos quase indispensável nas mais diversas áreas da Engenharia.

Segundo a Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância em Saúde Ambiental – MS o monitoramento da vigilância deve-se procurar conciliar os seguintes aspectos:

- Observação dos princípios de amostragem – abrangência e representatividade, de forma a satisfazer os objetivos de avaliação de risco
- Infraestrutura e capacidade instalada necessárias, incluindo:
 - Escolas
 - Delegacias
 - Aeroporto
 - Bombeiros
 - Logradouros
 - Bairros
- Complementariedade entre os planos de controle e vigilância.
- Análise do cadastro e inspeções.
- Representatividade espacial e temporal.
- Densidade populacional.
- Locais com grande Afluência de público – como centros comerciais e terminais rododotferroviários e aeroportuários.
- Locais estratégicos (população vulnerável) – como hospitais, creches e escolas
- Locais com populações expostas em áreas contaminadas.
- Zonas de intermitência de abastecimento ou de baixa pressão no sistema de distribuição.
- Distribuição espacial das doenças de transmissão hídrica.
- Identificação dos problemas pertinentes à preparação do programa de monitoramento da qualidade da água para consumo humano.
- Definição dos objetivos – de curto, médio e longo prazos – do programa de monitoramento.
- Definição dos limites temporal e geográfico para a realização do programa de monitoramento.
- Elaboração de um plano de amostragem, incluindo definição dos pontos de coleta de amostras, definição do número e frequência de amostras, definição dos parâmetros a serem analisados.
- Coleta e análise laboratorial de amostras de água: identificação de laboratórios de referência para o encaminhamento das amostras.

Mesmo que essas informações existam, a necessidade de reuni-la para a tomada de decisão já é um desafio. Um SIG é quase essencial devido para acompanhar o dinamismo do processo. De outra forma esse conjunto de informação se transforma em um grande mar de planilhas e mapas.

Neste trabalho com a intenção de focar no controle de qualidade da água construímos uma base de dados com os seguintes itens:

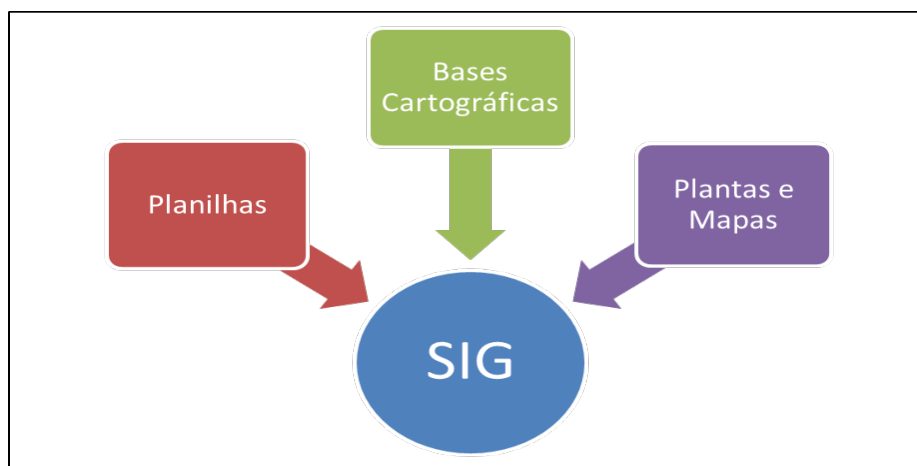
Planilhas de Relatório de Qualidade de Água – Vigilância Sanitária CEDAE
Planilha de Intervenções na Rede de Abastecimento – Dados Aleatórios
Planta da Rede de Abastecimento - AutoCAD
Base de dados CENSO (2010) – IBGE
Bases do SIG WEB – PMRJ

Procedimentos Realizados:

- 1- Conversão dos Endereços das Análises Realizadas em coordenada geodésicas com o programa Google Earth
- 2- Conversão da planilha do Excel em arquivo de banco de dados do Acess .dbf
- 3- Mapa do Rio de Janeiro – SIGWEB(PMRJ) – Com as camadas:
 - Bairros
 - Escolas
 - Delegacias
 - Aeroporto
 - Bombeiros
 - Logradouros
- 4- Mapa Rede de Abastecimento AutoCad – Conversão para .dxf . Conversão do Mapa de .dxf para .shp do ArcGis
- 5- Download arquivos do CENSO–2010 disponível em ArcGIS Online – gravando Base em .mdx

Os mapas serão gerados no programa ArcMap10.1 - ESRI com o objetivo de proporcionar uma interpretação mais simples e proporcionar análises mais amplas.

Através da construção do SIG podemos gerar diversos mapas que podem auxiliar no comportamento dos parâmetros de qualidade através da rede de abastecimento. Com um SIG alimentado com informações amplas e atualizadas é possível elaborar estudos desenvolver teorias e demonstra-las estatisticamente.



Esquema de formação de base georreferenciada - adaptado de MacDonald(1999)

CONSTRUÇÃO DO INDICADOR DE DESEMPENHO

ALEGRE *et al* (2003) define que indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho da entidade gestora ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio à monitorização da eficiência e da eficácia da entidade gestora, simplificando uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Nosso objetivo construir um indicador coerente que permita fornecer tendências, avaliar impactos de projetos específicos e dispor de informações sintéticas que auxiliem no processo de tomada de decisão.

O abastecimento é um processo dinâmico monitorar a qualidade em todos os pontos todo o tempo é inviável. Digamos que no futuro teremos tecnologia para fazê-lo.

DADOS DE ENTRADA:

Limites da área de estudo, uma Região, um Município ou um Bairro.

Definir definidos os Pontos de Amostragem Críticos (PACs):

- Hospitais
- Clinicas
- Escolas
- Pontos de Final de Rede

Definir definidas as áreas critica dentro do município:

- Intervenções na rede
- Áreas há rede de esgotos ou rede deficiente
- Não há coleta regular de lixo
- Aterro sanitário clandestino

Definição das Áreas ou Bairros com população até 20.000 habitantes.

Definição do Pontos de Amostragem respeitando o número mínimo de pontos segundo a Portaria 2914/2011.

O INDICADOR DE DESEMPENHO:

Com os pontos definidos podemos coloca-los no mapa base. A determinação dos dados que compõe os índices podem ser detectados visualmente nos mapa gerados.

ANALISE DE COBERTURA E REPRESENTATIVIDADE

PELA ÁREA – I1

Divisão dos Bairros ou Localidades

Determinar n de Bairros: NB

Determinar Bairros atingidos pelos pontos de Amostragem= NBA

$I1 = NBA/NA$

PELA POPULAÇÃO ABASTECIDA – I2

Divisão em áreas de população até 20.000 habitantes.

Nº de Áreas = NA

N de áreas atingida = NAA

$I2 = NAA/NA$

PELA PERCENTAGEM DE PONTOS EM ÁREA CRÍTICA – I3

PAC1= PA em Hospitais ou Clinicas

PAC2 = PA em Escolas

PAC3 = PA em outros locais críticos

PACT = PAC1 + PAC2 + PAC3

TPC = Total de em área críticas

Definir Arbitrariamente a Percentagem de Pontos em áreas Crítica (indicado -0,10).

$I3 = (PACT/TPC) / 0,10$

INDICE DE DESEMPENHO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

$ID = (I1 + I2 + I3)/3$

MAIOR QUE 0,90 → **APROVADO**

MENOR QUE 0,90 → **REPROVADO** = REINICIAR O PROCESSO E REDEFINIR PONTOS DE AMOSTRAGEM

O a tolerância para o plano de amostragem foi determinado estabelecendo um mínimo 0,70 para qualquer um dos índices.

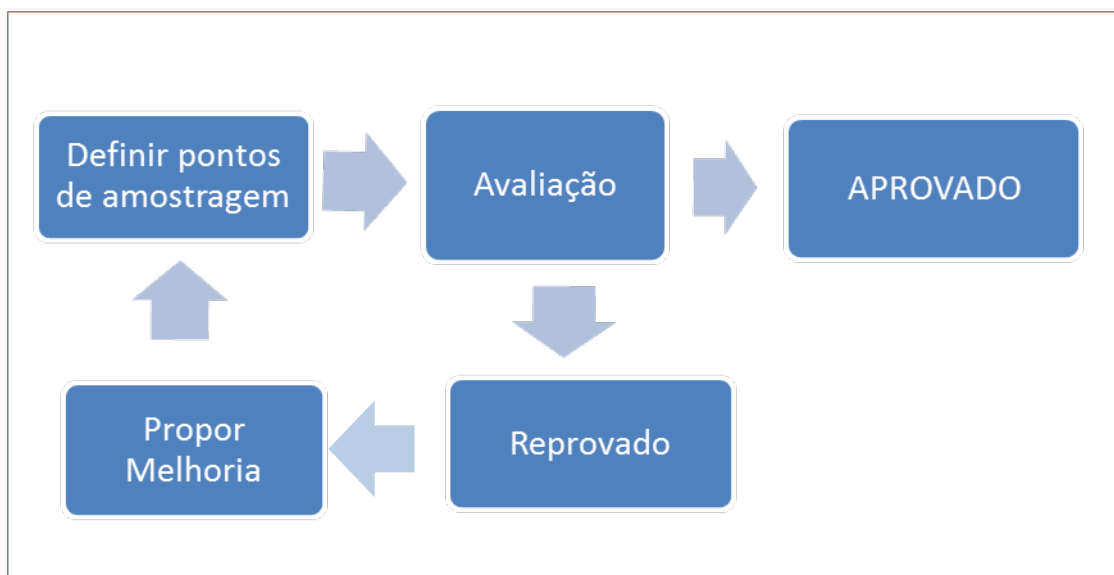
PROCESSO MELHORIA CONTINUA

Uma empresa de saneamento tem inúmeros processos que podem receber um indicador de desempenho. ALEGRE *et al* (2003) estruturam todo um modelo de gestão com indicadores para os diversos processos de uma empresa de saneamento. A extensão de indicadores num processo de gestão tem que ser baseados em normas de qualidade.

A norma internacional que descreve esse processo é a ISO 9001:2000. CARVALHO *et al* (2005) afirma que a ISO 9001:2000 pode ser encarada como um modelo para construir um sistema de gestão da qualidade.

Um indicador não é um parâmetro fixo representa um período de tempo e deve ser avaliado e melhorado. É possível ainda elaborar estudos com sua evolução através do tempo e estabelecer metas para o futuro.

A melhoria continua de acordo com CARVALHO *et al* (2005) é uma obrigatoriedade na ISO 9001:2000. E isso só pode acontecer por meio de evolução de indicadores do sistemas dos processos em relação as metas estabelecidas.



Fluxograma do processo de avaliação e melhoria contínua

APLICAÇÃO DO INDICADOR PARA A ILHA DO GOVERNADOR NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

ANALISE DE COBERTURA E REPRESENTATIVIDADE PELA ÁREA – I1

Divisão dos Bairros ou Localidades

Determinar n de Bairros: NB =14

Determinar Bairros atingidos pelos pontos de coleta = NBA=14

$I1 = NBA/NB = 1$

PELA POPULAÇÃO ABASTECIDA – I2

Divisão em áreas de população até 20.000 habitantes:

Observação: O bairro Jardim Guanabara foi dividido em duas unidades. O Bairro Galeão não foi dividido pois a população é muito concentrada nas áreas de Favela e este possui grande parte de área desabitada devido ao Aeroporto Internacional Tom Jobim.

O Bairro de Tauá não foi dividido a pois a população se concentra em favelas.

Nº de Áreas = NA=15

N de áreas atingida = NAA=15

$I2 = NAA/NA = 1$

PELA PERCENTAGEM DE PONTOS EM ÁREA CRÍTICA – I3

Definir a Percentagem de Atendimento = 0,10

PAC1 = PA em Hospitais ou Clínicas

PAC2 = PA em Escolas

PAC3 = PA em outros locais

$PACT = PAC1 + PAC2 + PAC3$

TPC = Total de em área críticas

$I3 = (PACT/TPC) / 0,10 = (6/65)/0,10 = 0,923$

ÍNDICE DE DESEMPENHO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Mínimo para aprovação

$ID = (I1 + I2 + I3)/3 = (1 + 1 + 0,923)/3 = 0,974$

MAIOR QUE 0,90 → APROVADO

APLICAÇÃO DO INDICADOR PARA O SETOR DO RESERVATÓRIO DO CANTAGALO NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO –(MAPA 01)

**ANALISE DE COBERTURA E REPRESENTATIVIDADE
PELA ÁREA – I1**

Divisão dos Bairros ou Localidades

Determinar nº de Bairros ou localidades: NB =6

Determinar Bairros atingidos pelos pontos de coleta = NBA=6

$I1 = NBA/NB = 1$

PELA POPULAÇÃO ABASTECIDA – I2

Divisão em áreas de população até 20.000 habitantes:

Nº de Áreas = NA=8

N de áreas atingida = NAA=7

$I2 = NAA/NA = 0,88$

PELA PERCENTAGEM DE PONTOS EM ÁREA CRÍTICA – I3

Definir a Percentagem de Atendimento = 0,10

PAC1= PA em Hospitais ou Clinicas

PAC2 = PA em Escolas

PAC3 = PA em outros locais

$PACT = PAC1 + PAC2 + PAC3$

TPC = Total de em área críticas

$I3 = (PACT/TPC) / 0,10 = (1/26)/0,10 = 0,38$

ÍNDICE DE DESEMPENHO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Mínimo para aprovação

$ID = (I1 + I2 + I3)/3 = (1+1+0,38)/3 = 0,793$

MENOR QUE 0,90 → **REPROVADO**

DIAGNÓSTICO: Pontos em área crítica insuficiente.

PROPOSTA: Aumentar os pontos em área crítica.

APLICAÇÃO DO INDICADOR PARA O SETOR DO RESERVATÓRIO DO LEME NO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO

**ANALISE DE COBERTURA E REPRESENTATIVIDADE
PELA ÁREA – I1**

Divisão dos Bairros ou Localidades

Determinar n de Bairros ou Localidades: NB =4

Determinar Bairros atingidos pelos pontos de coleta = NBA=3

$I1 = NBA/NB = 0,75$

PELA POPULAÇÃO ABASTECIDA – I2

Nº de Áreas = NA=2

N de áreas atingida = NAA=2

$I2 = NAA/NA = 1$

PELA PERCENTAGEM DE PONTOS EM ÁREA CRÍTICA – I3

Definir a Percentagem de Atendimento = 0,10

PAC1= PA em Hospitais ou Clinicas

PAC2 = PA em Escolas

PAC3 = PA em outros locais

$PACT = PAC1 + PAC2 + PAC3$

TPC = Total de em área críticas

$I3 = (PACT/TPC) / 0,10 = (0/6)/0,10 = 0$

ÍNDICE DE DESEMPENHO DO PLANO DE AMOSTRAGEM

Mínimo para aprovação

$ID = (I1 + I2 + I3)/3 = (0,75+1+0)/3 = 0,583$

MENOR QUE 0,90 → **REPROVADO**

DIAGNÓSTICO: Nenhum ponto em área crítica.

PROPOSTA: Aumentar número de pontos em área crítica



A validação do indicador requer um universo mais amplo de estudo, o Rio de Janeiro tem um sistema de abastecimento integrado, o Sistema Guandu é interligado com sistemas menores em diversas áreas do estado. Mas a setorização do abastecimento e a construção de reservatórios de distribuição permitem a utilização do indicador em áreas menores com resultados mais expressivos. Nas aplicações para os Reservatórios do Cantagalo e do Leme este permitiu agilizar a tomada de decisão, indicando o problema e propondo ações para a sua solução. Deste modo, cumpriu seu papel com ferramenta de gestão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT(1985), NBR-5426 – Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos, Rio de Janeiro, ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas.
2. ALEGRE, H., HIRNER, W., Baptista J. M., PERENA R, “INDICADORES DE DESEMPENHO PARA SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA, Versão portuguesa de: “Performance Indicator For Water Supply Services”, 2003
3. ARS (2012), Contrôle sanitaire des eaux destinées à la consommation humaine à Paris – Année 2011, Paris, Agence Regionale de Sante d’Ile-de-france.
4. BEZERRA, NOLAN R., FERNANDES N., MARIA L., et tal “ Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância Ambiental em Saúde Relacionada à Qualidade da Água Para Consumo Humano Vigiaqua”, Brasília, mai. 2005.
5. CARVALHO, M. M., PALADINI, E. P., BOUER, G., FERREIRA, J. J. A. et al, 2005, “*Gestão da Qualidade: teoria e casos*”. 2ª reimpressão Rio de Janeiro, Elsevier.
6. Commissariat général du Plan, “Croissance et environnement: les conditions de la qualité de la vie”, fev. 1993
7. CORSAN, 2009, *Análise dos Indicadores de Desempenho 2009*
8. COWEN, D.J., 1998 “GIS versus CAD DBMS: What are the differences?”, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, v. 54, p.1551-1554.
9. DANTAS, J. R., et al 2010 “Plano De Amostragem Do Município Do Rio De Janeiro”, Rio de Janeiro.
10. LIBÂNIO, M., 2010, Fundamentos de Qualidade e Tratamento de Água. 3ªed. Campinas, SP, Editora Átomo.
11. Mac Donald, A. 1999, “Building a Geodatabase”, USA.
12. Revista DAE, SABESP – n 189. maio-agosto 2012 edição 9.
13. RICHTER, C. A., 2009, “Água : Métodos e Tecnologia de Tratamento”. 1ed. São Paulo, Editora Blucher.
14. RITTA J. S., 2009, “A Água do Rio: do Carioca ao Guandu - A História do Abastecimento de Água da Cidade do Rio De Janeiro” 1 ed. Rio de Janeiro, Synergia Editora.
15. ROQUE, C. G., et al.(2006) “Georrefenciamento”, Revista de Ciências Agroambientais, Alta Floresta, v.4, n.1, p.87-102
16. World Health Organization (WHO) (2005), *Managing Drinking-water from catchment to consumer*, World Health Org., Genebra, Suíça.