



## A SUSTENTABILIDADE E A CONTRIBUIÇÃO DA MODELAGEM MATEMÁTICA PARA EVITAR O DESPERDÍCIO DE ÁGUA

Anderson Vantuir Nobre Vieira, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (Cefet - MG), andersonobredoc@gmail.com

### Resumo

O tema sustentabilidade é de extrema importância para a sociedade, pois ela trata da manutenção de sua existência. A água é um dos elementos essenciais para a sobrevivência e por isso o objetivo deste trabalho foi estimar por meio da modelagem matemática o desperdício de água em duas situações do cotidiano. Foram realizados dois experimentos em que no primeiro uma torneira estava pingando e no outro a torneira ficou aberta enquanto uma pessoa lavava a louça. Em seguida foi realizada uma estimativa a longo prazo e em uma certa quantidade de locais nas mesmas situações. Com os resultados demonstrou-se que realmente o desperdício é muito alto e que é preciso ter muita atenção ao realizar uma tarefa envolvendo o gasto de água e sempre verificar se há defeitos que geram vazão de água e nesse caso trocá-las.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade, Modelagem Matemática, Desperdício de Água.

### 1. Introdução

A sustentabilidade é um assunto de grande importância que há décadas tem sido discutido nacional e internacionalmente, devido aos impactos ambientais ocasionados pelas atitudes agressivas do ser humano na natureza. Diversas áreas do conhecimento trabalham em prol da sustentabilidade, pois “somente um ramo da ciência ou uma só disciplina não é capaz de dar conta dos desafios socioambientais que enfrentamos hoje” (Alves, 2014, p. 4).

A economia de água é um assunto de extrema relevância, já que ela é vital para os seres humanos, plantas e diversas outras espécies. Ultimamente a escassez de água tem preocupado fortemente toda a população. Para Czapski (2008, p.11), o desperdício e a falta de planejamento no uso racional da água são fatores que contribuem para isso. O desperdício ocorre desde a captação, passando pela distribuição e finalizando no uso diário da população.

A cidade de Montes Claros (cidade onde nasceu o autor), entre os anos de 2016 a 2018, foi dividida em regiões e o fornecimento de água ocorria alternadamente, entre elas devido ao racionamento necessário por causa do baixo volume de água na represa. Em alguns meses do período as pessoas chegaram a ficar até 48 horas sem fornecimento de água pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG) que é a empresa que cuida do abastecimento de água, “a Copasa implantou, além de outras medidas que possam garantir a redução de perdas e vazamentos, o racionamento de água pelo sistema de rodízio, como medida emergencial, em toda a cidade” (Araujo et al.,2017)

O estudo feito pelo Instituto Trata Brasil (ITS) (2020) disponibilizado na página Ambiente Legal (2021) a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento de



2019, mostra que o Brasil desperdiça 39,2% de toda a água potável que é captada, e essa quantidade seria suficiente para conseguir abastecer 63 milhões de brasileiros em um ano. O ITS aponta ainda que se o país reduzisse as perdas de água poderia ter um benefício líquido de mais 27 milhões em 15 anos até 2034.

Diante desse problema, surge a motivação para este trabalho, pois assim como na cidade de Montes Claros diversos outros locais no Brasil sofrem com o problema da falta de água hoje. Mais de 2 bilhões de pessoas vivem em locais onde ocorre o estresse hídrico, ou seja, a disponibilidade de água é inferior à demanda. Ainda a nível mundial, ao menos 4 bilhões de pessoas sofrem por falta de água grave pelo menos uma vez por ano. (De Souza, 2022)

É certo que há uma necessidade de economizar água, mas nem toda a população tem essa consciência e apenas falar que falta água, não adianta, pois muitas pessoas ainda pensam que não tem nada a ver deixar uma torneira aberta enquanto lavam vasilhas, ou quando saem para trabalhar e deixar uma torneira pingando (especialmente esse último, já que uma gota tem volume pequeno e por isso causa uma falsa impressão que não se desperdiça muito). O simples fato de sair e esquecer uma torneira pingando, pode gerar bastante problema, pois além de ter um impacto financeiro, também pode levar à escassez de água.

Os modelos matemáticos são importantes para que seja possível mensurar e mostrar à comunidade, em números, o quanto gastam quando acontece uma das faltas de atenção relatadas acima. A conscientização é de fundamental relevância para que a população veja o quanto desperdiçar água pode ser prejudicial para a humanidade.

A Modelagem Matemática (MM) pode ser utilizada para ajudar a tratar o tema, já que “A matemática está em tudo” como sugere o Biênio da Matemática em 2018 que teve a frase como tema. A matemática está presente em todos os anos do ensino fundamental e médio, em diversos cursos técnicos e em muitos cursos superiores também. Através dela é possível discutir e levar muitos temas importantes e relevantes para a sociedade ao apresentar o conteúdo aos alunos, entre eles, a sustentabilidade. Ferreira (2003, p.55), aponta que na modelagem matemática “os alunos podem desenvolver projetos envolvendo uma grande teia de significados, além de contemplar relações entre as disciplinas, entre conteúdos, entre professores e seus pares, entre alunos e professores, entre alunos e seus pares.”

Diante do que foi exposto anteriormente, fica definido o problema da pesquisa: Como mostrar por meio da modelagem matemática e de um experimento que não fechar bem as torneiras, não manter a manutenção em dia e deixar a torneira aberta, pode acarretar em um grande desperdício de água indo contra o que propõe a sustentabilidade?

O objetivo geral deste trabalho é estimar por meio da modelagem matemática o desperdício de água em duas situações do cotidiano.

Os objetivos específicos são: simular por meio de experimentos a perda de água quando uma torneira pinga ao longo de um certo tempo e quando uma torneira fica aberta durante o

tempo de lavar as louças do almoço e do jantar; criar os modelos matemáticos para estimar as perdas; estimular o uso desse tipo de atividade no ensino básico.

Quando se fala quantizando, conforme mencionado anteriormente, o impacto que o ouvinte sente ao receber a notícia costuma ser maior do que quando os números não são citados. Quando uma pessoa ouve que há uma escassez de água e que há desperdícios, não é o mesmo falar que perdeu-se, por exemplo, um milhão de litros de água por meio do desperdício. Devido à necessidade de quantizar e mostrar às pessoas quanto se perde quando uma torneira fica pingando ou fica aberta durante algum trabalho que está sendo feito ou por esquecimento esse trabalho se justifica. Além disso, serão aplicados modelos matemáticos simples envolvendo operações básicas para realizar os cálculos (Veja seção 4) e os professores do ensino básico poderão fazer com que seus alunos repitam esse experimento e dessa forma ampliar o alcance da informação sobre o desperdício de água.

## 2. Fundamentação teórica

No ano de 1983, na assembleia geral da Organização das Nações Unidas (ONU) criou-se a Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD) que por sua vez elaborou em 1987 a primeira edição de *Our Common Future* traduzido em português como Nosso Futuro Comum (CMMAD, 1991). No documento são tratados vários princípios da sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. Este documento foi traduzido para o português

A sustentabilidade é fundada na compreensão de atendimento das necessidades presentes sem comprometer a capacidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades e representada pelos pilares econômico, ambiental e social, requer uma análise cognitiva qualificada, devido sua construção histórica e suas múltiplas dimensões e manifestações nos campos de conhecimento (Bodnar, Freitas e Silva, 2016).

Para uma melhor compreensão do termo sustentabilidade Boff (2012), aponta que o termo significa o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação dos seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões.

*O International Council on Mining and Metals (ICMM)* é uma organização que trabalha por um mundo justo e sustentável e o ICMM (2022) ressalta que “a água é um precioso recurso compartilhado com alto valor ambiental, social, cultural e econômico” e que “O acesso à água é parte integrante do bem-estar humano, das práticas espirituais e culturais de muitas comunidades e do funcionamento saudável do meio ambiente.” E que “Sociedades ao redor do mundo já estão enfrentando desafios hídricos significativos”. Eles ainda afirmam que são “uma organização de liderança global para o desenvolvimento sustentável, julgando o sucesso por nossa contribuição para a criação de um mundo seguro, justo e sustentável por meio de metais e minerais produzidos de forma responsável.”

Assim, é preciso pensar no desenvolvimento sustentável e na preservação da água, pois segundo Viegas (2007), a partir da análise e reflexão sobre o multiuso da água, permite afirmar que de modo geral: a água é tratada como se fosse um recurso abundante e infinito, quando na verdade trata-se de um produto esgotável, frágil e, em alguns casos, já se apresenta como escasso.

Aquino *et al.* (2016) falam que “todos os organismos vivos são compostos por uma grande parte de água. Apesar de sua importância, é um de nossos recursos mal administrado. Nós desperdiçamos e poluímos”.

Ensinar as pessoas a cuidar dos recursos naturais, nesse caso a água, deve começar de casa, pelos pais e deve ter continuidade na escola. Em matemática por exemplo há muitas formas de fazer isso. Uma delas é utilizar modelagem matemática que é um recurso potente para o ensino de matemática, pois instaura nos alunos a observação, a indagação e a investigação de problemas do seu dia a dia, o que corrobora com as ideias de Ferreira (2003, p. 53), em que a “Modelagem contribui para trazer a realidade para a sala de aula, dando espaço para problemas que estão relacionados ao cotidiano dos alunos, viabilizando a interação da Matemática na sala de aula com aquela existente na realidade.” E destaca ainda, que os alunos passam a resolver questões que surgem num contexto integrado com o seu dia-a-dia, deixando de resolver questões matemáticas apenas de forma mecânica. Isso traz vários benefícios, dentre os quais, um melhor entendimento da realidade, proporcionando o conhecimento de várias áreas.

Neste contexto, Bassanezi (2004) enfatiza que a modelagem matemática consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. E assim, para Ferreira (2003) a modelagem matemática, entendida como uma estratégia de ensino aprendizagem, na qual os alunos transformam problemas da realidade em problemas matemáticos através da investigação, ação e validação, possibilita utilizar a Matemática como objeto de crítica e reflexão, além de trazer ao conhecimento do aluno várias outras áreas.

Nem sempre é fácil fazer isso, pois não envolve apenas o ambiente escolar. O desafio de uma educação para a cidadania e a sustentabilidade é evidente e respalda-se nas complexas realidades presentes em três níveis: na escola, como ambiente mais favorável ao ensino/aprendizagem, na família, um ambiente formador de valores afetivos e na sociedade, um ambiente de integração de diferentes indivíduos por uma causa comum (Piranha e Carneiro, 2009).

E Caldeira (2008) indica que é possível, no processo de modelagem matemática de questões ambientais, provocar reflexões críticas junto a professores de matemática sobre o papel desta disciplina no debate sobre o meio ambiente.

Com isso, nota-se a importância da modelagem matemática no ensino, pois “na busca de problemas do cotidiano relacionados com questões ambientais, fica evidente a necessidade da



integração da Matemática com outras disciplinas, no auxílio da tomada de decisões, beneficiando o aprendizado como um todo"(Ferreira, 2003, p.7).

Com a concordância de vários autores apresentados nesta seção em relação à importância da sustentabilidade e que utilizar a modelagem matemática para ensinar as pessoas é uma alternativa viável, na próxima seção será apresentado um experimento fácil de ser feito e que envolve modelos matemáticos simples e que nos quais há apenas operações básicas em sua estrutura. Por causa de sua simplicidade eles podem ser trabalhados em qualquer série da educação básica e evidentemente em cursos superiores, especialmente, nas Licenciaturas em Matemática que formam novos professores que serão estimulados desde o seu período de graduação a fazer trabalhos voltados para esse e outros temas importantes de forma aplicada na escola.

### 3. Metodologia

A metodologia utilizada para desenvolver a pesquisa foi inicialmente por meio de leitura de artigos científicos, livros, teses e dissertações e informações em sites. Em seguida foram realizados dois experimentos e em cada um deles estimou-se a perda de água durante atividades em que uma torneira ficava pingando, ou ficou completamente aberta.

A pesquisa foi qualitativa e quantitativa, pois de acordo com Proetti (2018, p.02) a pesquisa qualitativa visa o “direcionamento para o desenvolvimento de estudos que buscam respostas que possibilitam entender, descrever e interpretar fatos. Ela permite ao pesquisador manter contato direto e interativo com o objeto de estudo”. Proetti ainda define que “a pesquisa quantitativa segue com rigor de estudo a um plano previamente estabelecido, com hipóteses e variáveis definidas pelo estudioso. Ela visa enumerar e medir eventos de forma objetiva e precisa”.

O primeiro experimento foi realizado na cozinha da casa do autor. Foi proposta uma situação corriqueira, que é o caso de uma torneira pingando. Isso pode ocorrer em situações como uma pessoa que não fecha direito uma torneira quando acaba de utilizá-la ou então quando a torneira está com defeito e fica pingando o tempo todo ou outra situação que provoca o mesmo resultado. Para mostrar a quantidade de água que pode ser desperdiçada quanto uma torneira fica pingando foi feita uma simulação abrindo uma torneira e deixando-a pingar.

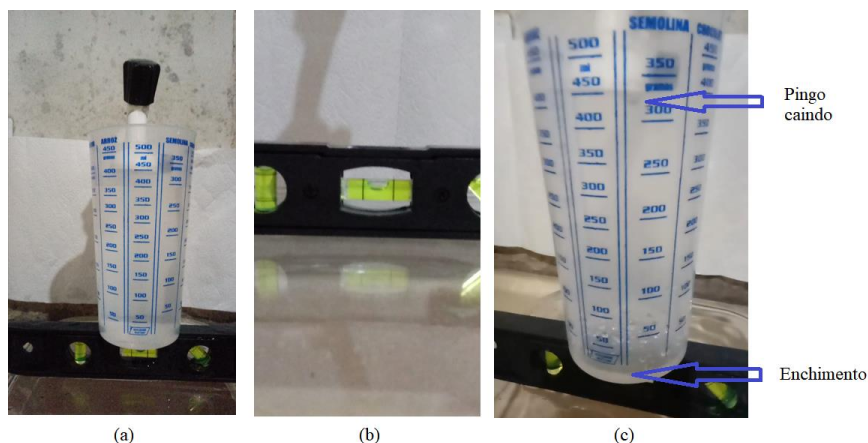
Para a construção do primeiro experimento utilizou-se:

- um copo com medições em mililitros (ml);
- cronômetro do celular;
- uma vasilha para apoiar o copo e o nível;
- uma vasilha para captar a água utilizada no experimento;
- a pia da cozinha;
- a torneira e;
- a água.

A seguir a Figura 1 (a) mostra a montagem:



**Figura 1:** ( a ) Montagem do experimento e água até 50 ml. ( b ) Nivelamento. ( c ) Enchimento do copo.



**Fonte:** O autor

Para realização do experimento o nível foi posicionado sobre o suporte na pia até que a bolha atingisse o centro (Veja a Figura 1 (b)). Uma vasilha foi colocada embaixo para captar a água utilizada no experimento. Em seguida a torneira foi aberta de forma que começasse a pingar. O copo então era colocado embaixo da torneira e, simultaneamente, iniciava-se a contagem dos pingos por uma pessoa enquanto a outra disparava o cronômetro (Veja a Figura 1 (c)). Ao atingir cinquenta mililitros (50 ml), a contagem dos pingos e cronômetro eram interrompidos. Foram realizados dez (10) experimentos e calculada a média aritmética dos tempos, para representar melhor a medida, já que pode acontecer o erro humano tanto olhando (a olho nu, sem sensores) a marcação, quanto no tempo de reação para interromper o cronômetro. Para fazer o cálculo da média foi utilizado o modelo matemático (1) apresentado na seção 4. O objetivo de marcar o tempo, é para que seja possível estimar a perda a longo prazo. Também foi contado o número de gotas porque dessa maneira é possível medir o volume médio das gotas e mensurar a perda por gota.

O segundo experimento também foi realizado na cozinha, desta vez com o objetivo de medir o desperdício de água quando as pessoas deixam a torneira completamente ou parcialmente aberta (para este experimento a torneira ficou totalmente aberta) durante o tempo que desenvolvem alguma atividade como arrumar a cozinha, lavar uma roupa ou outra. Ele foi dividido em duas fases, sendo a primeira a realização de uma atividade diária que é lavar as louças do almoço e do jantar. A torneira foi totalmente aberta para enxaguar as vasilhas. O tempo gasto para ensaboar as vasilhas foi medido durante dez refeições. Ao ensaboar as vasilhas e a segunda fase consistiu em verificar a vazão de água com a torneira totalmente aberta para que assim fosse possível estimar a quantidade de água perdida durante uma atividade como lavar louças

Para a construção da primeira fase do segundo experimento utilizou-se:

- um copo com medições em mililitros (ml);



- nível;
- uma vasilha para apoiar o copo e o nível;
- a pia da cozinha;
- a torneira e;
- a água.

Para realização deste experimento abriu-se totalmente a torneira durante o tempo em que eram lavadas as louças de uma refeição. A caixa d'água também completamente cheia para tentar manter a mesma pressão e uma vazão uniforme. Este experimento teve duas fases:

- na primeira, foram feitas 10 medições do tempo gasto para ensaboar as louças, após cada refeição (almoço e janta). Utilizou-se sempre as mesmas vasilhas: a panela do arroz, do feijão e uma panela para fritar ovo ou carne ou outro alimento e os pratos dos moradores (que são seis) e os seus talheres (em geral, garfo ou colher). Outras vasilhas lavadas tanto após as refeições, quanto em outros momentos foram desconsideradas;
- na segunda fase, foram realizadas 10 medidas de tempo para encher um copo até que o volume de água atingisse 400 ml. O copo foi o mesmo do experimento e a forma de desenvolvimento foi a mesma.

Em ambas as fases foi utilizado o modelo matemático (1) na seção 4 para calcular a média aritmética das 10 medidas, assim como foi feito anteriormente.

#### 4. Resultados

Os resultados do primeiro experimento estão representados nas Tabelas 1 e 2 e podem ser visualizados no Gráfico 1.

**Tabela 1:** Dados do 1º experimento para o volume de 50 ml de água.

n	nº de gotas	tempo (segundos)
1	178	125
2	172	127
3	173	136
4	174	119
5	177	168
6	173	135
7	173	141
8	173	146
9	176	152
10	174	155
Total	1743	1404
Média	174,3	140,4

Fonte: O autor



# IV SUSTENTARE & VII WIPIS

## WORKSHOP INTERNACIONAL

### Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos

de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO  
TOTALMENTE ONLINE

Realização:



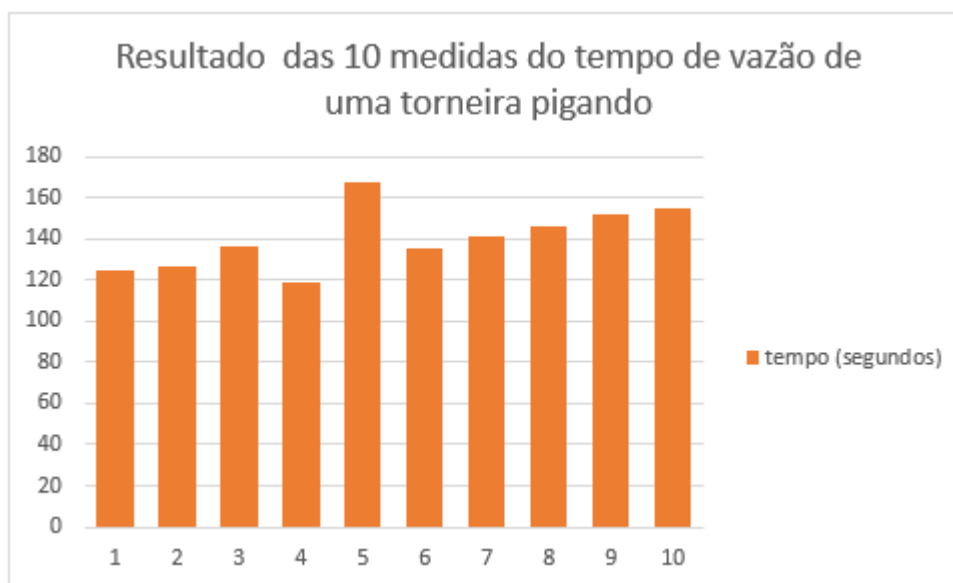


Apoio:





**Gráfico 1:** Resultados do experimento 1.



**Fonte:** O autor

Observando a tabela pode-se perceber que em média são desperdiçados 50 ml de água em um tempo médio de 140,4 segundos.

Para calcular o tempo médio apresentado usou-se o modelo matemático (1).

$$\underline{t} = \frac{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}}{10} \quad (1)$$

Em que  $\underline{t}$  é a média aritmética dos tempos  $t_1, t_2, \dots, t_{10}$  que são as medidas de tempo dos experimentos de um a dez respectivamente. O cálculo realizado utilizando o modelo (1) foi:

$$\underline{t} = \frac{125+127+136+119+168+135+141+146+152+155}{10} = 140,4.$$

De posse do tempo médio, foi realizada a estimativa de quanto se perde de água (em litros) ao deixar uma torneira vazando durante os tempos de um dia, uma hora, um mês (considerando 30 dias) e um ano (considerando 365 dias) conforme a Tabela 2.

**Tabela 3:** Desperdício de água em algumas unidades de tempo.

Tempo	Volume de água (Litros)
1 hora	1,28
1 dia	30,77
1 mês	923,08
1 ano	11230,77

**Fonte:** O autor.



Para calcular os resultados apresentados na tabela 2 foram utilizados os modelos (2), (3), (4) e (5):

$$D_h = 0,05 \cdot \frac{t_{hs}}{\underline{t}} ; \quad (2)$$

$$D_d = 24 \cdot D_h ; \quad (3)$$

$$D_m = 30 \cdot D_d ; \quad (4)$$

$$D_a = 365 \cdot D_d . \quad (5)$$

Em que,

- $D_h$  é o desperdício de água em 1 hora;
- $D_d$  é o desperdício de água em 1 dia;
- $D_m$  é o desperdício de água em 1 mês;
- $D_a$  é o desperdício de água em 1 ano;
- $t_{hs}$  é o tempo de 1 hora em segundos (3600 segundos);
- $\underline{t}$  é o tempo médio encontrado no modelo (1);
- 0,05 é o valor de 50 ml em litros (50/1000), 24 é a quantidade de horas em um dia, 30 é o número de dias em um mês e 365 é o número de dias em um ano.

Substituindo os valores adequados nos modelos (2), (3), (4) e (5):

$$D_h = 0,05 \cdot \frac{3600}{140,4} = 1,28 \text{ L};$$

$$D_d = 24 \cdot 1,28 = 30,77 \text{ L};$$

$$D_m = 30 \cdot 30,77 = 923,08 \text{ L};$$

$$D_a = 365 \cdot 30,77 = 11230,77 \text{ L} .$$

Aparentemente, pode parecer pouco, mas se observar que uma torneira pingando gasta quase o volume de uma caixa duas caixas d'água de 500 litros em apenas um mês, por uma família, é muito. A cidade de Montes Claros (cidade de residência do autor) tem, de acordo com o último Censo do IBGE (2010), cerca 361.915 habitantes com estimativa de aumento para 417.478 moradores no ano de 2021. Pensando na população de 2010, se um décimo do valor for de lares nos quais as famílias deixam uma torneira pingando da mesma forma que no experimento, em apenas um dia a perda seria de aproximadamente  $30,77 \cdot 36.191 = 1.135.874,55$  litros d'água perdidos que é um grande desperdício. Os cálculos foram feitos considerando apenas uma torneira, caso tenha mais de uma torneira vazando o prejuízo o gasto de água aumenta ainda mais. Além disso, há o impacto financeiro para as pessoas que não tomam esse cuidado.



É importante comentar que foi observada uma oscilação na medida 5, que ocorreu por algo que aconteceu, provavelmente, na tubulação, ou devido a uma diminuição na pressão da água por algum motivo (embora a água não venha direto da rua e sim da caixa d'água) ou até mesmo por erro humano na marcação do tempo ou volume. Ao realizar o experimento houve atenção para que outras torneiras, inclusive a do chuveiro, não fossem abertas, a fim de evitar interferências externas no experimento, além das existentes naturalmente como a possível variação. Uma observação importante é que no início do experimento nos primeiros instantes observou-se que a frequência dos pingos diminuiu e que eles foram se arrastando para a borda da torneira na parte de trás. Para ser fiel com as medidas realizadas posteriormente, e não interferir na média, esperou-se que os pingos atingissem uma certa estabilidade para iniciar a primeira medição.

Para evitar o desperdício, foi colocada uma vasilha no fundo da pia para captar a água utilizada no experimento. A água coletada foi colocada em um filtro de barro para o consumo dos moradores.

Os resultados do segundo experimento estão nas tabelas 3 e 4 e podem ser visualizados nos Gráficos 2 e 3.

**Tabela 3:** Dados do 2º experimento para o volume de 400 ml de água.

n	tempo (segundos) para encher o copo de 400 ml	tempo (segundos) para ensaboar as louças
1	8,71	144
2	8,70	150
3	8,71	180
4	8,44	132
5	8,90	128
6	9,04	140
7	8,91	125
8	9,03	192
9	8,74	173
10	8,75	122
Total	87,93	1486
Média	8,79	148,60

**Fonte:** O autor.

Para o chegar ao tempo médio em ambas situações apresentadas na Tabela 3, foi utilizado o modelo matemático (1) e os cálculos das médias foram feitos exatamente como no primeiro

**IV SUSTENTARE & VII WIPIS**  
**WORKSHOP INTERNACIONAL**  
**Sustentabilidade, Indicadores e Gestão de Recursos Hídricos**  
 de 16 a 18 de novembro de 2022

EVENTO GRATUITO TOTALMENTE ONLINE

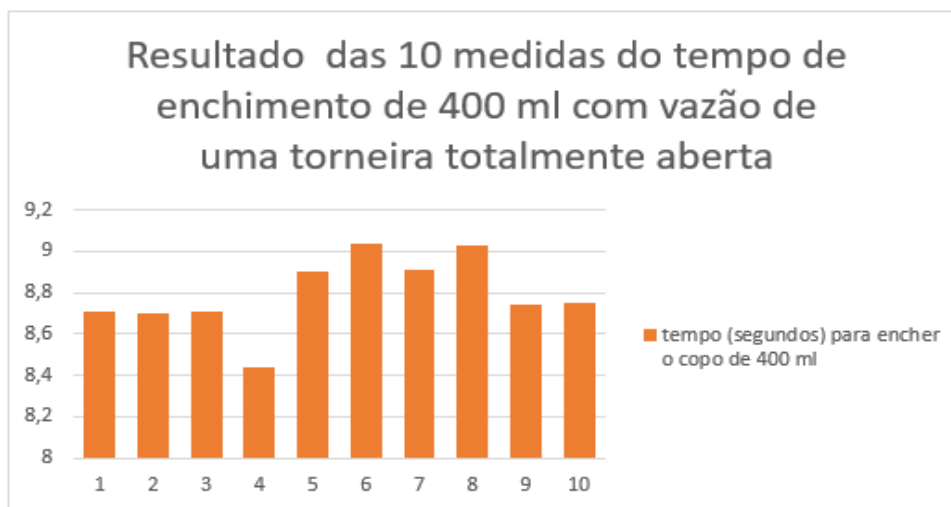
Realização: SUSTENTARE FUD CAMPINAS

Apoio: Agência das Relações PCJ

COMITÊS PCJ

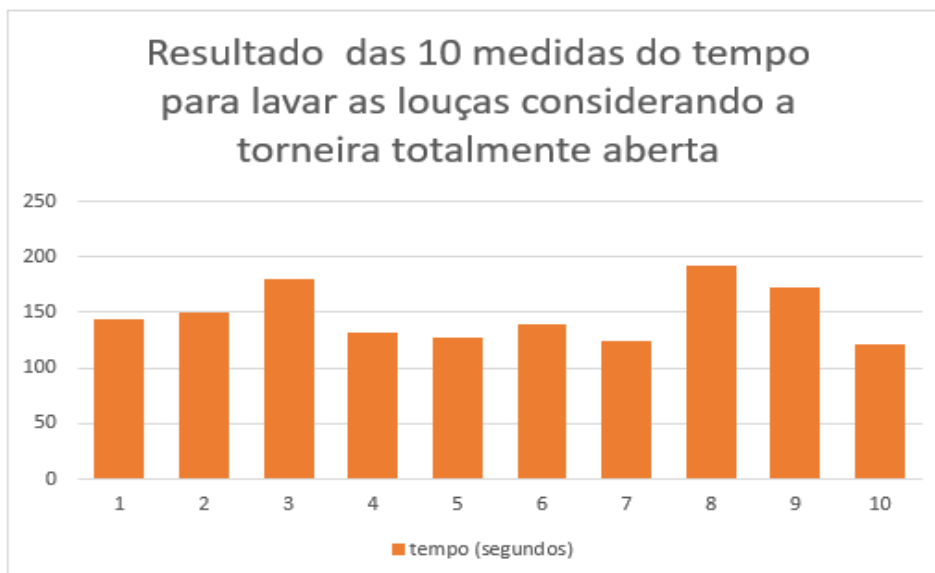
experimento. Basta substituir os valores apresentados no modelo e os resultados serão obtidos conforme apresentados na tabela 3.

**Gráfico 2:** Resultados do experimento 2 para as medidas realizadas no copo.



**Fonte:** O autor.

**Gráfico 3:** Resultados do experimento 2 para as medidas realizadas ao lavar as louças.



**Fonte:** O autor.

Com os resultados obtidos, foram realizadas as simulações do desperdício de água em um dia, um mês e um ano considerando que a família lava louças apenas duas vezes ao dia.



**Tabela 4:** Desperdício de água durante ensaboamento de louças em unidades de tempo.

Tempo	Volume de água (Litros)
1 dia	13,52
1 mês	405,60
1 ano	4934,74

**Fonte:** O autor.

Para calcular os resultados apresentados na tabela 2 foram utilizados os modelos (2) quantidade desperdiçada em uma hora o modelo matemático foi:

$$D_{de} = 2 \cdot 0,4 \cdot \frac{t_L}{t_C}; \quad (6)$$

$$D_{me} = 30 \cdot D_d; \quad (7)$$

$$D_{ae} = 365 \cdot D_d. \quad (8)$$

Em que,

- $D_{de}$  é o desperdício de água (em L) durante 1 dia do ensaboamento de louças;
- $D_{me}$  é o desperdício de água (em L) durante 1 mês do ensaboamento de louças;
- $D_{ae}$  é o desperdício de água (em L) durante 1 ano do ensaboamento de louças;
- $t_L$  é o tempo médio de ensaboamento das louças em uma refeição;
- $t_C$  é o tempo médio para encher o copo até atingir 400 ml.

Os cálculos realizados para encontrar os valores na Tabela 4 foram feitos utilizando os modelos (6), (7) e (8) respectivamente:

$$D_{de} = 2 \cdot 0,4 \cdot \frac{148}{8,79} = 13,52 \text{ litros};$$

$$D_{me} = 30 \cdot 13,2 = 405,60 \text{ litros};$$

$$D_{ae} = 365 \cdot 13,2 = 4934,74 \text{ litros}.$$

Se for feito o mesmo cálculo para um décimo da população utilizando a prática de deixar a torneira aberta durante o tempo que ensboa as louças em um dia chega-se ao resultado de 489302,32 (13,52 . 36191).

Após a realização da fase 2 do segundo experimento a água coletada foi colocada no filtro de barro para consumo dos moradores.

Os resultados só confirmam o que autores o que acontece quando as pessoas tratam a água como recurso infinito conforme Viegas (2010) apresentado na seção 2 e como o volume de água desperdiçada é tão grande como foi citado na seção 1 ITS (2020). O experimento foi



feito para apenas duas refeições, não considerando outras atividades, porque isso sim faria elevar significativamente os resultados.

É importante ressaltar que para ensaboar as louças na fase 1 do segundo experimento, tentou-se gastar o mínimo de tempo possível, para evitar o gasto excessivo de água, mas muitas pessoas podem demorar mais tempo e nesse caso o desperdício pode ser ainda maior. É importante ter foco em tudo que se faz. Lavar a prataria de uma refeição pensando em outros assuntos pode fazer com que o tempo aumente significativamente e assim é ainda mais importante fechar a torneira enquanto ocorre o ensaboamento. A simulação foi realizada apenas duas vezes ao dia, e com poucas louças. É importante lembrar que a quantidade de vasilhas a serem lavadas, de vezes que se lava por dia, pode mudar muito dependendo dos hábitos das famílias, das pessoas ficarem mais tempo em casa, especialmente em fins de semana, o que pode elevar bastante o desperdício de água.

É interessante perceber também que uma torneira pingando o dia todo, na frequência utilizada, gastou mais água do que uma pessoa lavando rapidamente louças com a torneira aberta, e que nas duas situações, em um dia, muita água pode ser desperdiçada durante atividades domésticas.

Outra observação importante é que no experimento a torneira não ficou aberta durante a fase de ensaboamento, uma pessoa ficou responsável de medir o tempo e fechar e abrir a torneira para a outra que iria ensaboar, e uma terceira pessoa disparava o cronômetro durante no início e final do ensaboamento de todas as vasilhas consideradas no experimento.

## 5. Conclusões

De acordo com os resultados, foi possível concluir que realmente é importante ter consciência ao utilizar a água, pois as perdas diárias são muito grandes e se toda a população adquirir o mau hábito de deixar torneiras abertas quando não está utilizando a água ou pingando se torna ainda pior. Como foi possível notar, o objetivo da pesquisa foi plenamente atingido, pois com modelos simples demonstrou-se o quanto se perde de água quando as pessoas não prestam atenção no gasto excessivo ou não fazem questão de economizar. Além disso, pelo fato de os modelos envolverem apenas operações básicas, é possível trabalhar em sala de aula com alunos do ensino fundamental e médio, ou seja, educar e conscientizar o aluno ainda em sua fase de adolescência. Fazendo isso quando ele formar sua família, provavelmente, educará seus filhos com bons hábitos de economizar água.

O tema sustentabilidade é muito amplo, logo é possível realizar trabalhos envolvendo cálculos simples envolvendo o gasto de energia, a produção de alimentos e até mesmo com a água em outras situações não apresentadas aqui, como lavar um passeio com mangueira, ou ao tomar banho, ao escovar os dentes, etc. Deve-se também observar vazamentos na rua e reportar às empresas responsáveis e estas devem tentar resolver o problema rapidamente. No caso de colocar os alunos para realizar o experimento nas escolas, ainda será possível verificar o quanto varia de uma família para outra os resultados. Como percebeu-se, foram apresentados os



cálculos dos gastos desnecessários de água, com foco na sustentabilidade e manutenção da vida, mas uma forma de conscientizar também é mostrando o impacto financeiro e isso também pode ser feito como continuidade deste trabalho.

Os objetos utilizados na pesquisa foram todos de casa e os que as pessoas podem não ter (o nível, o copo milimetrado e o cronômetro para quem não tem celular), não custam caro e podem ser facilmente encontrados. No caso do copo, caso o aluno já esteja trabalhando com geometria, é possível estabelecer um nível e aí com o uso de um paquímetro, realizar as medições dos raios em cada altura e calcular os volumes utilizando as fórmula do tronco de cone (caso o copo tenha o formato cônico) ou do cilindro (caso o copo tenha formato cilíndrico). Esta é uma outra possibilidade de trabalho em que será possível utilizar muitos recursos da Geometria.

## 6. Referências bibliográficas

ALVES, Nilo Barcelos. Educação para a Sustentabilidade: uma abordagem interdisciplinar. 2014.

AQUINO, A. R. D., PALETTA, F. C., CAMELLO, T. C., MARTINS, T. P., & ALMEIDA, J. R. D. Sustentabilidade ambiental. 2016.

ARAUJO, Michele Alves De; LAURENTINO, Carla Milena De Moura; DIAS, Maria Heloisa Pinheiro; CARNEIRO, Marina De Fátima Brandão. A CRISE DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE MONTES CLAROS, MG. In FEPEG 2017. Montes Claros, MG. Anais (on-line). Montes Claros: Unimontes, 2017. Disponível em <<http://www.fepeg2017.unimontes.br/anais/ver/1216>>. Acesso em: 29/10/ 2022.

BASSANEZI, R. C. Ensino – aprendizagem com Modelagem Matemática. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2004.

Bodnar, Z., Freitas, V. P., & Silva, K. C. (2016). A epistemologia interdisciplinar da sustentabilidade: por uma ecologia integral para a sustentação da casa comum. Revista Brasileira de Direito, 12(2), 59- 70

BOFF, Leonardo. Sustentabilidade: o que é – o que não é. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

BRASIL. Ambiente Legal, [S. 1.], p. 1-12, 30 maio 2021. Disponível em: <<https://www.ambientelegal.com.br/quase-40-da-agua-potavel-no-brasil-e-desperdicada-aponta-levantamento-do-instituto-trata-brasil/>> Acesso em 27/10/2022.

CALDEIRA, A. D. Mathematical Modelling and Environmental Education. In: INTERNATIONAL CONGRESS ON MATHEMATICAL EDUCATION, 11., 2008, Monterrey. 2008.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. Rodízio por região em Montes Claros. 2017.

CZAPSKI, S. Água. Ministério da Educação do Meio Ambiente Saic, Brasília, 2008.p.11.

DE SOUZA, Aparecida Cristina. Percepção dos usuários sobre o reservatório individual de água fria: estudo de caso realizado no bairro Tapera-Florianópolis/SC. 2022.

FERREIRA, Denise Helena Lombardo. O tratamento de questões ambientais através da modelagem matemática: um trabalho com alunos do ensino fundamental e médio. 2003

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/montes-claros/panorama>>. Acesso em: 29/10/2022.

PIRANHA, Joseli Maria; CARNEIRO, Celso Dal Ré. O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade. **Brazilian Journal of Geology**, v. 39, n. 1, p. 129-137, 2009.

PROETTI, Sidney. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. Revista Lumen-ISSN: 2447-8717, v. 2, n. 4, 2018.

VIEGAS, E. C. Gestão de recursos hídricos: uma análise a partir dos princípios ambientais, Dissertação de Mestrado em Direito; Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, RS. 2007.p.25-36.