

CONSUMO E CUSTOS DA ÁGUA TRATADA DE UM PEQUENO MUNICÍPIO DO EXTREMO OESTE CATARINENSE

CONSUMPTION AND COSTS OF TREATED WATER FROM A SMALL TOWN OF EXTREME WEST CATARINENSE

Milton Paulus¹
Naiara Colliselli²
Tânia Marise Specht³
Mariane Schneider⁴

Resumo: Enfrenta-se situações desagradáveis no sistema educacional pois o mesmo vem sendo fragmentado em diversas disciplinas, sem a interdisciplinaridade recorrente do sistema educacional moderno. Um dos campos que mais sente tal fragmentação do ensino, sem recorrência a outras disciplinas, é a matemática. Contudo, na atualidade vem surgindo instigantes problematizações, provenientes da modelagem matemática, a qual dá sentido a disciplina exata e aproxima-a da realidade do educando. Com o sistema moderno educativo vigente, o que mais se procura é aproximar o educando a sua realidade. Contudo muitas vezes o mesmo sai da sala de aula sem conhecer uma aplicação prática no cotidiano do conteúdo estudado em sala com o dia a dia. As aplicações, da matemática, estão presentes diretamente em nossas vidas, qualquer assunto básico se transforma em uma equação, mas o que é mais belo, é que essa equação tem sentido e finalidade e é isso que procurou-se fazer na disciplina de modelagem matemática, verificou-se uma situação prática do cotidiano que está ligada a matemática.

Palavras-chaves: água; modelagem; matemática.

Abstract: Face to unpleasant situations in the educational system as it has been fragmented into different disciplines, without the applicant interdisciplinarity of the modern educational system. One of the fields that most feel such fragmentation of education, without recurrence to other disciplines, is mathematics. However, today is emerging instigating problematizations, from mathematical modeling, which gives meaning to exact discipline and approaches to the student's reality. With the current educational modern system, what more looking to approach the student your reality. However often the same out of the classroom without knowing a practical application in the daily content studied in class with day to day. The applications of mathematics, are directly present in our lives, any basic matter is transformed into an equation, but what

¹ Acadêmico do curso de Matemática da FAI Faculdades de Itapiranga,SC. Email : miltonpaulus@hotmail.com;

² Acadêmica do curso de Matemática da FAI Faculdades de Itapiranga,SC. Email: nai_colliselli@hotmail.com;

³ Acadêmica do curso de Matemática da FAI Faculdades de Itapiranga,SC. Email: t_marise@hotmail.com;

⁴ Mestre em Modelagem Matemática. Professora da FAI Faculdades de Itapiranga, SC. Email: marischneider2003@yahoo.com.br

is most beautiful is that this equation has meaning and purpose and that's what we tried to do in the discipline of mathematical modeling, there is a practical everyday situation which is connected to mathematics.

Keywords: water; modeling; mathematics.

Introdução

Atualmente estamos em busca de uma forma revolucionaria na educação, que deixou de basear-se no método tradicional de ensino aprendizagem. A busca pela renovação vem sendo discutida constantemente, tentando-se implantar um método inovador e moderno de ensino dessa disciplina.

A fragmentação do ensino vem se tornando um obstáculo para a interdisciplinaridade, tão necessária no ensino e aprendizagem do educando. Como resultado de tal fragmentação tem-se uma distanciação do conteúdo estudado em sala e sua aplicação prática no cotidiano. Muito disso se deve a formação dos educadores em somente uma área de conhecimento, onde primeiramente se restringem ao interesse de sua área e além disso não procuram interligações com as outras disciplinas.

A matemática, como um desses campos educacionais, vem perdendo seu valor de aplicabilidade. Tudo que nos cerca e que usamos provem de certa forma da matemática, seja ela em nosso meio capitalista, ou mesmo na natureza que nos cerca. Porém, uma busca constante de inovação no ensino aprendizagem da matemática vem sendo vista com bons olhos, sendo que a modelagem matemática vem problematizando a vivência do aluno, tornando a conexão estudo e cotidiano mais significativa, dando enfoque ao ambiente, no qual o aluno se insere.

A seguir apresenta-se um estudo de caso, aplicado ao tratamento de água de um município do extremo oeste de Santa Catarina. Por meio desse trabalho, buscou-se uma interação prática e interdisciplinar da matemática com uma situação real, através do uso da modelagem matemática.

A água

Quando fala-se em água, entendemos que o H_2O é um composto químico que é formado por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio, e nesse composto há ainda a mistura de sais minerais, sendo que a água do oceano/mar contém uma enorme quantidade de sal misturada a ela.

Estudos indicam que cerca de 75% da superfície do planeta está coberta de água. Sabe-se que sem água, não haveria vida, inclusive o ser humano não existiria, pois, nós humanos também possuímos uma enorme quantidade de formação de água (70% água no corpo humano). O precioso H_2O é fundamental para a vida de todos os animais existentes e de todas as plantas (LIBÂNIO, 2010; CERQUEIRA, s.d.).

Desperdícios de água

Se tratando em desperdício de água e do uso consciente da mesma, vem à mente os frequentes maus hábitos de uso da água, além disso, ocorrem desperdícios/falhas no abastecimento da água, problemas de encanamento, o que acarreta numa enorme perda de água em inúmeros momentos.

Estudos indicam que um brasileiro gasta diariamente de 50 a 200 litros, sendo que desses possíveis 200 litros, 75% deles são gastos no banheiro, sendo consideradas as válvulas convencionais de descarga um fator de desperdício da água, pois cada segundo que uma pessoa mantém seu dedo pressionada para puxar a descarga, são gastos 2 litros de água, pesquisas mostram que as válvulas mais antigas geram um consumo de 40% da água total necessária numa residência (SANEAS, 2006; JÚNIOR, s.d.).

No setor de abastecimento de água, tanto urbano como rural, acabam ocorrendo inúmeros desperdícios, essa perda é dividida em dois tipos: a física, que é a perda através de vazamentos, na qual o líquido nem chega ao consumidor. Mas há também a perda não física, que é o uso da água por consumidores, sendo que essa água não é medida pelas empresas de abastecimento, pois há ligações de abastecimento clandestinas, bem como outros fraudes que possam vir a ocorrer. No Brasil, essas perdas físicas não correspondem aos sistemas públicos, uma perda de 40% a 50%. Portanto, para que haja cada vez menos perdas, sempre é recomendado que o distribuidor faça otimizações no rendimento de sua rede de distribuição, em especial nos casos de vazamentos, e na qualidade de medição da quantidade consumida. Por isso, evitar desperdícios de água, fazer o uso moderado e inteligente é de fundamental importância para a sobrevivência humana e o desenvolvimento sustentável (SANEAS, 2006; JÚNIOR, s.d.).

Tratamentos de água

Sabe-se que a água ao chegar nas estações de tratamento contém inúmeras impurezas, no momento em que essa água para o consumo não for corretamente tratada ela acaba por causar inúmeros transtornos, bem como problemas de saúde a população consumidora.

A floculação, decantação, filtração e cloração são alguns dos principais procedimentos necessários para o correto tratamento da água nas estações. No momento em que a água chega as hidráulicas, ela está imprópria para o consumo humano, por esse motivo, a primeira etapa pela qual ela passa, é o tratamento com uma solução de cal (óxido de cálcio (CaO)) e com o sulfato de sódio (Na_2SO_4), essa mistura de substâncias acaba gerando o hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$). O efeito do hidróxido de alumínio acaba por tirar as impurezas sólidas em suspensão na água, procedimento esse mais conhecido como floculação. Após esse etapa, segue-se para a decantação, na qual as partículas estão mais densas que a água devido ao processo de floculação, e por esse motivo elas se decantam nesse tanque, motivo pela qual a água já se encontra um pouco mais limpa. Em seguida, ocorre a filtração, onde que a água passa por um filtro, esse processo de limpeza contem camadas de cascalho, areia, e carvão ativado, pois, ao passar por essas camadas a água vai deixando as suas impurezas. Mas, após esse três processos a água ainda não está purificada, é por esse motivo que é deslocada para um tanque que contenha cloro (Cl), o cloro possui a capacidade de matar os micro-organismos ainda presentes na água, processo esse mais conhecido como cloração. Após esses quatro processos, a água está pronto para o consumo humano, sendo assim deslocada para depósitos que acabam fazendo a distribuição para zonas de abastecimento (RICHTER; NETTO, 1991).

Situação hidráulica do município

Localizam-se no município de um total de 5 estações de tratamento de água. Sendo que, das cinco, uma se localiza na cidade, e as outras quatro estações no interior.

A estação de tratamento de água da cidade possui capacidade máxima de tratamento de 160.000 litros de água por hora. Já as outras estações, localizadas no interior, possuem capacidade de tratamento de cinco mil litros de água por hora, cada

uma das estações. No total o funcionamento máximo das estações de tratamento do município, por hora, é de um total de trezentos e setenta mil litros de água.

No total, estão instaladas no município 5451 unidades consumidoras (hidrômetros). As mesmas são subdivididas em categorias de consumo, sendo quatro categorias. Dentre as quatro categorias de consumo, há as instalações industriais, com 7 instalações de consumo em todo o município. Já a categoria de instalações comerciais possui 279 instalações de consumo na categoria, em todo o município. Além das citadas anteriormente, há também a categoria de instalações residenciais, a qual é a mais utilizada, possuindo 3430 instalações de consumo, em todo o município. A última categoria de consumo, a agropecuária, é a segunda mais utilizada, tendo no município mil setecentas e trinta e cinco instalações consumidoras. Os dados estão expressos na tabela 01:

Tabela 01 - Ligações de água por categorias

Categorias de consumo	Número de unidades consumidoras
Industriais	7
Comerciais	279
Residenciais	3.430
Agropecuárias	1.735
Total	5.451

Fonte: Hidráulica Municipal, 2015.

De acordo com a tabela 01 as ligações de água na categoria industrial no município correspondem a uma porcentagem de 0,13%. Já a categoria de instalações de água comercial, equivalem a 5,12% das instalações totais. A categoria residencial, a mais utilizada no município, equivale a 62,92%, e a segunda maior categoria, a agropecuária, equivale a 31,83%.

Aplicando a modelagem matemática

Sabendo que a taxa mínima, no ano de 2015, era de R\$ 12,40 reais, é paga pelo consumo de 5 metros cúbicos, o consumo mínimo de todos os hidrômetros seria de 27.255 metros cúbicos de água. Porém, a grande maioria das instalações hidráulicas não

fica apenas no consumo mínimo. Por exemplo, no mês de julho de 2015 o consumo faturado pelo setor hidráulico do município foi de 66.449 metros cúbicos de água. O mesmo consumo subdividido entre os 5451 hidrômetros causaria uma média de 12 metros cúbicos de água por hidrômetro.

Essa situação pode ser representada usando uma equação do 1º grau, onde x equivale ao número de hidrômetros e Q, indica a quantidade de consumo total:

$$Q=12x$$

Na tabela 02 apresenta-se um exemplo real de instalação hidráulica na categoria de consumo residencial, localizada em meio urbano. O período de observação do mesmo hidrômetro foi de 21 meses (1 ano e 9 meses). Segue a tabela 02, com o período de observações e o consumo mensal de água em metros cúbicos.

Tabela 02: Instalação de Água Residencial Urbana

Período de observação (meses)	Consumo de água (m³)
jan/14	7
fev/14	6
mar/14	6
abr/14	6
mai/14	5
jun/14	7
jul/14	6
ago/14	5
set/14	6
out/14	7
nov/14	7
dez/14	7
jan/15	8
fev/15	7
mar/15	5
abr/15	9
mai/15	9
jun/15	7
jul/15	7
ago/15	6

Fonte: Hidráulica Municipal, 2015.

Tem-se uma tabela com o consumo de água (m³) em uma instalação de água em perímetro urbano, de caráter residencial. A média aritmética de consumo dessa residência é de:

$$M = \frac{\text{Soma de todos os consumos}}{\text{Mese de consumo}} = \frac{138}{21} = 6,57 \text{ m}^3$$

Verificou-se, também, o exemplo de uma instalação hidráulica na categoria de consumo agropecuária, localizada no meio rural. O período de observação do mesmo hidrômetro foi de 21 meses (1 ano e 9 meses), conforme consta na tabela 03:

Tabela 03: Instalação de Água na Categoria Agropecuária

Período de observação (meses)	Consumo de água (m³)
jan/14	797
fev/14	331
mar/14	697
abr/14	740
mai/14	606
jun/14	668
jul/14	659
ago/14	601
set/14	613
out/14	665
nov/14	507
dez/14	221
jan/15	343
fev/15	248
mar/15	244
abr/15	393
mai/15	230
jun/15	215
jul/15	295
ago/15	267
set/15	370

Fonte: Hidráulica Municipal, 2015

A média aritmética de consumo dessa residência é de:

$$M = \frac{\text{Soma de todos os consumos}}{\text{Mês de consumo}} = \frac{9710}{21} = 462,38 \text{ m}^3$$

Percebe-se que nos primeiros meses observados o consumo de água foi muito superior à média, com valor máximo de setecentos e noventa e sete metros cúbicos (797 m³), porém a partir do mês de dezembro de 2014, houve uma variação muito grande. Isso se deve pelo fato do proprietário do lote rural ter feito uma cisterna coletando a água da chuva. Entre o valor máximo de setecentos e noventa e sete metros cúbicos (797 m³) e o valor mínimo consumido de duzentos e quinze metros cúbicos (215 m³), houve uma diferença equivalente a um mês de água consumido anteriormente, mais precisamente, houve uma variação de quinhentos e oitenta e dois metros cúbicos (582 m³) de água.

Além das categorias e seus exemplos já apresentados, há um da categoria de consumo comercial, localizada no meio urbano. O período de observação do mesmo hidrômetro foi de vinte e um (21) meses (1 ano e 9 meses). Conforme mostra a tabela 04 com o período de observações e o consumo mensal de água em metros cúbicos.

Tabela 04: Instalação de Água em Estabelecimento Comercial

Período de observação (meses)	Consumo de água (m ³)
jan/14	15
fev/14	15
mar/14	7
abr/14	7
mai/14	5
jun/14	5
jul/14	5
ago/14	5
set/14	5
out/14	7
nov/14	7
dez/14	9
jan/15	8

fev/15	8
mar/15	7
abr/15	5
mai/15	5
jun/15	5
jul/15	5
ago/15	5
set/15	6

Fonte: Hidráulica Municipal, 2015

A média de consumo desse estabelecimento foi de:

$$M = \frac{\text{Soma de todos os consumos}}{\text{Mês de consumo}} = \frac{146}{21} = 6,95 m^3$$

Como o pagamento da taxa mínima, equivalente a cinco metros cúbicos, foi de R\$ 12,40, no ano de 2015, pode-se afirmar que a equação que define o valor por m³ é a seguinte:

$$V = \frac{C \cdot 12,40}{5}, \text{ onde: } V = \text{valor pago; } C = \text{Consumo em m}^3.$$

Como todo mês são gastos R\$ 170.000,00 apenas em energia elétrica utilizada para o recalque (bombeamento de água). Porém, a despesa total gira em torno de R\$ 300.000,00, e segundo informações do coordenador da hidráulica do município, o faturamento total de cada hidrômetro é de apenas 40%, sendo assim a equação definindo o faturamento do município quanto a cada hidrômetro seria de:

$$V = \frac{C \cdot 12,40}{5} \cdot \frac{40}{100} = \frac{109,6 \cdot C}{500}, \text{ onde: } V = \text{valor pago; } C = \text{Consumo em m}^3.$$

A cada ano vem sendo implantadas dez novas ligações por mês, totalizando por ano cento e vinte novas ligações. Baseado nisso, a equação que permite razoavelmente saber quantos hidrômetros terá daqui a (x) anos é determinada por:

$N=5451120 A$, onde: N = número de hidrômetros; A = anos que se pretende saber.

Adequação de um modelo particular a uma estação de tratamento

A adequação do modelo a seguir foi feita para apenas uma estação de tratamento de água, localizada no centro da cidade. A mesma estação trata cento e oitenta metros cúbicos de água por hora (180 m³/h), trabalhando em média dezoito (18) horas por dia. Assim, a quantidade de água tratada por mês nessa estação é de noventa e sete mil e duzentos metros cúbicos (97.200 m³) de água.

Na estação de tratamento de água são utilizados diversos produtos responsáveis pela limpeza da água, dentre eles destaca-se os quatro mais importantes.

Sulfato de Alumínio

O preço por quilograma do produto, comprado através de licitação, no mês de outubro de 2015 foi de R\$ 1,10, sendo que em média são gastos cento e cinquenta (150) quilos por dia e quatro mil e quinhentos (4.500) quilos por mês. Assim, são gastos R\$ 165,00 diários e R\$ 4.950,00 mensais com o mesmo.

Assim, o preço (P) varia de acordo com o valor de cada quilograma (x) comprado por meio de licitação, o que está expresso na equação a seguir:

$$P=(30 \cdot 150)x=4500=4,5 \cdot 10^3 x$$

Hipoclorito de Sódio

O preço por quilograma do produto, comprado através de licitação, no mês de outubro de 2015 foi de R\$ 1,20, sendo que em média são gastos mil setecentos e quarenta (1.740) quilos por dia, ou cinquenta e dois mil e duzentos quilos (52.200) mensais. Assim, são gastos R\$ 2.088,00 diários e R\$ 6.2640,00 mensais com o mesmo.

O valor final (P) varia de acordo com o valor de cada quilograma (x) comprado por meio de licitação, o que está expresso na equação a seguir:

$$P=(30 \cdot 1740)x=52200=52,2 \cdot 10^3 x$$

Soda Cáustica

O preço por quilograma do produto, comprado através de licitação, no mês de outubro/2015 foi de R\$ 6,00, sendo que em média são gastos duzentos e quarenta (240) quilos por dia, ou sete mil e duzentos (7.200) quilos mensais, assim, são gastos R\$ 1.440,00 diários e R\$ 43.200,00 mensais.

O preço (P) varia de acordo com o valor de cada quilograma (x) comprado por meio de licitação, o que está expresso na equação a seguir:

$$P=(30 \cdot 240)x=7200x=7,2 \cdot 10^3 x$$

Ácido Fluocissílico (Flúor)

O preço por quilograma do produto, no mês de outubro de 2015, foi de R\$ 1,20, sendo que em média são gastos seiscentos (600) quilos por dia, ou dezoito mil (18.000) quilos mensais, custando R\$ 720,00 diários e R\$ 21.600,00 mensais.

O valor final (P) varia de acordo com o valor de cada quilograma (x) comprado por meio de licitação, o que está expresso na equação a seguir:

$$P=(30 \cdot 600)x=18000x=1,8 \cdot 10^4 x$$

Conclusão do modelo

Ao total, são gastos R\$ 4.333,00 diários apenas com uma estação de tratamento de água, totalizando um valor de R\$ 129.990,00 mensais, para o tratamento de noventa e sete mil e duzentos metros cúbicos (97.200 m³) de água mensalmente. Assim:

$$V=\frac{129990}{97200}=1,33 \text{ reais por m}^3 \text{ diariamente e } 39,90 \text{ reais por mês.}$$

Onde: V = valor gasto em produtos químicos para a limpeza da água (por m³).

Assim, como nos foi informado, a despesa mensal com a água na estação de tratamento relatada, é de R\$ 300.000,00. Com o tratamento de noventa e sete mil e duzentos metros cúbicos (97.200 m³) de água, o gasto por metro cúbico, mensalmente é de:

$$G = \frac{300000}{97200} = 3,09 \text{ reais.}$$

Considerações Finais

Através da pesquisa e da modelagem matemática, verificou-se a compreensão magnífica de quão grande é a aplicabilidade de diversas funções matemáticas. Elas estão presentes de diversas formas, e sua utilização no dia a dia é muito importante.

Contudo, a aplicação prática de um conteúdo estudado em sala pelos educandos possibilita a interação da matemática aplicada à vida do aluno. O sucesso de ensino aprendizagem dos envolvidos no processo educacional, só ocorrerá caso haja essa interação e interdisciplinaridade envolvendo todas as áreas do conhecimento.

Já se tem essa noção de interação de disciplinas pelo ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), onde os conteúdos são subdivididos em áreas do conhecimento. Porém, a preparação dos estudantes ainda está sendo feita de maneira equivocada, não provocando a interdisciplinaridade exigida.

Concluindo, pode-se perceber que ocorreu interação de diversas disciplinas, o que mostra que a interdisciplinaridade é possível e necessária. Tudo isso possibilita a quebra de rotina em sala de aula, pois a matemática não se resume essencialmente no cálculo e no livro didático, ela é muito mais do que isso, ela é muito mais magnífica e bela do que pensamos, pois ela faz parte de nós e nós dela.

Referências

- CERQUEIRA, W. *Água*. Disponível em:
<<http://www.brasilecola.com/geografia/agua.htm>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
- JÚNIOR, R. C. *O desperdício da água*. Disponível em:
<<http://www.gestaonocampo.com.br/biblioteca/o-desperdicio-da-agua/>>. Acesso em: 12 nov. 2015.
- LIBÂNEO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. ed. Campinas –SP: Editora Átomo, 2010.
- RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. *Tratamento de água: Tecnologia atualizada*. São Paulo: Blucher, 1991.

Revista Infinity, vol. 1, n. 1, 2016.
FAI Faculdades – Faculdade de Itapiranga (SC)

SANEAS. *Evitar o desperdício de água: responsabilidade e comprometimento*. Disponível em: <<http://www.aesabesp.org.br/arquivos/saneas/saneas23.pdf>>. Acesso em: 12 nov. 2015.