

**AJES-INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO VALE DO JRUENA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**AS PERDAS DE ÁGUA TRATADA NA CIDADE DE CASTANHEIRA-MT: UMA
ANÁLISE ATRAVÉS DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

**Autor: Sandra de Oliveira Costa
Prof.^a: Lucinda Aparecida Américo Honório**

**JUINA - MT
2013**

**AJES-INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO VALE DO JURUENA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

**AS PERDAS DE ÁGUA TRATADA NA CIDADE DE CASTANHEIRA-MT: UMA
ANÁLISE ATRAVES DA MODELAGEM MATEMÁTICA**

**Autor: Sandra de Oliveira Costa
Prof.^a: Lucinda Aparecida Américo Honório**

“Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em Matemática, do Instituto Superior de Educação da AJES, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciatura Plena em Matemática.”

**JUÍNA - MT
2013**

**AJES-INSTITUTO SUPERIOR DE EDUCAÇÃO DO VALE DO JRUENA
CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Fábio Bernardo da Silva

Prof. Esp. Raqueline Bernardi

Orientador (a)
Prof. Esp. Lucinda Aparecida Américo Honório

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que contribuíram para a conclusão de mais esta etapa da minha vida em especial a minha família que sempre foi meu refúgio e minha fortaleza, sem eles eu nada seria.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem ele não seria possível a realização de nenhum progresso pessoal e intelectual. Sou muito grata a toda minha família, meus pais Edna e João, a minha irmã Selma e meu filho Jean que sempre me apoiaram nos momentos em que acreditei não ter capacidade para chegar até o fim deste trabalho.

Agradeço aos colegas de trabalho, ao meu líder Cristiano por me liberar das minhas atividades laborais algumas vezes para que pudesse concluir este trabalho. Agradeço aos meus amigos que acompanharam de perto a superação de tantas dificuldades para que eu pudesse vencer mais essa etapa.

Não poderia deixar de agradecer também a equipe de trabalho do DAES que prontamente me atendeu e me forneceu todas as informações necessárias para a conclusão deste trabalho.

Quero agradecer a professora Lucinda, minha orientadora pela paciência e pela dedicação para que este trabalho fosse realizado.

Enfim quero agradecer a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a conclusão deste trabalho tão importante.

“A matemática é o alfabeto com o qual DEUS escreveu o universo”

Pitágoras

RESUMO

A água é uma preciosidade necessária para todas as formas de vida presentes na natureza, mas não basta apenas que tenha água, ela também precisa ser potável, o que quer dizer que suas características não apresentem nenhum risco para os seres vivos que venha a consumi-la. A água em condições normais de consumo se torna indispensável a todos e quaisquer seres vivos. Com os avanços tecnológicos, nos dias atuais temos água encanada e tratada que chegam até nossas residências através de um sistema de tratamento e abastecimento de água. Mas para que isso aconteça, é necessário que se tenha uma equipe de pessoas e de máquinas que trabalham incansavelmente para não faltar água tratada em nossos lares. Mas, existe um fator muito importante que chamamos de Perdas de Água, que incide na quantidade de água tratada e não faturada. O Departamento de Água e Esgoto de Castanheira – MT não possui medidor em todas as suas unidades consumidores, portanto, não fatura toda água tratada e distribuída. Diante desse fato o objetivo principal da presente pesquisa é analisar se o Departamento de Água e Esgoto da cidade de Castanheira – MT tem perdas quando trata e distribui a água, realizando uma análise através da Modelagem Matemática, que é uma ferramenta muito importante para averiguação dos fatos. Para tanto a pesquisa abordou como é o processo de tratamento e distribuição de água e suas perdas. A metodologia aponta como foco principal a criação de modelos matemáticos que possam indicar as perdas de água do Departamento de Água e Esgoto de Castanheira – MT. Dessa forma foram apresentados os resultados obtidos na Análise e Discussão de Resultados através de gráficos, modelos matemáticos e tabelas que permitam um melhor entendimento sobre os dados levantados na coleta de dados da presente pesquisa.

Palavras-chave: Tratamento. Perdas de Água. Modelagem Matemática.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Balanço Hídrico.....	22
Tabela 2 - Comparativo entre as residências.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de um sistema de Abastecimento de Água.....	15
Figura 2 - Manancial.....	15
Figura 3 - Captação.....	16
Figura 4 - Adutora.....	17
Figura 5- Estação de Tratamento.....	18
Figura 6 - Reservatório.....	19
Figura 7 - Rede de Distribuição.....	20

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Percentual das Unidades Consumidoras	33
Gráfico 2 - Índice de Perdas de Água	35

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
2 SISTEMA DE TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE ÁGUA	14
2.1 AS PERDAS NO SISTEMA DE TRATAMENTO E ABASTECIMENTO.....	21
2.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO MODELO MATEMÁTICO	23
2.3 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METOLOGIA DE ENSINO.....	25
3 METOLOGIA.....	27
3.1 CONCEITO DA PESQUISA.....	27
3.1.1 QUANTO AOS FINS	27
3.1.2 QUANTO AOS MEIOS.....	28
3.2 UNIDADE DE PESQUISA.....	28
3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	29
4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DE RESULTADOS	30
4.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS RESIDENCIAS.....	30
4.2 AS PERDAS DE ÁGUA DO DAES DE CASTANHEIRA – MT.....	33
4.3 OS ÍNDICES DE PERDAS DE ÁGUA DO DAES DE CASTANHEIRA – MT	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
REFERÊNCIAS.....	38
ANEXOS	41

INTRODUÇÃO

A água é uma preciosidade necessária para todas as formas de vida presentes na natureza. Mas não basta apenas que tenha água, ela também precisa ser potável, o que significa que não é toda água encontrada na natureza que pode ser utilizada para o consumo, sendo indispensáveis que suas características não apresentem nenhum risco para os seres vivos que venham a consumi-la. A água em condições normais de consumo se torna imprescindível a todos e quaisquer seres vivos.

Desse modo, lembramos logo que água é sinônimo de vida, portanto, a água é essencial em praticamente todas as funções do nosso corpo, bem como a natureza em geral e sua ausência pode provocar sérios danos na natureza.

Segundo (FREITAS 2013), a água doce encontrada na natureza é limitada, sendo que cerca de 97,61% da água total do planeta é natural das águas dos oceanos; calotas polares e geleiras representam 2,08%, água subterrânea 0,29%, água doce de lagos 0,009%, água salgada de lagos 0,008%, água misturada no solo 0,005%, rios 0,00009% e vapor d'água na atmosfera 0,0009%.

Diante desses percentuais, apenas 2,4% é água doce, e ainda somente 0,02% podem ser consumidas, temos que a quantidade de água potável encontrada na natureza que pode ser consumida é um número muito pequeno, sem falar que dentro deste percentual ainda existem alguns mananciais poluídos diminuindo ainda mais a quantidade de água potável disponível na natureza e ao alcance dos seres humanos, inclusive o homem. Dessa forma precisamos viver num mundo sustentável, então a água imprópria para o consumo pode ser tratada e se tornar potável.

Com os avanços tecnológicos, nos dias atuais temos água encanada e tratada que chegam até nossas residências através de um sistema de tratamento e abastecimento de água. Mas para que isso aconteça, é necessário que se tenha uma equipe de pessoas e de máquinas que trabalham incansavelmente para não faltar água em nossos lares.

Sabendo que a água é indispensável para a sobrevivência de todos os seres vivos, subentende que numa cidade mesmo que pequena, a maioria dos moradores

dependem do sistema de tratamento e abastecimento de água para ter vida com saúde, como é o caso de estudo, a cidade de Castanheira – MT. É de conhecimento que a água tratada é cobrada dos moradores através de faturas que calculam a quantidade de água consumida mensalmente, que é medida por medidores específicos chamado de hidrômetros.

Para aprofundarmos mais sobre este assunto e esclarecer melhor os fatos, a Estatística é a ferramenta fundamental para analisar qualquer pesquisa, pois os números fazem parte dos resultados de qualquer estudo. Dentro do contexto matemático, diante da necessidade de compreender os fatos e esclarecê-los contamos com a Modelagem Matemática.

De acordo com (SILVEIRA, 2013), “a modelagem matemática é livre e espontânea, ela surge da necessidade do homem em compreender os fenômenos que o cercam para interferir ou não em seu processo de construção”.

Segundo (SANTANA, 2006), a modelagem matemática é um processo alternativo para ensinar Matemática pretendendo explorar e elucidar as imprecisões dos acontecimentos do dia a dia.

Dentro do contexto da modelagem, a presente pesquisa direciona-se exclusivamente ao Departamento de Água e Esgoto (DAES) da cidade de Castanheira – MT, onde a maioria dos consumidores não possuem medidores em suas casas, e por essa razão não pagam a água utilizada, pagando apenas uma taxa fixa calculada em 10.000 litros de água/mês e o valor de R\$ 20,00, determinado pelo Decreto nº 060/2010, então surge o seguinte questionamento: O DAES da cidade de Castanheira – MT tem perdas no tratamento e distribuição da água tratada? Se possuir, como indicar essas perdas através da modelagem Matemática?

O objetivo principal da presente pesquisa é indicar através de cálculos matemáticos as perdas na arrecadação do sistema de tratamento e abastecimento de água na cidade de Castanheira – MT a fim de que essas perdas sejam reduzidas. Mas também existem outros fatores relevantes que determinam a objetividade e busca responder o questionamento levantado neste trabalho questão: Analisar a quantidade de água tratada distribuída e arrecadada pelo DAES da cidade de Castanheira – MT a fim de confirmar as perdas; Contribuir para que o sistema de abastecimento de água seja melhorado, oferecendo mais qualidade à população.

A presente pesquisa será delimitada na análise de consumo de água entre duas residências com mesmo perfil onde uma delas tenha medidor de água e a outra não tenha, como também em uma análise geral sobre a quantidade de água tratada e arrecadada pelo município de Castanheira - MT.

Através de conhecimentos empíricos sobre o DAES da cidade de Castanheira – MT percebe-se que o consumo de água das unidades consumidoras com mesmo perfil é basicamente o mesmo e o valor da arrecadação variam muito de uma para outra, uma vez que algumas têm medidores outras não o possuem. Diante desse fato, despertou o interesse em evidenciar se este método utilizado pelo DAES para realizar a cobrança dos consumidores que não tem medidor é viável para o município.

A pesquisa se divide em cinco capítulos distintos. No primeiro concentram-se a introdução que apresenta a problematização, os objetivos, sendo geral e específico, a delimitação da pesquisa e a justificativa.

No segundo capítulo é exposto o referencial teórico que tem uma abordagem sobre os temas: Sistema de Tratamento e Abastecimento de Água; As Perdas no Sistema de Tratamento e Abastecimento; A Modelagem Matemática Enquanto Modelo Matemático; e A Modelagem Matemática Enquanto Metodologia de Ensino.

O terceiro capítulo apresenta a metodologia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa abordando os temas que se segue: Conceito da pesquisa, unidade de pesquisa e levantamento de dados.

No quarto capítulo traz a análise e discussões de resultados onde apresenta os resultados alcançados com a pesquisa através dos seguintes subtítulos: Análise Comparativa entre as Residências, As Perdas de Água do DAES de Castanheira – MT; Os Índices de Perdas de Água do DAES de Castanheira – MT.

O quinto capítulo apresenta As considerações Finais onde destaca o resultado final desta pesquisa e os objetivos foram alcançados.

2 SISTEMA DE TRATAMENTO E ABASTECIMENTO DE AGUA

Desde muitos anos atrás que o homem se preocupa em ter água em seus acampamentos e quando começou a estabelecer moradia fixa, cultivar o solo e criar animais, as pessoas passaram a viver em vilarejos, que posteriormente se transformaram em grandes cidades. O abastecimento de água tornou-se uma dificuldade para a população e a necessidade de ter água próxima a suas residências, fez surgir os primeiros sistemas de abastecimento de água. De acordo com (MAYS, 2000) apud (TSUTIYA, 2006), “as primeiras obras com sucesso para se controlar o fluxo de água foram feitas na Mesopotâmia e no Egito, onde ruínas de canais de irrigação pré-históricos ainda existem”. Ele ainda acrescenta que:

“Em vista da importância de um adequado sistema de abastecimento de água, grandes esforços vêm sendo feitos particularmente nas últimas décadas do século XX, com elevados investimentos de modo a levar água de boa qualidade ao maior número possível de usuários, especialmente dos países em desenvolvimento, onde a situação de abastecimento de água é menos favorável”. (TSUTIYA. 2006, p.1)

Segundo (ALMEIDA, 2011) a primeira estação de tratamento de água foi construída em Londres por volta do ano 1829, onde filtravam a água do rio Tamisa com areia. No Brasil, o primeiro projeto de tratamento de água foi contratado no ano de 1876, na cidade do Rio de Janeiro. E desde então que a evolução tecnológica e o aumento populacional urbano trouxeram as modernas estações de tratamento nos dias atuais.

De acordo com (GOMES, 2004) um sistema de abastecimento de água é o conjunto de equipamentos, obras e serviços voltados para o suprimento de água a comunidades, para fins de consumo doméstico, industrial e público. A figura 1 esboça um mapa de um exemplo de sistema de tratamento de água.

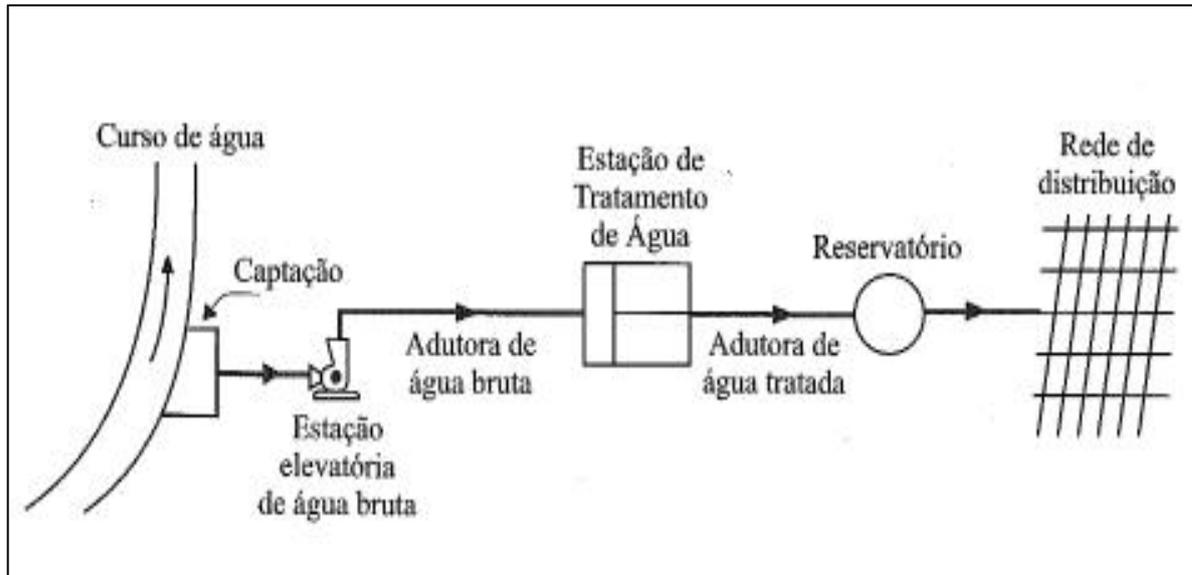


Figura 1 - Esquema de um sistema de Abastecimento de Água
 Fonte: (TSUTIYA, 2006, p.16)

Um sistema de abastecimento de água é composto por vários elementos imprescindíveis ao seu funcionamento, dividindo-se em várias partes importantes que serão relacionadas a seguir:

I. MANANCIAL



Figura 2 – Manancial

Fonte: DAES de Castanheira - MT

O manancial é a fonte de onde se tira a água, podendo ser rios, lagoas, lagos, poços, etc., ou seja, são lugares com disponibilidade de água em condições

clínicas apropriadas que tenham condições de abastecer parcialmente ou totalmente uma cidade, também é necessária a permissão para a retirada de acordo com os órgãos competentes. Para a escolha de um manancial deverá ser levado em conta a quantidade e a qualidade da água que ele apresenta e que seja viável economicamente seu uso. (KOBAYAMA, 2008)

II. CAPTAÇÃO



Figura 3 – Captação
Fonte: DAES de Castanheira - MT

É o conjunto de equipamentos e instalações utilizados na retirada da água do manancial e no lançamento da mesma no sistema de tratamento. Esses equipamentos devem captar a quantidade de água equivalente à distribuição para que haja um equilíbrio e não venha a faltar água nas unidades consumidoras. (TSUTUYA, 2006).

III. ADUTORAS



Figura 4 – Adutora

Fonte: DAES de Castanheira - MT

Adutoras são tubulações responsáveis pelo transporte da água captada com também da água já tratada. De acordo com (TSUTIYA, 2006), as adutoras podem captar ou distribuir a água de maneiras diferentes dependendo da localização geográfica de cada sistema de tratamento e abastecimento, podendo acontecer por gravidade (quando aproveita o desnível entre o ponto inicial e final da adutora) ou por recalque (quando é realizada através de bombas elétricas elevatórias).

IV. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO



Figura 5 - Estação de Tratamento
Fonte: DAES de Castanheira - MT

Toda água para ser consumida é preciso passar por um processo químico denominado tratamento. Esse processo ocorre para remover as impurezas contidas na água retirada dos mananciais e torná-la própria para o consumo sem oferecer riscos à saúde da população consumidora.

Para que a água seja considerada própria para o consumo, ela passa por várias etapas de transformação obedecendo rigorosamente a dosagem de produtos de tratamento conforme casa sistema de tratamento.

De acordo com (FURLAN, 2013) para que água seja considerada tratada e apropriada para consumo é preciso passar por diversas fases obrigatórias que são:

Coagulação: nesta fase, é adicionado sulfato de alumínio, cloreto férrico ou outro coagulante, seguido de uma agitação violenta da água. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar.

Floculação: após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas.

Decantação: neste processo, a água passa por grandes tanques para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior.

Filtração: a água atravessa tanques formados por pedras, areia e carvão antracito, que são responsáveis por reter a sujeira que restou da fase de decantação.

Em algumas estações de tratamento de água é adicionado também o flúor, que ajuda na prevenção contra cáries, mas que não é obrigatório.

V. RESERVATÓRIO



Figura 6 – Reservatório
Fonte: DAES de Castanheira - MT

O reservatório é o acúmulo da água, que pretende atender a variação de consumo, como exemplo, quando muda a estação do ano, quando está no período da seca, etc. e também para atender a demanda de consumo não implicando na suspensão do fornecimento de água para as unidades consumidoras quando seja necessário realizar manutenção em curto prazo de tempo na estação de tratamento. (TSUTIYA, 2006).

VI. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

A rede de distribuição é formada por um grupo de tubos e conexões responsáveis pelo transporte da água tratada. (AZEVEDO NETTO, 1991) conceitua rede de distribuição como:

[...] é a unidade do sistema que conduz a água pra os pontos de consumo. É constituída por um conjunto de tubulações e peças especiais dispostas convenientemente a fim de garantir o abastecimento dos consumidores de forma contínua nas quantidades e pressões recomendadas. (AZEVEDO NETTO, 1991).

As redes de distribuição de água se dividem em dois grupos, principais e secundárias. (BARROS, 1995) explica que redes principais são as de maior diâmetro e responsáveis pela alimentação das redes secundárias. As redes secundárias são as de menor diâmetro e abastecem diretamente aos pontos de consumo.

A figura 6 ilustra como é formada uma rede de distribuição.



Figura 7 - Rede de Distribuição
Fonte: DAES de Castanheira - MT

2.1 AS PERDAS NO SISTEMA DE TRATAMENTO E ABASTECIMENTO

“As perdas de água representam um dos maiores desafios e dificuldades para a expansão das redes de distribuição de água no Brasil”, é o diz um estudo realizado por (TONEDO JR 2010).

Para (TSUTIYA, 2006), as perdas em qualquer sistema de abastecimento de água esta diretamente ligada à deficiência da gestão, podendo ser por causa de operação e manutenção inadequada, impedindo que o sistema possa desenvolver novos projetos de melhoria.

A média de perdas de água tratada no Brasil é de 40%, sendo o que o Nordeste é a região que mais tem perdas podendo chegar a 60%. A SABESP – Superintendência do Abastecimento de Água do Estado de São Paulo desenvolve um projeto desde 2009 para a cidade São Paulo para reduzir essas perdas que em 2011 eram de 16% com projeção para que em 2015 esse número reduza para 8%. (TONEDO JR, 2010).

Para que essas perdas não venham a ocorrer é necessário explicitar os principais fatores que faz com que isso aconteça. (CARVALHO, 2003) ressalta que as perdas de água nos sistemas de abastecimento se dividem em perdas físicas (quantidade que não é consumida) e perdas aparentes (é consumida, mas não é registrada). Um exemplo de perdas físicas pode ser vintouro de vazamentos na rede de distribuição, e as perdas aparentes ou não físicas estão ligadas aos erros e às fraudes, como ligação de água clandestina, por exemplo, que também pode ser chamada de consumo não autorizado.

(VICENTINI, 2012) acrescenta que as perdas de água podem ser determinadas através do Balanço Hídrico, que considera as perdas reais e aparentes. Essa proposta foi elaborada pela International Water Association (IWA) que propõe uma padronização dos países para que se esclareçam os principais fatores que levam as perdas de água. “O Balanço Hídrico é uma maneira estruturada de avaliar os fluxos e uso da água no sistema de tratamento de água e facilitar o cálculo de seus valores tanto relativos, quanto absoluto”. (VICENTINI, 2012).

	Consumo autorizado	Consumo autorizado faturado	Consumo médio faturado		Água Faturada
			Consumo estimado faturado		
Volume de entrada no sistema		Consumo autorizado não faturado	Consumo medido não faturado		
			Consumo estimado não faturado		
Perdas de água	de	Perdas reais (físicas)	Consumo não autorizado		Água não Faturada
			Erro de medição		
			Vazamentos e extravasamentos em reservatórios		
			Vazamentos em adutoras e redes		
			Vazamentos em ramais até o ponto de medição do cliente		

Tabela 1 – Balanço Hídrico
 Fonte: (VICENTINI, 2012)

Na tabela acima, o volume de entrada no sistema faz referência ao volume de água produzido pelo sistema de tratamento. O consumo autorizado obedece ao volume de água consumido, mas não faturado, podendo ser residências, indústrias, comércios e órgão público.

O consumo medido faturado satisfaz ao volume de água medido nos hidrômetros (medidores) e o consumo estimado faturado é mesclado entre o volume estimado por meio de consumos médios e volume mínimo faturado. Esse procedimento é utilizado quando não medidores, ou quando estes apresentam defeitos. O consumo medido não faturado menciona o volume de água usado pelo próprio sistema de abastecimento.

De acordo com a (COPASA, 2003), as perdas também estão ligadas ao consumo autorizado, aqueles que por alguma razão, o usuário tem consentimento para utilizar de a água tratada, porém não realiza pagamento do consumo.

(TONEDO JR, 2010) destaca que não são apenas as perdas físicas de água, mas isso implica na economia de todas as esferas públicas como também no setor privado e a perda financeira com a água produzida e não faturada faz com que

o setor do saneamento perca recursos financeiros fundamentais também para a ampliação do esgotamento sanitário no país.

Dentre os vários fatores que incidem em perdas de água num sistema de tratamento e distribuição, (GOMES, 2007) afirma que os consumos não medidos são as perdas de maior impacto nos sistemas de tratamento e abastecimento de água, pois esse tipo de procedimento pode triplicar a quantidade de água distribuída em relação a água medida e faturada pelo sistema.

2.2 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO MODELO MATEMÁTICO

A matemática originalmente surgiu como parte da vida diária do homem, e se há validade no princípio biológico da sobrevivência dos mais aptos à persistência da raça humana [...] (BOYER, 1996).

Para (BIENBENGUT, 2007) a matemática é a base de quase todas as áreas do conhecimento, pois através da modelagem podemos levantar questões e realizar averiguações que atingem o campo do conhecimento reflexivo e cognitivo.

“A Matemática, alicerce de quase todas as áreas do conhecimento e dotada de uma arquitetura que permite desenvolver os níveis cognitivo e criativo, tem sua utilização defendida, nos mais diversos graus de escolaridade, com meio para fazer emergir essa habilidade em criar, resolver problemas, modelar”. (BIENBENGUT, 2007, p.9)

De acordo com (BURAK, 1992), a modelagem matemática é formada de uma série de processos objetivando constituir uma congruência para tentar ilustrar, matematicamente, os fenômenos presentes no dia-a-dia das pessoas, ajudando-as a fazer prognósticos e realizar tomadas de decisões assertivas.

(BIENBENGUT, 2005) conceitua que a “idéia de modelagem suscita a imagem de um escultor trabalhando com argila, produzindo um objeto. Esse objeto é um modelo”.

A Modelagem Matemática na opinião de (BARBOSA, 2003) é a associação entre problema e averiguação, sendo que o primeiro refere-se ao fato de se ter um problema (questão) e o segundo busca escolher, estabelecer e manipular os dados coletados.

A modelagem matemática é um procedimento eficaz empregado para autenticar os modelos matemáticos que venham a ser criados de acordo com cada necessidade de estudo. A modelagem matemática pode ser considerada uma obra de arte onde o artista converte casos em fatos e as soluções são interpretadas de acordo com a criação do artista. (BASSANEZI, 2004)

Os modelos são ferramentas, que quando bem utilizadas podem realizar grandes descobertas e comprovações de fatos existentes na natureza, inclusive, na solução de problemas do dia-a-dia de todo ser humano.

“Na verdade o ser humano sempre recorreu aos modelos, tanto para comunicar-se com seus semelhantes como para preparar uma ação. Nesse sentido, a modelagem, arte de modelar, é um processo que emerge da própria razão e participa da nossa vida como forma de constituição e de expressão do conhecimento”. (BIENBENGUT, 2007, p.11)

“O objetivo principal deste momento de modelar é chegar a um conjunto de expressões ou formulas que levem à solução ou permitam a dedução de uma solução”. (BIENBENGUT, 2007).

Os modelos matemáticos podem determinar uma situação real, observando a necessidade de quantificar ou qualificar quaisquer dados observados, ou seja, um modelo matemático representa a realidade de dados que podem ser coletados em campos de pesquisa.

Para que um modelo possa ser construído devem ser observadas algumas etapas:

1. “Interação - onde ocorre o envolvimento com o tema (realidade) a se estudado/problematizado, através de um estudo indireto (por meio de jornais, livros ou revistas) ou direto (por meio de experiências em campo)”.
2. “Matematização – onde ocorre a tradução da situação-problema para a linguagem matemática. É aqui que se formula um problema e escreve-o segundo um modelo matemático que leve a solução”.
3. “Modelo matemático – onde ocorre a validação do modelo obtido, através da análise das respostas que o modelo oferece quando aplicado a situação que o originou, no sentido de verificar o quanto são adequadas ou não”. (BIENBENGUT, 2003, p.13)

Segundo (ARAUJO, 2003) os modelos matemáticos são instrumentos importantes para analisar e controlar determinadas ações. A execução de um modelo matemático significa, portanto, conhecer e analisar procedimentos para diferentes condições de intervenção.

2.3 A MODELAGEM MATEMÁTICA COMO METOLOGIA DE ENSINO

A Modelagem Matemática ultimamente é assunto de muitas análises, sendo muito empregada como uma renovação das práticas pedagógicas no ensino-aprendizagem de Matemática. Essa inovação traz a possibilidade de colaborar para que o aluno seja mais dinâmico e construa um conhecimento mais sólido, contribuindo para sua independência e uma melhor atitude diante da Matemática, fazendo com que haja uma associação entre a modelagem e a sociedade. (BARBOSA, 2006).

(...) “O importante é que os futuros professores de matemática possibilitem aos seus alunos oportunidades de aprender e de pensar criativamente, de posicionar-se criticamente aos problemas do dia-dia, buscando e discutindo soluções, tomando decisões e construindo a sua cidadania”. (GONÇALVES, 2000 p. 43).

“A modelagem matemática no ensino pode ser um caminho para despertar no aluno o interesse por tópicos matemáticos que ele ainda desconhece ao mesmo tempo em que aprende a arte de modelar, matematicamente”. (BIENBENGUT, 2007).

Na modelagem matemática o papel do professor é encantar os alunos com propostas do dia a dia para uma investigação dos fatos de qualquer estudo, se tornado prazeroso obter respostas para situações banais, mas que ainda não tenha sido objeto de estudo.

“Para implementar a modelação matemática sugere-se que o professor faça, inicialmente, um levantamento sobre a realidade socioeconômica dos alunos, o tempo disponível para que seja realizado o trabalho extraclasse e o conhecimento matemático. Esse levantamento é denominado diagnóstico e é determinante para o planejamento das aulas, pois com base nele, planeja-se como implementar a modelação, isto é, como desenvolver o conteúdo programático, como orientar os alunos na realização de seus modelos matemáticos – modelagem e como avaliar o processo”. (SILVA, 2002, p. 46)

Contudo, a “Modelagem no ensino é apenas uma estratégia de aprendizagem, onde o mais importante não é chegar imediatamente a um modelo bem sucedido, mas caminhar seguindo etapas aonde o conteúdo matemático vai sendo sistematizado e aplicado”. (BASSANEZI, 2002).

As atividades aplicadas em sala de aula através da Modelagem Matemática, que focaliza a Educação Matemática, têm como alicerce para seu emprego, os passos que orientarão o processo de Modelagem no que diz respeito a percepção da Matemática numa visão diferenciada. (ARAUJO, 2008).

“Ensinar através da Modelagem é uma alternativa para tornar a Matemática mais encantadora e motivadora”. (BASSANEZI 2002)

Relacionando a Modelagem Matemática com o cotidiano é possível proporcionar ao educador e a seus alunos a oportunidade de elaborar e obter um diagnóstico onde seja possível identificar as perdas de água tratada, contribuindo para elaboração de um plano de ação onde as perdas possam ser contidas ou reduzidas oferecendo uma oportunidade de melhoria tanto na parte física como também econômica do sistema de abastecimento de água.

3 METOLOGIA

Metodologia ou método científico “é a ordem que deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um certo fim ou um resultado desejado é o que conceitua (CERVO E BERVIAN, 2002).

“O método científico aproveita ainda a análise, a comparação e a síntese, os processos mentais da dedução e indução, processos esses comuns a todo tipo de investigação, quer experimental, quer racional”. (CERVO E BERVIAN, 2002)

3.1 CONCEITO DA PESQUISA

A presente pesquisa enfatiza a comparação entre a quantidade de água tratada, distribuída e arrecadada no sistema de tratamento e distribuição da cidade de Castanheira MT, pretendo indicar que as perdas são expressivas.

A pesquisa é considerada bibliográfica, sendo (...) “desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos”. (GIL, 2009). Também apresenta características comparativas e quantitativas, podendo ser classificada quanto aos fins e quanto aos meios.

3.1.1 QUANTO AOS FINS

O presente trabalho abordou uma pesquisa exploratória onde:

“A pesquisa exploratória tem como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. A coleta de dados pode ocorrer de diversas maneiras, mas geralmente envolve: levantamento bibliográfico entrevista com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto e análise de exemplos que estimulem a compreensão.” (GIL 2009, p. 27).

A pesquisa também apresenta características comparativas tendo a pretensão de divulgar as diferenças ou as semelhanças dos fatos acontecidos

A presente pesquisa também é considerada quantitativa, pois os dados serão quantificados com a utilização de uma linguagem matemática para apresentar as razões de um acontecimento e as relações entre variáveis. “Considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas” (...) (MORESI, 2003).

3.1.2 QUANTO AOS MEIOS

A presente pesquisa trata-se de um estudo de caso documental, pois analisa cuidadosamente um elemento. Para (GIL, 2009), “estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento” (...).

A pesquisa também pode ser considerada como um estudo documental, pois analisa documentos de entidades públicas, não sendo necessária sua impressão em bibliotecas.

“A pesquisa documental assemelha-se à pesquisa bibliográfica (...) a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda pode ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa (...) a pesquisa documental apresenta uma série de vantagens (...) como os documentos subsistem ao longo do tempo, torna-se a mais importante fonte de dados em qualquer pesquisa de natureza histórica” (...). (GIL 2002 p.45-46).

Assim sendo, a pesquisa realizou um estudo baseado em faturas de conta de água pertencentes ao departamento de água e esgoto da cidade de Castanheira – MT.

3.2 UNIDADE DE PESQUISA

O DAES foi criado conforme a Lei 230/1993 que era chamado de SAAE – Sistema Autônomo de água e Esgoto sendo alterada pela Lei 360/2001 que criou o DAES – Departamento de Água e Esgoto. Nos dias atuais o DAES emprega 09 funcionários, onde 03 são operadores de estação de tratamento (ETA), 03 são

encanadores e 01 secretario administrativo, 01 diretor e 01 químico responsável. O departamento possui no período estudado, 1.215 unidades de consumo ativas, sendo apenas 243 unidades com medidores e 972 não possuem medidores para calcular a quantidade de água utilizada pelos usuários. A conta é calculada por categoria, sendo que os usuários que não possuem medidor são cobrados com taxa mínima fixada em 10.000 litros/mês independente do consumo mensal.

3.3 LEVANTAMENTO DE DADOS

O levantamento de dados da presente pesquisa apresentará a quantidade de água tratada consumida entre duas residências com mesmo perfil, tanto no tamanho da área construída, quanto na quantidade de moradores, onde uma possui medidor de água e a outra não.

O levantamento dos dados acontecerá realizando um comparativo entre as faturas de água de duas residências dos últimos 8 meses, compreendendo janeiro a agosto do ano de 2013, que serão apresentados em gráficos e tabelas servindo como amostragem. Como também, uma análise na quantidade de água tratada, distribuída e arrecadada no Sistema de tratamento e distribuição de água tratada da Cidade de Castanheira - MT.

Nesta pesquisa será denominada residência 1 a que possui medidor de água e 2 a residência que não possui medidor. Ambas as residências possuem cerca de 120 m² de área construída, 5 moradores e utensílios domésticos, eletrodomésticos e eletroeletrônicos semelhantes.

4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DE RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados alcançados na análise de dados, adquiridos a partir das faturas de água das residências com a intenção de esclarecer os dados através de cálculos matemáticos.

4.1 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS RESIDÊNCIAS

A tabela 1 representa o consumo de água das residências 1 e 2 que compreende os meses de janeiro a agosto de 2013 de acordo com as tarifas de cobrança cedida pelo DAES de Castanheira - MT, mediante autorização dos proprietários das residências.

<i>MESES</i>	<i>RESIDENCIA 1 (LITROS)</i>	<i>RESIDENCIA 2 (LITROS)</i>	<i>RESIDENCIA 1 FATURA (R\$)</i>	<i>RESIDENCIA 2 FATURA (R\$)</i>
JANEIRO	32.000	10.000	79,70	20,00
FEVEREIRO	49.000	10.000	138,35	20,00
MARÇO	29.000	10.000	69,92	20,00
ABRIL	30.000	10.000	72,80	20,00
MAIO	28.000	10.000	67,04	20,00
JUNHO	25.000	10.000	58,40	20,00
JULHO	31.000	10.000	76,25	20,00
AGOSTO	48.000	10.000	134,90	20,00
TOTAL	272.000	80.000	697,36	160,00

Tabela 2 - Comparativo entre as residências
Fonte: DAES de Castanheira - MT

Através da equação que determina a média aritmética podemos analisar a média de consumo da residência 1 (com medidor), dada pelo modelo:

$$X = \frac{\sum X}{N}$$

Modelo 1 – Média Aritmética – Fonte: (SILVA, 1999)

Onde:

$\sum X$ = soma de valores dos meses estudados;

N = a quantidade de meses estudados;

Substituindo os valores no modelo 1 temos:

$$X = \frac{\sum 272.000}{8} = 34.000$$

Temos que a média aritmética mensal de consumo em litros da residência 1 (com medidor) corresponde a 34.000 litros de água.

Ainda de acordo com o modelo 1, substituindo os valores temos:

$$X = \frac{\sum 697,36}{8} = 87,17$$

Obtemos que a media aritmética de valores em reais (R\$) mensal pagos pela residência 1 (com medidor) é de R\$ 87,17.

Dessa mesma forma calculando a média da residência 2 (sem medidor) temos:

$$X = \frac{\sum 80.000}{8} = 10.000$$

Temos que a média de consumo mensal da residência 2 (sem medidor) é de 10.000 litros de água.

E ainda temos que:

$$X = \frac{\sum 160,00}{8} = 20,00$$

Assim, a média aritmética de valores, em reais (R\$) da residência 2 (sem medidor) é de R\$ 20,00.

A diferença entre a quantidade de litros consumidos e os valores faturados ao mês podem ser calculados de acordo com o seguinte modelo:

$$D = X_1 - X_2 = 34.000 - 10.000 = 24.000 \text{ (litros)}$$

$$D = X_1 - X_2 = 87,17 - 20,00 = 67,17 \text{ (\$ reais)}$$

Modelo 2 – Diferença de consumo entre as residências

Sendo:

D : Diferença da média entre as residências;

X_1 : Média da residência com medidor;

X_2 : Média da residência sem medidor;

4.2 AS PERDAS DE ÁGUA DO DAES DE CASTANHEIRA – MT

O DAES de Castanheira – MT tem em média 1.185 unidades consumidoras compreendidas entre residências, comércios e indústrias, mas, no entanto, apenas 243 unidades possuem medidor de água e as outras 942 não possui. Conforme demonstra o gráfico 1 que representa a quantidade de unidades consumidoras.

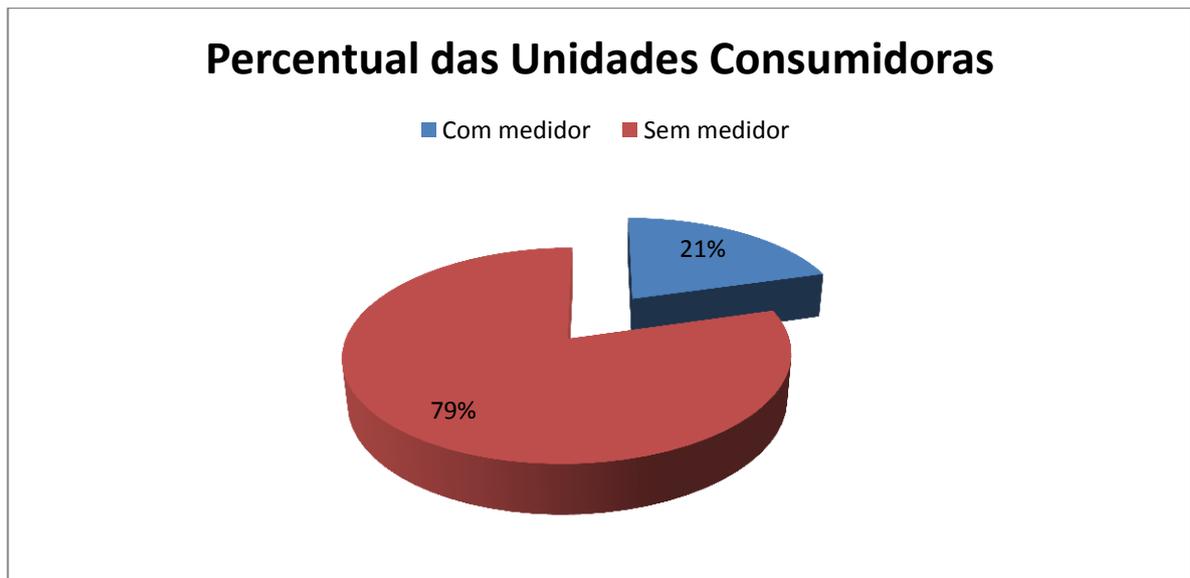


Gráfico 1 - Percentual das Unidades Consumidoras

De acordo com o gráfico uma quantidade expressiva de unidades não possui medidor de água. Então, fazendo a relação do modelo anterior, que determinou a diferença da media com os gastos e consumo entre as residências analisadas que têm as mesmas características e consomem basicamente a mesma quantidade de água durante 8 meses, podemos obter as perdas tanto em litros de água como também monetária através do seguinte modelo:

$$TPL = QM \cdot X_1 = 192.000 \text{ (litros)}$$

$$TPR = QM \cdot X_2 = 537,36 \text{ (R\$)}$$

Modelo 3 – Quant. de Perdas no Período Analisado

Onde:

TPL = Total de perdas em litros;

TPR = Total de perdas em (\$) reais;

QM = Quantidade de meses estudados;

4.3 OS ÍNDICES DE PERDAS DE ÁGUA DO DAES DE CASTANHEIRA – MT

O reservatório do DAES de Castanheira – MT comporta 300.000 litros de água tratada e é distribuída com média de 80.000 litros/hora, trabalhando uma média de 14 horas por dia. Isso quer dizer que o sistema trata e distribui em média 1.120.000 litros de água por dia. Então mensalmente implica em dizer que o DAES trata e distribui em média 33.600.000 litros de água por mês. Utilizando a média de consumo obtido com a análise das residências temos que o volume de água utilizado é de 17.682.000 litros de água.

Calculando a diferença média entre as residências analisadas temos o seguinte modelo:

$$VD - VU = VP$$

Onde:

VD: Volume de água disponibilizado;

VU: Volume de água utilizado;

VP: Volume perdido;

Calculamos o volume perdido conforme modelo a seguir:

$$\frac{VD - VU}{VD} \cdot 100$$

Modelo 4 - Fonte: <http://www.lenhs.ct.ufpb.br>

Substituindo os dados no modelo 4 temos:

$$\frac{33.600.000 - 17.682.000}{33.600.000} \cdot 100 = 47.37$$

Através deste modelo é possível indicar que o índice de perdas de água no DAES de Castanheira é em média de 47.37%, conforme a representação apontada pelo gráfico 2.

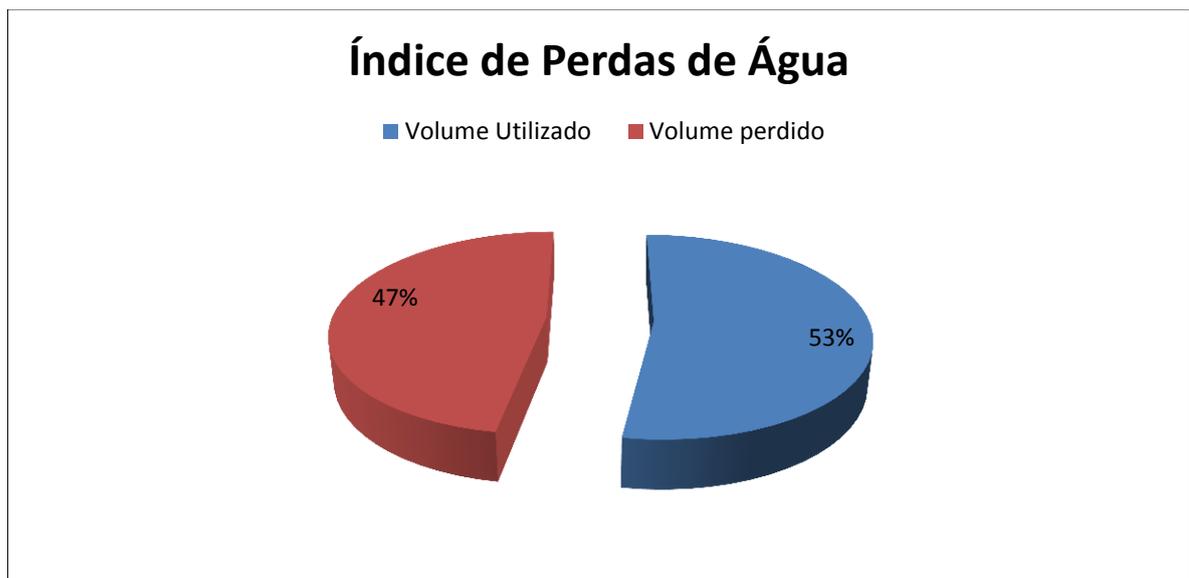


Gráfico 2 - Índice de Perdas de Água

Dessa forma a presente pesquisa entendeu que se faça necessário um plano de ação para que o DAES de Castanheira - MT tome providências em relação a falta de medidor de água nas unidades consumidoras, pois as despesas com produtos químicos são elevadas e dessa forma não há como obter melhorias no departamento porque não há fundos de arrecadação suficientes para que haja uma reforma das máquinas ou mais contratação de mão de obra, por exemplo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A água doce e potável é uma fonte natural que a cada dia que passa torna-se mais escassa devido aos vários danos causados pelo homem. Por essa razão, é necessário cuidar dos mananciais em boas condições de consumo para que a água doce nunca falte nas torneiras das nossas residências, pois água é sinônimo de qualidade de vida.

O tratamento de água é uma das alternativas para que a água seja consumida em condições e aspectos que não fazem mal a saúde, mas para tratar água tornando-a própria para o consumo é necessário que ela passe por um longo processo com a utilização de máquinas e pessoas.

Existem várias empresas de tratamento de água no nosso país, como por exemplo, a SABESP, que é uma empresa séria e renomada por tratar e distribuir água. Nas cidades menores existem os departamentos de tratamento e distribuição de água, como é o caso de Castanheira – MT. É um departamento da prefeitura que possui uma direção e o controle de gastos e receitas, mas que não toma nenhuma iniciativa sozinho, pois depende dos gestores da administração da prefeitura.

Nem toda água tratada e distribuída é arrecadada, existem as perdas, que podem acontecer por vazamentos, por ligações clandestinas e principalmente as perdas autorizadas, que são aquelas que o Sistema de Tratamento sabe que não arrecada, mas não existe alternativa para sanar o problema. O DAES de Castanheira – MT sofre com as perdas do departamento, pois as casas que não tem medidor de água pagam uma taxa fixada pelo Decreto 060/2010, assim arrecadam por taxa e não por consumo.

Para realização deste trabalho foi realizada uma análise entre duas residências com mesmo perfil físico e quantidade de moradores, onde uma tem medidor e a outra não tem.

Indicamos na pesquisa o percentual de água tratada que está sendo distribuída, mas, porém, não está sendo arrecadada, uma vez que o decreto 060/2010 determina que quem não tem medidor paga apenas 10.000 litros de água e uma taxa de R\$ 20,00.

O presente trabalho buscou indicar através de cálculos matemáticos se há perdas na arrecadação do sistema de tratamento e abastecimento de água da cidade Castanheira – MT e através dos índices obtidos a presente pesquisa visou contribuir para que as perdas de água sejam contidas ou reduzidas com base neste estudo.

De acordo com os dados pesquisados, foi possível identificar que há grandes perdas de água no DAES da cidade de Castanheira – MT, então, através dos dados levantados, esse objetivo foi alcançado, pois as perdas de água são significativas, confirmadas pela análise e discussão de resultados através dos cálculos matemáticos (modelos) para identificar os índices de perdas, o que a pesquisa apontou aproximadamente 47% de perdas da água tratada no DAES da cidade de Castanheira – MT.

As perdas de água do DAES da cidade de Castanheira - MT pela falta de medidor é um número que deve ser lavado em conta pelos órgãos competentes para que as mesmas sejam reduzidas através da instalação de medidores em todas as unidades consumidoras. É válido lembrar que a despesa com instalação dos medidores é alta, mas que trará ótimos resultados a partir desse acontecimento.

Outro ponto muito importante que a pesquisa abordou, mas não realizou na prática, é aplicação dos conceitos sobre a modelagem matemática em sala de aula para levar aos alunos os problemas encontrados no cotidiano que podem ser resolvidos através dos conhecimentos matemáticos proporcionando um aprendizado amplo e dinâmico, consentindo aos alunos e aos professores uma criação de outros modelos para determinar as perdas de água da cidade de Castanheira – MT ou para outras cidades onde o sistema de tratamento de água seja semelhante ao estudado nesta pesquisa.

Fica a oportunidade para que outras pessoas que queiram realizar uma pesquisa sobre o tema abordado ou a continuação da presente pesquisa colocar em prática com os alunos para criação de novos modelos matemáticos e ajude na construção do conhecimento científico dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, Ofélia de Queiroz F. **Modelagem Dinâmica de Processos**. Escola de Química Universidade Federal do Rio de Janeiro Edição: 09/2003.

ARAUJO, Alyne Maria de. **Modelagem Matemática nas Aulas de Cálculo: Uma Estratégia que Pode contribuir com a Aprendizagem dos Alunos de Engenharia**. Belém 2008. Disponível em:<http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/3073/1/Dissertacao_ModelagemMatematicaAulas.pdf> Acesso em: 28 de Nov. de 2013.

ALMEIDA Ana Lucia Machado. **Tratamento de água e esgoto: Um mercado Promissor Para Uma Questão Essencial**. 2011. Disponível em:<<http://www.revistatae.com.br/noticiaInt.asp?id=5722>>Acesso em: 04 de Set. 2013.

AZEVEDO NETTO, J.M. de; RICHTER, C.A. **Tratamento de Água Tecnologia Atualizada**. In: O tratamento de água. São Paulo: Editora Edgar Blucher LTDA, 1991.p. 1-5.

BARBOSA, J. C. **Uma perspectiva de modelagem matemática. Conferência Nacional sobre Modelagem e Educação Matemática**. 3ª edição. Piracicaba. UNIMEP 2003.

BARBOSA, J. Cra. Mathematical Modelling in Classroom: a Critical and Discursive Perspective. **Zentralblatt für Didaktik der Mathematik**. V. 38, n. 3, p. 293-301. Eggenstein-Leopoldshafen , Germany: 2006.

BARROS, Raphael T. **Saneamento**.1995. Disponível em: <<http://www.sanesul.ms.gov.br/conteudos.aspx?id=5>> Acesso em: 28 de Nov. de 2013.

BASSANEZI, Rodney Carlos. **Ensino-aprendizagem com Modelagem Matemática**. São Paulo: Ed. Contexto, 2002.

BIENBENGUT, Maria Salett e HAIN, Nelson. **Modelagem Matemática no ensino 4ª**. ed. São Paulo Contexto 2007.

BOYER, Carl B. **História da Matemática**. 2ª edição. São Paulo. Blucher, 1996.

BURAK, Dionísio. **Modelagem Matemática, Matemática para a vida**. Disponível em:<<http://dionisioburak.com.br/MODELAGEM.html>>Acesso em: 04 de Set. de 2013.

CARVALHO, Fernando Silva de. **Estudo Sobre Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Maceió**. Disponível em:<<http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/perdassistemadeabastecimento.pdf>>Acesso em: 28 de Nov. de 2013.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo, 2002.

COPASA. **Programa de redução de perdas de água no sistema de Distribuição**. 2003. Disponível em: <<http://www.copasa.com.br/media/Publicacoes/ReducaoPerdas.pdf>> Acesso em: 09 de Set. de 2013.

FREITAS, Eduardo. **Água Potável**. Disponível em: <<http://www.brasilecola.com/geografia/agua-potavel.htm>> Acesso em: 27 de Nov. de 2013.

FURLAN, Marcos Aurélio. **Processo de Tratamento de Água**. Disponível em: <<http://www.saema.com.br/nformacoes-gerais.html>> Acesso em: 27 de Nov. de 2013.

GIL, Antonio Carlos, **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos, **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª edição. São Paulo: Atlas, 2009.

GOMES, H. P. **Sistemas de Abastecimento de Água**: Dimensionamento Econômico e Operação de Redes Elevatórias. 2ª Edição. 242p. Editora Universitária /UFPB, 2004.

GONÇALVES, T. O. **A formação e desenvolvimento profissional de formadores de professores**: O caso dos professores de matemática da UFPa. Campinas, SP, 2000. (Tese de doutorado).

KOBIYAMA, Masato. **Recursos Hídricos E Saneamento**– Curitiba: Ed. OrganicTrading, 1ª edição. 2008.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**. 2003. Brasília – DF. Disponível em: <http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/1370886616.pdf> Acesso em: 29 de Nov. 2013.

SANTANA, Juliana Máximo. **Modelagem matemática, aprendendo na troca com a realidade**. Planeta educação 2006. Disponível em <<http://www.planetaeducacao.com.br/portal/artigo.asp?artigo=500>> Acesso em: 01 de Nov. de 2013.

SANTOS, Ricardo Barbosa. **Perdas de água no sistema de distribuição para abastecimento público**. SP 2008.

SILVA, Ermes Medeiros. **Estatística**. 3ª edição, Volume 1. Atlas. São Paulo, 1999.

SILVA, Maria Eugênia de Carvalho e. **A modelagem como ferramenta no ensino da matemática**. 2002. Disponível em <http://www.utp.br/tuiuticienciaecultura/FACET/FACET%2034-35/PDF/art_2.pdf>. Acesso em 28 de Nov. de 2013.

SILVEIRA, Jean Carlos. **Discussões sobre modelagem matemática e o Ensino-Aprendizagem.** Disponível em: <<http://www.somatematica.com.br/artigos/a8/index.php>> Acesso em: 28 de Out. de 2013.

TONEDO JR, Rudinei. **Má gestão desperdiça quase 40% da água tratada no Brasil.** Instituto Trata Brasil. 2010. Disponível em: <<http://www.aguaonline.com.br/materias.php?id=3609&cid=1&edicao=560>> Acesso em: 28 de Nov. 2013.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento De Água** – 3ª edição. São Paulo. 2006.

VICENTINI, Liliana Pedroso. **Componentes do Balanço Hídrico Para Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água.** São Paulo. 2012. Disponível em: <www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/.../Dissertacao_Perdas_LP.V.pdf> Acesso em: 28 de Nov. de 2013.

ANEXOS



ESTADO DE MATO GROSSO
PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
 Fundo de Previdência Municipal

DECRETO Nº 060/2010.

ALTERA O VALOR DAS TARIFAS FIXADAS NO ANEXO ÚNICO DO DECRETO Nº. 09/2005, e dá outras providências.

JOSÉ ANTUNES DE FRANÇA, Prefeito Municipal de Castanheira, Estado de Mato Grosso, no uso das atribuições legais e fundamentado na Lei Federal nº 6.528 e no Artigo 126 da Lei Municipal nº 385/2002.

DECRETA:

Art. 1º - Os valores das Taxas e Multas diversas fixadas pelo Decreto nº 009/2005, que dispõe Sobre o Regulamento dos Serviços de Abastecimento de água e Esgoto do Município de Castanheira, passa a vigorar de acordo com o anexo I, integrante deste Decreto.

Art. 2º - Este Decreto entrará em vigor a partir de 02 de Janeiro de 2011.

Art. 3º - Revogam-se as disposições em contrário

Gabinete do Prefeito Municipal de Castanheira, Estado de Mato Grosso, em 06 de dezembro de 2010.


 JOSÉ ANTUNES DE FRANÇA
 Prefeito Municipal

REGISTRADO e PUBLICADO no Local de Costume na data Supra


 JOSÉIVALDO SILVA SANTOS
 Secretário Municipal de Administração

Prefeito Municipal **JOSE ANTUNES DE FRANÇA** - Vice- Prefeito: **DILMAR JOSÉ KERSHENER**
 Rua Mato Grosso, n.º 142, Bairro Centro, 78345-000, (66) 581-1166 Castanheira-MT
 CNPJ: 24.772.154/0001-60 - e-mail: prefeituracastanheira@yahoo.com.br

Fundamento: Lei Federal 6.528 regulamentação Dec. 82.587-06/11/79

"Artigo 68 Parágrafo 3º Decreto Municipal

RESIDENCIAL – CATEGORIA 1 **RESIDENCIAL CLASSE 1**

FAIXA M ³		VOLUME		ALÍQUOTA		VALORES	
TIPO	INTERVALO	POR FAIXA	PREÇO POR M ³	DA FAIXA	ACUMULADO		
R1	ATÉ 10	10	2,00	20,00	20,00		
R2	11 a 20	10	2,40	24,00	44,00		
R3	21 a 30	10	2,88	28,80	72,80		
R4	ACIMA 30	10	3,45	34,00			

COMERCIAL – CATEGORIA 2 **COMERCIAL CLASSE 1**

FAIXA M ³		VOLUME		ALÍQUOTA		VALORES	
TIPO	INTERVALO	POR FAIXA	PREÇO POR M ³	DA FAIXA	ACUMULADO		
C1	ATÉ 10	10	3,57	35,70	35,70		
C2	11 a 20	10	4,76	47,60	83,30		
C3	21 a 30	10	5,72	57,20	140,50		
C4	ACIMA 30	10	6,86	68,60			

INDUSTRIAL – CATEGORIA **INDUSTRIAL CLASSE 1**

FAIXA M ³		VOLUME		ALÍQUOTA		VALORES	
TIPO	INTERVALO	POR FAIXA	PREÇO POR M ³	DA FAIXA	ACUMULADO		
P1	ATÉ 10	10	4,72	47,20	47,20		
P2	11 a 20	10	5,67	56,70	103,90		
P3	21 a 30	10	6,80	68,00	171,90		
P4	ACIMA 30	10	8,16	81,60			

PODER PUBLICO – CATEGORIA **PODER PUBLICO CLASSE 1**

FAIXA M ³		VOLUME		ALÍQUOTA		VALORES	
TIPO	INTERVALO	POR FAIXA	PREÇO POR M ³	DA FAIXA	ACUMULADO		
I1	ATÉ 10	10	4,89	48,90	48,90		
I2	11 a 20	10	5,87	58,70	107,60		
I3	21 a 30	10	7,04	70,40	178,00		
I4	ACIMA 30	10	8,45	84,50			

IMPLANTAÇÃO DE LIGAÇÃO -----	R\$ 50,00
MANUTENÇÃO DE CAVALETE -----	R\$ 45,00
MULTA LIGAÇÃO CLANDESTINA -----	R\$ 280,00
MULTA DESPÉRDICIO -----	R\$ 180,00
RELIGAÇÃO POR DÉBITO -----	R\$ 25,00
VIOLAÇÃO DE REDE DE ÁGUA -----	R\$ 280,00
VIOLAÇÃO DE CORTE -----	R\$ 280,00
VIOLAÇÃO DE HIDROMETRO -----	R\$ 280,00

ANEXO II

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
ESTADO DE MATO GROSSO
PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

LEI Nº 360/2001

ALTERA EM SUA TOTALIDADE A LEI Nº 230/1993, QUE CRIOU O SAAE - SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO, QUE PASSARÁ A FUNCIONAR COMO DAE-DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ESGOTO, VINCULADO A SECRETARIA MUNICIPAL DE SAÚDE E SANEAMENTO.

A Câmara Municipal de Castanheira, Estado de Mato Grosso, Aprovou e eu Prefeito Municipal sanciono a seguinte Lei:

ARTIGO 1º - Fica criado o Departamento de Água e Esgoto – DAE, em substituição ao SAAE – Sistema Autônomo de Água e Esgoto, como entidade municipal da administração direta e estrutura orgânica e competência dos órgãos que integram na forma da presente Lei.

ARTIGO 2º - O DAE exercerá sua função no Município de Castanheira, competindo – lhe:

- 1 – Estudar, projetar, executar diretamente ou mediante contrato com especialistas e substituições em saneamento básico, de direito público ou privado, as obras relativas a construção, ampliação, recuperação, e remodelações dos sistemas públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município;
- 2 – Administrar, operar, manter e conservar os serviços de água e esgoto;
- 3 – Executar os serviços relativos as contas de consumo de água e utilização do sistema de esgoto;
- 4 – Acompanhar o faturamento e a arrecadação das taxas e tarifas decorrentes dos serviços prestados;
- 5 – Promover o treinamento de seu pessoal e promover estudos e pesquisas para o aperfeiçoamento de seus serviços;
- 6 – Manter intercâmbio com entidades relacionadas com a área de saneamento;
- 7 – Promover atividades voltadas para a preservação do meio ambiente e combate a poluição ambiental, particularmente dos cursos de água, do Município nos limites previstos nesta Lei;
- 8 – Incrementar programas de saneamento rural, no âmbito do Município, mediante o emprego de tecnologia apropriada e de soluções conjuntas para água – esgoto;





PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
ESTADO DE MATO GROSSO
PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

- 9 – Acompanhar e supervisionar serviços de terceirização de concessão de serviços de água e esgoto, desde que assegurados os recursos necessários;
- 10 – Exercer quaisquer outras atividades relacionadas com saneamento urbano e rural, desde que assegurados os recursos necessários;
- 11 – Promover articulações com outros setores para o exercício da polícia das águas públicas no Município, na forma disposta em regulamento;
- 12 – Elaborar programas de investimentos para o setor de água e esgoto e pedidos de financiamento junto aos órgãos estaduais, federais e outros.

ARTIGO 3º - O DAE deverá promover articulação com as demais instituições integrantes dos sistemas municipais, estaduais e federais, do meio ambiente, e desenvolver ações voltadas a preservação de recursos ambientais, de maneira isolada ou em conjunto com entidades do setor, em especial para:

- 1 – Auxiliar na fiscalização permanente dos recursos ambientais, particularmente dos cursos de água e encostas e fundos de vale, que podem ser diretamente afetados pela má disposição dos resíduos sólidos gerados pela atividade humana;
- 2 – Participar das discussões que visam a compatibilização do desenvolvimento econômico com a preservação do meio ambiente;
- 3 – Colaborar na proteção nas áreas representativas do eco sistemas e sugerir medidas para a implantação, nas áreas críticas de poluição, de sistemas de monitoramento dos índices locais de qualidade ambiental;
- 4 – Colaborar com os órgãos e entidades dos sistemas municipal, estadual e federal do meio ambiente, na identificação de áreas degradadas ou ameaçadas de degradação visando a tomada de medidas, por parte dos mesmos, para a sua recuperação;
- 5 – Participar e promover ações voltadas para atrair a efetiva participação da comunidade em campanhas para a defesa do meio ambiente e colaborar no desenvolvimento de programas de educação ambiental;
- 6 – Cooperar com os órgãos e entidades dos sistemas municipal, estadual e federal, no sentido da realização e atualização permanente do inventário ecológico no Município, incluindo as reservas naturais e as áreas de integração ambiental;
- 7 – Promover e participar de programas que visem a melhoria das relações humanas no trabalho, das relações públicas com a comunidade e a imagem do Departamento;
- 8 – Promover ações objetivando a implementação do saneamento básico nas localidades do município, conforme tecnologia apropriada ao saneamento rural.

ARTIGO 4º - O DAE deverá integrar o sistema municipal de saúde pública na idealização de ações para o controle de vetores e doenças transmissíveis, particularmente daquelas ligadas ao manuseio e destacando do lixo, e aos relacionados a existência de águas superficiais estagnadas ou artificiais, e participar com os demais órgãos do sistema de vigilância epidemiológica das outras atividades de saúde pública.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
ESTADO DE MATO GROSSO
PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

ARTIGO 5º - O DAE atuará em estreita articulação com os outros prestadores de serviços de saneamento municipais, através de programas e ações voltadas para o aprimoramento de suas atividades nos campos técnicos, administrativos e gerência.

PARÁGRAFO 1º - Mediante exame das necessidades do DAE e através de instrumentos legais a serem firmados, com empresas portadoras de serviços de saneamento o DAE poderá vir a utilizar e ceder recursos humanos e materiais, e deverá promover e assegurar mecanismos para a cooperação técnica e administrativa entre os serviços municipais que se dará em diversos níveis, constituindo-se numa permanente troca de serviços, devidamente remunerados com base em instrumentação legal, sem prejuízo implementação dos seus programas para a consecução dos seus objetivos e para a garantia do equilíbrio econômico financeiro da entidade.

PARÁGRAFO 2º - Fica a Diretoria do DAE autorizada a firmar convênios com outras entidades similares para atender ao disposto neste artigo.

ARTIGO 6º - O DAE terá a seguinte estrutura orgânica:

- I - Diretoria - DR.
- II - Seção Administrativa Financeira - SAF.
- III - Seção de Operação e Expansão - SOE.

ARTIGO 7º - O chefe do Executivo Municipal fica autorizado a firmar convênio ou contratar instituições especializadas na área de saneamento básico, de direito público, ou privado, para prestar assistência e assessoramento técnico e administrativo ao DAE.

ARTIGO 8º - Os orçamentos anuais e plurianuais, sintéticos e analíticos do DAE comporão o Orçamento geral do Município.

ARTIGO 9º - Cabe ao chefe do Executivo Municipal:

- 1 - Nomear o Diretor do DAE para o cargo de confiança, sendo de livre exoneração;
- 2 - aprovar o quadro de pessoal necessário para o funcionamento do departamento, de acordo com a solicitação formulado pelo Diretor do DAE;
- 3 - Transferir para a administração do DAE, pessoal necessário para o seu funcionamento;
- 4 - Transferir para a guarda, administração e responsabilidade do DAE, todo o patrimônio, bens moveis e semoventes necessários para seu funcionamento;
- 5 - Expedir atos próprios necessários, fixando taxas, tarifas e emolumentos e outros encargos a serem pagos pelo usuário.



PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
ESTADO DE MATO GROSSO
PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

ARTIGO 10º - O DAE para o seu funcionamento contará, entre outros, com recursos financeiros arrecadados pelo município provenientes de:

- 1 - Dotações orçamentárias e créditos suplementares;
- 2 - Subvenções municipais;
- 3 - Do produto de quaisquer tributos e remuneração decorrentes diretamente dos serviços de água e esgoto, tais como: taxas e tarifas de água e esgoto, taxas para conservação de hidrômetro, serviços referentes a ligações de água e esgoto, prolongamento das redes de água e de esgoto, ações e obras de saneamento realizada para terceiros;
- 4 - Taxas de contribuição que incidirem sobre os terrenos beneficiados com os serviços de água e esgoto;
- 5 - Dos auxílios, subvenções e créditos especiais ou adicionais, que lhe forem concedidos, inclusive para obras novas, pelos Governo Federal, Estadual e Municipal, ou por organismos de cooperação internacional;
- 6 - Taxa de contribuição de melhoria e implantação de obra nova;
- 7 - Produtos de cauções ou depósitos resultantes de inadimplementos contratuais;
- 8 - Doações, legados e outras rendas.

ARTIGO 11º - Os planos de trabalho do DAE serão elaborados conjuntamente com o Executivo Municipal, ouvindo os pareceres das instituições especializadas em Saneamento Básico, quando for o caso.

PARÁGRAFO ÚNICO - Competirá ao DAE coordenar, promover, executar e acompanhar os planos de trabalhos aprovados.

ARTIGO 12º - A classificação dos serviços de água e esgoto e as condições para sua concessão serão estabelecidos no regulamento do DAE.

ARTIGO 13º - Serão obrigatórias as ligações de água e esgoto para os prédios considerados habitáveis, situados nos logradouros em que existam as respectivas redes públicas.

ARTIGO 14º - Os proprietários de terrenos situados nos logradouros, que existam as redes de água e esgoto sanitário estarão sujeitos aos pagamentos de taxas e tarifas, conforme disposições a serem fixadas.

ARTIGO 15º - É vedado ao DAE conceder isenção ou redução no valor da cobrança devida pelo usuário, exceto nos seguintes casos e condições:

PREFEITURA MUNICIPAL DE CASTANHEIRA
ESTADO DE MATO GROSSO
PODER EXECUTIVO MUNICIPAL

- a) quer seja aposentado ou pensionista da previdência da União, Estados ou Municípios ou com mais de 60 (sessenta) anos de idade e cujos proventos ou rendimentos não ultrapassem um salário mínimo e que seja no máximo proprietário de apenas um imóvel para moradia;
- b) que tenham por finalidade a atividade exclusiva de beneficência e assistência social.

ARTIGO 16º - O Chefe do Executivo Municipal expedirá os Decretos necessários a completa regularização da presente Lei.

PARÁGRAFO ÚNICO - A regulamentação de que trata este artigo compreenderá o regulamento do Departamento de Água e Esgoto e o regimento Interno do DAE.

ARTIGO 17º - Até a data da entrada em vigência da presente Lei, todos os encargos e despesas geradas para o funcionamento do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário do Município ficam ratificadas e a Diretoria do SAAE fica autorizada a efetuar o pagamento mediante levantamento próprio adequado e de acordo com suas disponibilidades financeiras e orçamentárias.

ARTIGO 18º - Compete à Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento:

- I - Supervisionar a qualidade da água a ser distribuída para o consumo humano;
- II - Proceder a análise periódica da água conforme as normas atinentes.

Artigo 19º - Esta lei entrará em vigor em 01/01/2002, revogando-se as disposições em contrário.

Gabinete do Prefeito Municipal de Castanheira, Estado de Mato Grosso, em 24 de Abril de 2001.

Registre-se,
 Publique-se,
 Cumpra-se.


DR. JORGE LUIZ ARCOS
PREFEITO MUNICIPAL

REGISTRADO E PUBLICADO NA DATA SUPRA EM LOCAL DE COSTUME