

JOVENS QUÍMICOS: A EXPERIÊNCIA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA JÚNIOR NA ESCOLA ESTADUAL ROTARY, ITUIUTABA-MG

YOUNG CHEMISTS: THE JUNIOR SCIENTIFIC INITIATION EXPERIENCE AT THE ROTARY STATE SCHOOL, ITUIUTABA-MG

JOÃO PAULO TREVIZAN BAÚ; CAROLAYNE ALVES DIAS BORGES;
GIOVANNA OLIVEIRA SILVA, GUSTAVO HENRIQUE MOREIRA
GOMES; MARIA GABRIELLE ROSA DE SÁ

RESUMO

Este artigo apresenta a experiência de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr) do projeto desenvolvido com quatro estudantes do Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) na Escola Estadual Rotary, em Ituiutaba-MG, em parceria com a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), por meio de sua Unidade Acadêmica de Ituiutaba. O objetivo central foi promover a investigação científica como eixo para aplicação de princípios da Química Verde, na perspectiva da Educação Ambiental. A metodologia, baseada em projetos, contemplou quatro subprojetos interligados: (i) desenvolvimento de tinta de terra sustentável; (ii) reação de saponificação e a produção de sabão; (iii) avaliação do desperdício de alimentos na merenda escolar e; (iv) ações de letramento científico. Como principais resultados, obteve-se a formulação de uma tinta de baixo custo (em relação às comerciais), a produção de sabões a partir de óleo reutilizado, e a mensuração e análise estatística do desperdício alimentar, acompanhada de atividades de comunicação científica. Ademais, os estudantes bolsistas apresentaram os projetos em eventos escolares e acadêmicos. Constatou-se que o projeto contribuiu para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, por meio do eixo da investigação científica, promovendo a conscientização ambiental e a iniciação científica.

Palavras chave: Iniciação Científica; Educação Ambiental; Química Verde; Ensino De Ciências.

ABSTRACT

This article presents the experience of a Junior Scientific Initiation project developed with four Full-Time High School students at Escola Estadual Rotary, in Ituiutaba-MG, in partnership with the State University of Minas Gerais (UEMG), through its Ituiutaba Academic Unit. The central objective was to promote scientific inquiry as axis for applying the principles of Green Chemistry from the perspective of Environmental Education. The methodology, based on projects, comprised four interconnected subprojects: (i) development of sustainable earth-

based paint; (ii) saponification reaction and soap production; (iii) evaluation of food waste in school meals; and (iv) scientific literacy activities. The main results included the formulation of a low-cost paint (compared to commercial options), the production of soap from reused cooking oil, and the measurement and statistical analysis of food waste, accompanied by scientific communication activities. Furthermore, scholarship students presented the projects at school and academic events. It was found that the project contributed to the development of students' autonomy through the axis of scientific investigation, fostering environmental awareness and scientific initiation.

Keywords: Scientific Initiation; Environmental Education; Green Chemistry; Science Education.

INTRODUÇÃO

A Química Verde é uma perspectiva que busca aplicar a sustentabilidade nos processos químicos. Dentre seus 12 princípios, destaca-se o “Uso de fontes renováveis de matéria-prima. Sempre que técnica é economicamente viável, a utilização de matérias-primas renováveis deve ser escolhida em detrimento de fontes não-renováveis” (Lenardão et al., 2003). Neste artigo, é relatado o projeto de iniciação científica júnior (IC-Jr), que teve como meta produzir materiais (tinta de terra e sabão) e desenvolver uma metodologia (pesagem de alimentos descartados) a serem utilizados pela Escola Estadual Rotary a partir de princípios sustentáveis.

Este projeto foi desenvolvido com base na metodologia de aprendizagem baseada em projetos, que parte do princípio de fornecer estímulo à responsabilização do aluno por sua aprendizagem, focando no desenvolvimento de competências, possibilitando aprendizagem motora e cognitiva, e estimulando a prática da metodologia científica (Toyohara et al., 2010, Malheiros, 2019).

Esta pesquisa se amparou no atendimento da Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação (CNE), que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Além disso, a educação ambiental nas instituições de ensino deve contemplar o “incentivo à pesquisa e à apropriação de instrumentos pedagógicos e metodológicos que aprimorem a prática discente e docente e a cidadania ambiental” (Brasil, 2012).

Pontua-se que essas diretrizes devem ser “observadas pelos sistemas de ensino e suas instituições de Educação Básica e de Educação Superior” (Brasil,

2012), sendo assim, tem-se aqui a parceria entre a Escola Estadual Rotary, instituição de ensino básico e a Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), por meio de sua Unidade Acadêmica de Ituiutaba, instituição de educação superior.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por meio da área de Ciências da Natureza, orienta que princípios de investigação científica devem ser inseridos no processo de ensino-aprendizagem. Este princípio aparece na competência específica nº 2 da área de Ciências da Natureza para a etapa do Ensino Fundamental. Na etapa do Ensino Médio, a investigação científica é um dos possíveis eixos estruturantes dos itinerários formativos a serem ofertados pela escola (Brasil, 2018).

No âmbito do Estado de Minas Gerais, o documento norteador é o Currículo Referência de Minas Gerais. Este, reafirma a Investigação Científica como eixo que compõe o Itinerário na área de Ciências da Natureza. O documento afirma que:

Esses eixos serão trabalhados em constante interação, visto que os estudantes deverão realizar pesquisas científicas para a elaboração de seus trabalhos a partir dos dados coletados na comunidade, o que não somente promoverá a capacidade de pesquisa, mas sua capacidade criativa e de intervenção sociocultural, desenvolver o seu protagonismo como empreendedores de si e na comunidade em que se encontram inseridos (Minas Gerais, 2018, p. 305).

Ainda sobre o eixo de Investigação Científica:

As habilidades gerais contempladas nesse eixo passam por identificar, selecionar, processar, analisar dados com criticidade e ética com apoio das mídias tecnológicas para posicionar-se, comunicar e respaldar suas descobertas, conclusões e soluções, sempre respeitando os valores universais (Minas Gerais, 2018, p. 305,).

O presente projeto dividiu-se em quatro subprojetos, três de investigação científica e o último de divulgação/comunicação científica: (i) Produção e aplicação de tinta de terra; (ii) Reação de saponificação para a produção de sabão; (iii) Avaliação de desperdício de comida na merenda escolar; (iv) Ações de letramento científico.

Óxido-hidróxidos de ferro são compostos inorgânicos encontrados nos solos em variadas fases, têm-se por exemplo as fases Goethita ($FeOOH$), Hematita (Fe_2O_3), Magnetita (Fe_3O_4) e a ferrihidrita. Essas fases minerais possuem colorações características, que dão cor aos solos, e são utilizadas como pigmentos

inorgânicos em fábricas de tintas industriais (Cornell et al., 2003). O óleo vegetal, utilizado na culinária brasileira, é composto por ácidos graxos, que podem ser convertidos em sabão mediante o uso de uma base alcalina, promovendo a reação de saponificação (Borsato et al., 2003).

Portanto, este projeto visa utilizar reagentes e materiais de modo sustentável, atender necessidades da Escola Estadual Rotary, fomentar o incentivo à pesquisa e contribuir com a formação química, científica e ambiental dos discentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi estruturado em quatro projetos interligados, abordando diferentes aspectos da Química Verde e da Educação Ambiental. Quatro bolsas de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr), por meio do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica Júnior, via Edital 14/2023 – PIBIC-JR./FAPEMIG/UEMG, foram concedidas para quatro estudantes de Ensino Médio de Tempo Integral (EMTI) da Escola Estadual Rotary, em Ituiutaba-MG. Deste modo, criou-se uma equipe com os quatro discentes bolsistas para a execução dos quatro subprojetos: (i) Produção e aplicação de tinta de terra; (ii) Reação de saponificação e a produção de sabão; (iii) Avaliação de desperdício de comida na merenda escolar; (iv) Ações de letramento científico. Todo o trabalho teve a participação dos quatro alunos, e foi coordenado pelo professor orientador, João Paulo Trevizan Baú.

Subprojeto 01 – Produção e aplicação de tinta de terra

O preparo de 1 litro de tinta deu-se por meio da mistura 444 g de solo peneirado e limpo, 222 g de cola branca escolar e 25 mL de óleo de linhaça em uma garrafa PET de um litro. Em seguida, completando-se o volume com água encanada. Agitou-se a garrafa para se obter maior homogeneidade da tinta (Vital et al, 2018). A quantidade de solo foi limpa de galhos e pedras e passada em uma peneira para se obter maior homogeneidade e aderência da tinta. Além dos reagentes descritos, foram utilizados os seguintes materiais: balança de cozinha digital, peneira de construção civil, colheres, espátula, enxada, rolo de espuma e bandeja para pintura.

Subprojeto 02 – Reação de saponificação e produção de sabão

A produção do sabão foi realizada utilizando os seguintes reagentes e materiais: 30 g de hidróxido de sódio (NaOH), 50 mL de água destilada, 200 mL de óleo vegetal (novo ou usado), 10 mL de etanol (álcool líquido 92,8° INPM) e uma garrafa PET de 1 litro. O procedimento iniciou-se com o aquecimento da água destilada a uma temperatura entre 35 e 45 °C. Dentro da capela, adicionou-se gradualmente o hidróxido de sódio à água sob agitação, garantindo a completa dissolução do sólido. Paralelamente, o óleo vegetal foi aquecido à mesma faixa de temperatura (35 – 45 °C). Em seguida, a solução alcalina foi adicionada lentamente ao óleo, e posteriormente, agita-se a garrafa PET por aproximadamente 15 minutos. Durante esse processo, a tampa da garrafa foi ocasionalmente aberta para liberar a pressão gerada pelo aquecimento do sistema devido a reação de saponificação. Após a homogeneização inicial, adicionou-se o etanol à mistura, prosseguindo com a agitação até o aumento da viscosidade do sabão. A metodologia de produção do sabão foi adaptada de Borsato et al. (2004) e do vídeo do canal Manual do Mundo (2015). O experimento foi conduzido no laboratório de ensino de química da UEMG, Unidade Acadêmica de Ituiutaba-MG.

Subprojeto 03 – Avaliação de desperdício de comida na merenda escolar

Avaliou-se a quantidade de sobras de comida na refeição de almoço dos alunos da escola. As medidas foram realizadas da mediante a pesagem da bacia, de tara de 430 g, na qual os alunos depositam as sobras de alimentos após a refeição, no almoço. Realizaram-se 34 (trinta e quatro) medidas ao longo dos meses de novembro/2024, dezembro/2024, fevereiro/2025 e março/2025. Além dos valores de massas, registrou-se o dia da semana, a fim de investigar possíveis correlações.

Subprojeto 04 – Ações de letramento científico

O letramento científico dos estudantes foi promovido por meio de cinco ações realizadas em eventos acadêmicos e escolares, visando a comunicação científica e a divulgação dos resultados da pesquisa: (i) Reunião de Módulo II da Escola Estadual Rotary (2024), no qual os alunos bolsistas apresentaram oralmente o projeto aos

docentes da escola, utilizando slides com imagens e gráficos, promovendo a troca de experiências com os professores; (ii) III Feira de Ciências da Escola Estadual Rotary (2024), os estudantes expuseram os experimentos e atividades desenvolvidos nos projetos para a comunidade escolar, promovendo a popularização da ciência; (iii) 26º Seminário de Pesquisa & Extensão da UEMG (2024), Unidade Acadêmica de Ituiutaba, foram apresentados quatro banners, cada um abordando um dos projetos, possibilitando a interação com a comunidade acadêmica; (iv) XXIV Semana da Química da UEMG (2024), os bolsistas apresentaram o trabalho na forma de banner para discentes e docentes do curso de Licenciatura em Química da UEMG, Unidade Acadêmica de Ituiutaba; (v) Apresentação para a comunidade escolar (2025), o projeto foi apresentado e discutido em uma palestra aberta a alunos, professores e funcionários da Escola Estadual Rotary.

Análise Estatística

A análise estatística foi conduzida pelo software RStudio 2025.05.1+513 (R, versão 4.5.1), utilizando a linguagem R e os pacotes dplyr, rstatix, ggpibr e ggplot2 para o tratamento dos dados estatísticos e geração de gráficos. Consideraram-se os dias da semana como variável categórica (Segunda a Sexta-feira) e a massa, em gramas, como variável numérica. Realizou-se a análise estatística descritiva dos dados, incluindo média, mediana, valores mínimo e máximo, intervalo interquartílico (IQR), desvio padrão amostral, erro padrão e coeficiente de variação (CV). A distribuição dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk, que avaliou a hipótese nula contra a normalidade da variável contínua. A variabilidade relativa foi quantificada pelo Coeficiente de Variação (CV), calculado como a razão entre o desvio padrão e a média, multiplicado por 100.

Para a avaliação de diferenças significativas entre os dias da semana em relação à quantidade de desperdício, aplicaram-se: (i) ANOVA de um fator (paramétrico); (ii) Teste de Kruskal-Wallis (não paramétrico); (iii) Teste de comparações múltiplas de Tukey (post-hoc) para verificar diferenças par a par; (iv) Testes de comparações múltiplas de Mann-Whitney com ajuste de Bonferroni, para verificar diferenças entre pares de dias, em contexto não-paramétrico. A identificação

de Outliers foi definida pelo critério do intervalo interquartílico (IQR). Realizou-se a análise por categorias de desperdício, classificando os dados em três categorias: Baixo (< 1500 g), Médio (1500 – 2500 g) e Alto (> 2500 g). A estimativa de desperdício anual foi conduzida com base nos resultados de médias, mediante três formas distintas, considerando 200 dias letivos: (i) Estimativa simples, multiplicação da média geral pelo número de dias letivos; (ii) Estimativa por intervalo de confiança (IC 95%), obtida pelo teste t para a média diária, extrapolada para 200 dias; (iii) Simulação de Monte Carlo, com a geração de 1.000.000 cenários de consumo ao longo do período, calculando-se a distribuição empírica do desperdício anual.

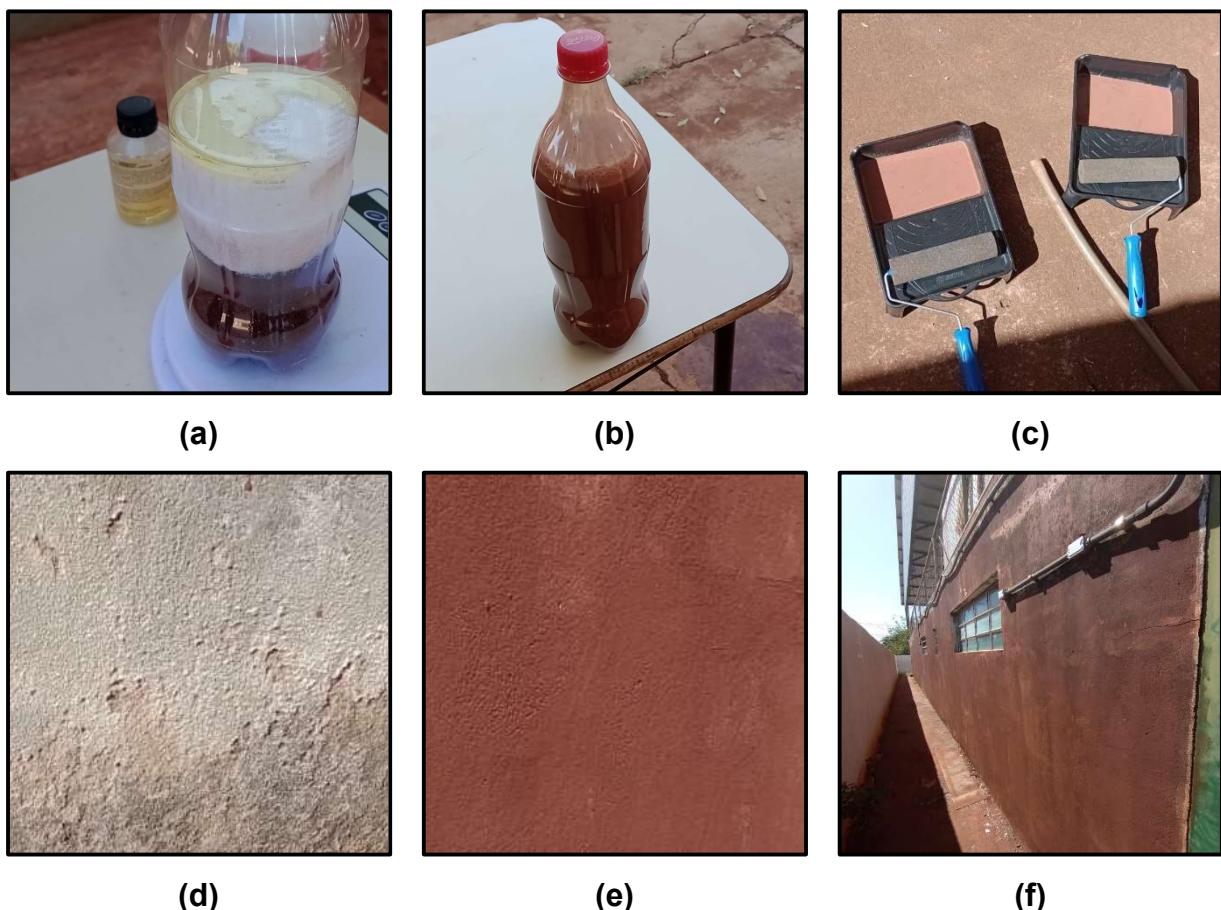
RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro subprojeto desenvolvido foi a produção da tinta sustentável, que consistiu na produção da tinta a partir da coleta da terra do solo na própria escola. A preparação envolveu conceitos de química, como o preparo de soluções e misturas, além do manuseio de instrumentos laboratoriais como balança, espátula e copo medidor (Figura 1-a). Diversas receitas com diferentes proporções dos materiais foram testadas até se chegar à formulação final descrita na metodologia. A produção da tinta ocorre a partir da adição do solo peneirado ao recipiente, seguido da cola branca e o óleo de linhaça. Agita-se garrafa PET para melhor homogeneização, e completa-se o volume com água. A cor da tinta de terra é devida aos óxidos de ferro, como a hematita (Fe_2O_3) de coloração vermelha, um pigmento natural presente no solo (Figura 1-b). A cola branca atua como agente aglutinante e fixador, pois promove a adesão da tinta à superfície pintada. O óleo de linhaça é outro aditivo que auxilia na aglutinação da tinta. A água é o solvente, no qual completa-se o volume desejado. A tinta foi aplicada na parede localizada atrás da quadra poliesportiva da escola a partir de rolo de espuma e bandeja de pinturas (Figura 1-c). Pontua-se que para melhor qualidade da tinta, é necessário que o solo esteja peneirado e limpo de pedras e folhas. Solos mais argilosos possuem maior pigmentação, enquanto que solos arenosos são mais particulados, resultando em uma aparência mais texturizada. A coloração da tinta variará com a formulação, tipo e local de coleta do solo. A criatividade pode atuar na obtenção de variadas colorações, por exemplo, a adição de cal para pintura resultará

em uma coloração mais opaca (ver artigo: Tinta de terra leva mais cor ao campo, 2013).

Ademais, a Figura 1 apresenta as fotografias da aparência da parede antes (Figura 1-d) e depois (Figura 1-e) da aplicação da pintura. A parede apresentava uma pintura de coloração branca, mas já desgastada pela ação do tempo e com algumas manchas. Realizou-se raspagem de algumas áreas por meio de uma espátula para posterior aplicação da tinta. A pintura da parede, com a tinta preparada, necessita de algumas aplicações (2~3 demãos). A Figura 1-f apresenta a fotografia da vista final da parede pintada com a tinta de terra.

Figura 1 – Preparo, formulação e aplicação da tinta de terra.



Fotografias ilustrando as etapas de preparo da tinta de terra utilizada na pintura da quadra poliesportiva da Escola Estadual Rotary, em Ituiutaba-MG: (a) materiais antes da adição de água e homogeneização; (b) após a adição de água e agitação para homogeneização; (c) tinta transferida para a bandeja, pronta para aplicação com rolo de espuma; (d) aparência da parede antes da aplicação da tinta de terra; (e) após a aplicação da tinta de terra; (f) vista final da parede pintada.

A tinta de terra desenvolvida no projeto apresentou-se como uma alternativa financeiramente mais viável em comparação às tintas comerciais disponíveis no mercado. Enquanto o custo médio de um litro de tinta comercial de coloração terracota é de aproximadamente R\$ 12,50, a tinta de terra teve um custo estimado de R\$ 4,50 por litro, representando uma economia de quase 64%. Esse valor foi calculado com base nos preços dos materiais utilizados: 222 g de cola branca escolar (R\$ 18,90 por litro) e 25 mL de óleo de linhaça (R\$ 26,00 para 900 mL). A fração de cola utilizada no preparo equivale a R\$ 3,78, enquanto a fração do óleo corresponde a R\$ 0,72, e desconsiderando o valor da água encanada, resultando no custo total de R\$ 4,50 por litro de tinta. Além da significativa redução de custos, a tinta de terra se destaca por sua composição sustentável, utilizando pigmentação natural torna-se uma alternativa ecologicamente e economicamente vantajosa para aplicações em projetos educativos e comunitários.

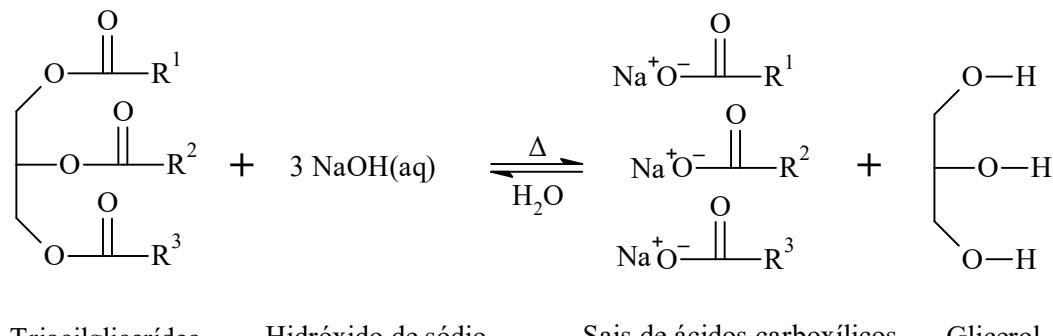
O segundo subprojeto, focado na produção de sabão, foi realizado no laboratório de ensino de química da Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Durante essa etapa, os participantes utilizaram diversos equipamentos e utensílios laboratoriais, como balança analítica, espátulas, bêqueres, provetas, buretas e bastão de vidro, além de seguirem as normas de segurança com o uso de jaleco e EPIs.

A reação de saponificação (Figura 2) ocorre pela hidrólise básica dos triacilglicerídeos presentes no óleo vegetal, promovida pela adição da solução de hidróxido de sódio ($NaOH(aq)$). Como resultado, formam-se sabão e glicerol. A dissolução do $NaOH$ em água é um processo exotérmico, liberando calor suficiente para ativar a reação. Essa reação é uma hidrólise alcalina, no qual o íon hidroxila (OH^-), em solução, ataca o carbono do grupo éster, promovendo a quebra da molécula e a formação dos produtos. Define-se sabões como sais de ácidos graxos, conforme representados na Figura 2 (Borges *et al.*, 2021).

A produção do sabão foi realizada tanto com óleo de soja novo quanto reciclado. Após a adição da solução de $NaOH$ ao óleo dentro de uma garrafa PET, a mistura se tornou mais pastosa (Figura 3-a). A agitação foi mantida por 20 minutos, e, em seguida, adicionou-se etanol, acelerando a reação. Após um período de 15 dias

de cura, o sabão adquiriu maior consistência (Figura 3-b). Diferentes formulações foram testadas com a adição de corantes, essências e glicerina, resultando em sabões de variadas colorações (Figura 3-c).

Figura 2 – Equação da reação química de saponificação.



Representação da equação da reação química de saponificação.

Figura 3 – Preparo e formulação do sabão a partir de óleo vegetal.



(a)

(b)

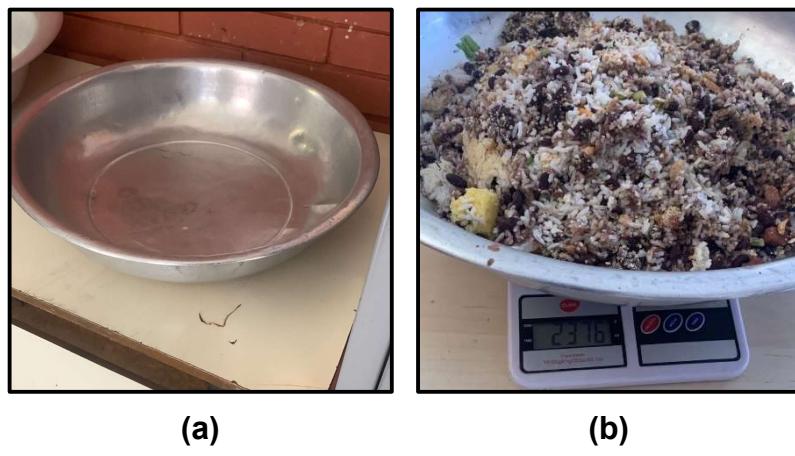
(c)

Fotografias das etapas de produção do sabão a partir de óleo vegetal. O experimento foi realizado no laboratório de ensino de química da UEMG, Unidade Acadêmica de Ituiutaba: **(a)** mistura em reação após a adição da solução de hidróxido de sódio e agitação; **(b)** sabão solidificado após 15 dias de cura; **(c)** sabões finalizados com aditivos de corante e/ou glicerina.

O terceiro subprojeto foi a análise de desperdício por meio da avaliação das sobras de alimentos ao longo do almoço. A Escola Estadual Rotary conta com turmas de Ensino Fundamental II e Médio no período da manhã, com aproximadamente 75 alunos almoçando diariamente. Ao longo de 4 meses foram realizadas 34 pesagens para avaliar a quantidade e comida que são devolvidas à bandeja metálica, durante o almoço (Figura 4).

Deste modo, realizaram-se 34 medições da quantidade de sobras de alimentos ($n=34$) entre novembro/2024 e março/2025. Para as análises estatísticas considerou-se como “Dias da semana” a variável categórica, Segunda-feira ($n=8$), Terça-feira ($n=8$), Quarta-feira ($n=6$), Quinta-feira ($n=5$), Sexta-feira ($n=7$). A “Massa”, em gramas (g), das sobras de alimentos é a variável numérica. A análise estatística descritiva forneceu informações de média, mediana, intervalo de mínimo e máximo e desvio padrão amostral, erro padrão e coeficiente de variação.

Figura 4 – Método de pesagem dos restos de alimentos.



Fotografias do processo de pesagem das sobras de alimentos no almoço da Escola Estadual Rotary, em Ituiutaba-MG: (a) bandeja utilizada para descarte dos restos alimentares pelos alunos (massa da bandeja equivale a 430 g); (b) quantidade total de alimentos descartados após uma refeição.

A massa de sobras média foi de 2191,4 g, variando entre o mínimo de 702 g e o máximo de 4033 g, com desvio padrão amostral de 833,4 g. Esses valores indicam variação considerável no desperdício entre os dias avaliados. A mediana foi de 2177,5 g, indicando que, em um dia típico, aproximadamente metade das medições resultou em valores menores que este e metade em valores maiores. O coeficiente de variação

foi de 38%, o que indica uma alta variabilidade relativa dos valores de massa entre os dias, sugerindo que a quantidade de sobras não é estável ao longo do período estudado.

Realizou-se o teste de Shapiro-Wilk ($p = 0,82$), que mostrou que os dados seguem uma distribuição normal. Ou seja, não há indicação de evidências contra a hipótese de normalidade. Os dados são normalmente distribuídos, desse modo, consideram-se os dados como paramétricos, tendo normalidade e homogeneidade. Esta conclusão é confirmada pelo gráfico de Q-Q (Figura Suplementar 1), em que os pontos (dados experimentais) se distribuem de forma próxima à linha de referência, confirmando a adequação dos dados ao modelo normal.

A distribuição geral dos dados com relação as massas das sobras de alimentos apresenta uma distribuição relativamente simétrica. Verificam-se valores menores abaixo de 1000 g e acima de 3000 g. Há uma concentração nas frequências de medidas entre 1500 g e 3000 g, confirmando os valores descritivos na tabela 1 (ver Figuras Suplementares 2 e 3 de distribuição geral das massas das sobras de alimentos em histograma e densidade, respectivamente).

A Tabela 1 apresenta os dados da estatística descritiva das massas das sobras de alimentos por dia da semana. Observam-se que as médias variaram entre os valores de 2023 g (segunda-feira) a 2395 g (quinta-feira), enquanto a terça-feira apresentou a maior variabilidade, com valores entre 702 g e 4033 g. Os valores de coeficiente de variação, por dia semana, são elevados assim como para todo o conjunto (38%). Este resultado reflete o intervalo de variação de mínimo e máximo por dia da semana.

Tabela 1 – Estatística descritiva do desperdício (em g) por dia da semana.

Dia	n	Média (g)	Mediana (g)	Mínimo (g)	Máximo (g)	Erro padrão (g)	CV (%)
Segunda-feira	8	2023	2102	813	3070	291	40,7
Terça-feira	8	2289	2602	702	4033	416	51,5
Quarta-feira	6	2264	1928	1405	3803	353	38,2
Quinta-feira	5	2395	2301	1724	3448	290	27,1
Sexta-feira	7	2066	1767	1354	3008	237	30,4

Valores, em gramas, de quantidade de medidas (n) média, mediana, mínimo, máximo, erro padrão e coeficiente de variação (CV) por dia da semana. Erro padrão é dado pelo desvio padrão dividido pela raiz quadrada de n.

O gráfico de barras (Figura 5) mostra que as médias das sobras de alimento se mantêm próximas, sem variações marcantes entre os dias. Esta conclusão pode ser obtida ao se visualizar a proximidade das colunas, além de que as barras de erro padrão preenchem o mesmo intervalo de massa média. A análise indica que não há nenhuma diferença estatística entre os dias da semana. A variação de intervalo de massas por dia da semana pode ser observada visualmente por meio do gráfico da série temporal de coleta de dados (Figura Suplementar 4).

Figura 5 – Média da massa de sobras por dia.

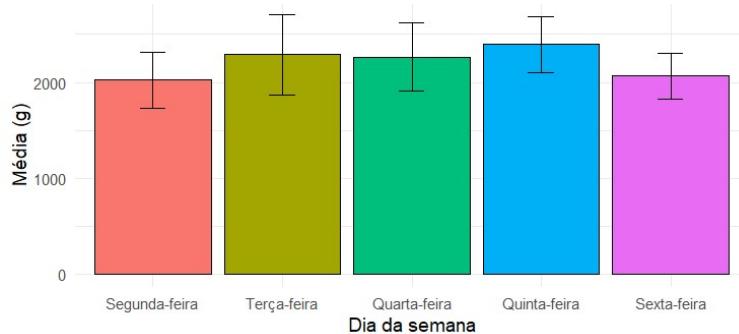


Gráfico em colunas da média das quantidades de sobras medidas por dia da semana. Barras, em preto, são os valores de erro padrão para cada dia da semana. Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*. Fonte: os autores (2025).

A Figura 6 apresenta o gráfico de diagrama de caixas (*Boxplot*) que resume a distribuição das massas de sobras em cada dia da semana. A linha central de cada caixa representa a mediana, enquanto a altura da caixa (intervalo interquartílico) indica a dispersão central dos dados. Os pontos pretos correspondem a *outliers* (um dado que se afasta do conjunto de dados), ou seja, dias em que o desperdício foi muito superior ao padrão esperado, como observado em uma quarta-feira (3803 g) e quinta-feira (3448 g). Esta análise, evidencia maior irregularidade nas terças-feiras, sugerindo a ocorrência de dias com desperdício excepcionalmente alto, por exemplo os valores de *outliers* de 4033 g e 702 g para o conjunto de dados da terça-feira.

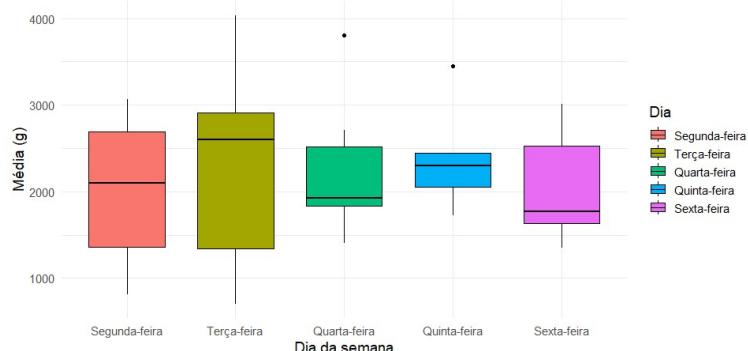
Figura 6 – *Box Plot* de desperdício por dia da semana.

Diagrama de caixas (*Boxplot*) representando a distribuição da variável massa de desperdício por dia da semana. A linha preta dentro de cada caixa indica a mediana, enquanto as caixas correspondem ao intervalo interquartílico (Q1–Q3). As linhas verticais se estendem até os valores mínimo e máximo que não são considerados *outliers*. Os pontos pretos acima das caixas de quarta-feira e quinta-feira correspondem a valores atípicos (*outliers*). Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggpubr*. Fonte: os autores (2025).

Deve ser pontuado que embora não sejam detectados *outliers* quando se considera o conjunto total de dados ($n=34$), ao estratificar por dia da semana surgem valores discrepantes, como em uma quarta-feira (3803 g) e em uma quinta-feira (3448 g). A análise dos limites estatísticos para detecção de *outliers* é baseada no intervalo interquartil (IQR) que define um intervalo de valores limites em torno da mediana. Os valores além desse intervalo são considerados *outlier*. Quarta-feira e quinta-feira possuem limites superiores de 3549 e 3039 kg, respectivamente.

As médias de massa por dia da semana mostraram valores semelhantes, por exemplo de 2023 g na segunda-feira e 2395 g na quinta-feira (Tabela 1). Deste modo, foram realizados os testes estatísticos de comparação entre grupos (ANOVA, Kruskal–Wallis, Tukey e Mann–Whitney com Bonferroni) para verificar se há diferenças significantes entre a variável categórica dia da semana. Conforme esperado, os testes estatísticos não confirmaram diferenças significativas entre os dias da semana.

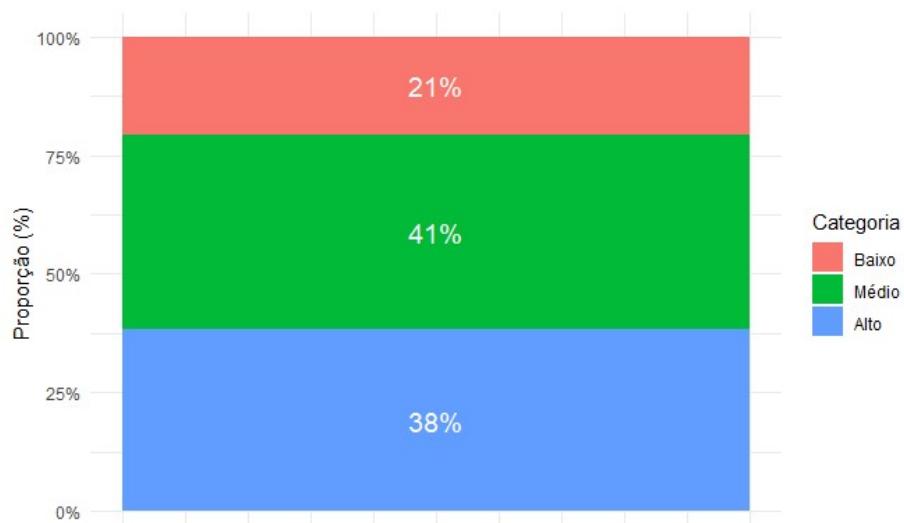
O teste ANOVA, de um fator, que compara a similaridade estatística entre as médias dos dias da semana, obteve o resultado de $p = 0,93$. O valor de p indica a probabilidade de que as diferenças observadas tenham ocorrido apenas ao acaso. Como $p > 0,05$, não há evidências de diferenças significativas entre os dias.

Em adição, foi aplicado o teste de Kruskal–Wallis, que se utiliza das medianas e é uma alternativa não-paramétrica da ANOVA. O resultado foi $p = 0,93$, confirmando a ausência de diferenças relevantes entre os dias. Para confirmar, foram feitos testes post-hoc, que comparam os dias dois a dois (Tukey para ANOVA e Mann–Whitney com ajuste de Bonferroni para o Kruskal–Wallis). Em todas as comparações, os valores de p foram maiores que 0,94, reforçando que nenhum dia da semana apresentou valores de massas significativamente diferente dos outros dias.

Deste modo, conclui-se que o desperdício não apresentou variações relevantes em função do dia da semana. A variabilidade observada provavelmente está relacionada a outros fatores não controlados no presente estudo, como o cardápio servido, o número de alunos presentes ou eventos atípicos.

Ao se categorizar as massas pesadas em desperdícios Baixo (<1500 g), Médio (1500 – 2500 g) e Alto (>2500 g), obtém-se a distribuição geral de categorias de desperdício (Figura 7). Observa-se que 21% das medições foram de baixo desperdício, 41% de médio e 38% de alto. Mais de três quartos das medições (79%) corresponderam a desperdícios médios ou altos, indicando que episódios de baixo desperdício são menos frequentes, o que merece atenção em estratégias de redução.

Figura 7 – Distribuição geral de categorias de desperdício.



Distribuição geral das categorias de desperdício de alimentos, considerando todas as 34 medições. As categorias foram definidas como: Baixo (<1500 g), Médio (1500–2500 g) e Alto (>2500 g). Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*.
Fonte: os autores (2025).

Considerando o ano com 200 dias letivos, estimou-se o valor de desperdício anual. A estimativa simples, multiplicando a média de 2191,4 g por 200 dias letivos tem-se o valor de 438 kg de desperdício em um ano letivo. A estimativa com intervalo de confiança de 95% tem-se a média diária com mínimo e máximo de 1900,7 g e 2482,2 g, respectivamente. Multiplicando por 200 dias letivos, a faixa de desperdício anual fica entre 380 kg e 496 kg. A terceira estimativa, mediante a Simulação de Monte Carlo, com 1.000.000 cenários para modelar o consumo ao longo de 200 dias letivos. Os resultados empíricos da simulação indicam que a mediana do consumo anual é de 438 kg. Além disso, o intervalo de confiança de 95% para o consumo projetado é de 415 kg a 461 kg, abrangendo a maioria dos cenários simulados.

Outros estudos que avaliam a quantidade de alimentos desperdiçados na merenda escolar relatam resultados importantes. Godoi e Sehnem (2022) descrevem que a estimativa de desperdício é de aproximadamente um quinto de toda a refeição servida. A quantidade de massa de sobras de alimentos é constatada, e que o cardápio pode influenciar o consumo da merenda (Santos; Accioly de Souza; Souza, 2015, e Chaluça; Franzen; Silva, 2022). Neste trabalho não foi avaliado o tipo de cardápio, pois sua diversidade gerou um número amostral pequeno, o que não possibilitou sua caracterização como variável categórica.

O quarto subprojeto, de letramento científico, possibilitou aos discentes bolsistas que vivenciassem diferentes contextos de divulgação e comunicação dos resultados, nos ambientes escolar e acadêmico. Esta parte do projeto contribuiu com a formação científica dos alunos, além de ampliar a capacidade de comunicação dos resultados obtidos nos demais projetos. Na Reunião de Módulo II da Escola Estadual Rotary, os alunos apresentaram os dados obtidos, recebendo contribuições e perguntas dos docentes da escola. No outro evento escolar, na III Feira de Ciências da escola, os resultados dos experimentos de tinta de terra, sabão e análise do desperdício foram expostos à comunidade escolar, na forma de banner.

Em eventos externos à escola, como o 26º Seminário de Pesquisa & Extensão da UEMG e a XXIV Semana da Química, os discentes bolsistas tiveram contato direto com a comunidade universitária, participando por meio da apresentação de quatro banners, um para cada subprojeto. Essas experiências fortaleceram o vínculo entre

as duas instituições. Por fim, a palestra aberta à comunidade escolar, realizada em março de 2025, finda o projeto, conforme o cronograma. Esse conjunto de ações fortaleceu a integração entre escola e universidade, além de evidenciar o papel da iniciação científica júnior como ferramenta pedagógica e formativa.

DISCUSSÃO

A iniciação científica (IC) é um meio de introdução da metodologia científica no percurso formativo dos alunos durante os cursos de graduação. De forma resumida, a(s) ciência(as) constrói(em)-se mediante a formulação e testes de hipóteses, e com raciocínios argumentativos de indução e dedução. Objetiva-se, por meio da IC, demonstrar aos futuros profissionais que a ciência não é acabada, mas está em constante construção. A iniciação científica júnior (IC-Jr) estende este desafio para a etapa da educação básica.

Para o projeto, aqui relatado, os principais desafios e dificuldades de conduzir a IC-Jr, foram os seguintes: (i) os materiais (cola branca, óleo de linhaça e soda cáustica) e instrumentos (pinceis de rolo, bandeja de pintura, balança de cozinha e pilhas para balança) utilizados foram custeados com recursos próprios do professor orientador; (ii) a indisponibilidade de horários dos alunos bolsistas, pois estudam no Ensino Médio de Tempo Integral, deste modo, o grupo utilizou-se de horários de outras disciplinas, contando com a ajude do corpo docente para desenvolver o projeto.

Além disso, conforme discutido por Aleida e Longhin (2024) há uma necessidade de transformação das escolas de caráter “ensino” em escolas de “ensino e pesquisa”. A efetivação da metodologia científica nas escolas exige mudança cultural e estrutural, garantindo que essa seja uma prática institucionalizada e não apenas uma atividade pontual.

As ações de iniciação científica podem ser articuladas como atividades de extensão universitária. Lyrio e colaboradores (2023) relatam a experiência de, por meio da iniciação científica, foram realizadas atividades de extensão sobre a educação ambiental em seis escolas do município de Piúma-ES, atingindo em torno de 750 alunos. Nesta perspectiva, o projeto Jovens Químicos atingiu a comunidade da escola Rotary, com 75 alunos, além dos públicos presentes nos eventos da UEMG.

Evidencia-se, que a atividade científica está intimamente ligada com os eixos universitários de ensino, pelas práticas pedagógicas, e de extensão, por meio da comunicação/divulgação científica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experiências relatadas demonstram o potencial da Iniciação Científica Júnior (IC-Jr.) como estratégia pedagógica capaz de integrar ensino, pesquisa e extensão na Educação Básica. Os quatro subprojetos desenvolvidos, produção de tinta de terra, reação de saponificação e produção de sabão, avaliação do desperdício de alimentos e oficinas de letramento científico, mostraram-se eficazes para o desenvolvimento da competência de investigação científica, e da promoção da educação ambiental, conforme documentos norteadores do Ensino Básico.

A opção de usar a metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos favoreceu o protagonismo, a autonomia, e o trabalho em equipe dos discentes bolsistas. Conclui-se que as iniciativas, como o projeto Jovens Químicos, contribuem significativamente para aproximar os estudantes da rede básica da prática científica, além de estreitar as pontes entre a universidade e escola.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e à Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), por meio do Programa Institucional de Iniciação Científica e Tecnológica Júnior, via Edital 14/2023 – PIBIC-JR./FAPEMIG/UEMG, pela concessão das quatro bolsas de iniciação científica júnior. Em adição, agradecem à Direção da Escola Estadual Rotary e à Superintendência Regional de Ensino de Ituiutaba da Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Vânia Horner de; LONGHIN, Sandra Regina. UM PANORAMA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL: MARCOS HISTÓRICOS, LEGISLAÇÃO E PERSPECTIVAS. **Revista Políticas Públicas & Cidades**, [S. I.], v. 13, n. 2, p. e986, 2024. DOI: 10.23900/2359-1552v13n2-379-2024.

BRASIL. Conselho Nacional De Educação. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. **Diário Oficial da União**, 2012. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=10988<=mid=1. Acesso em: 01 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018.

BORGES, Roger; COLOMBO, Kamila; FAVERO, Tiago; BORGES João. H. Uma visão multi e interdisciplinar a partir da prática de saponificação. **Química Nova na Escola**, v. 43, n. 3, p. 305-314, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160255>

BORSATO, Dionísio; MOREIRA, Ivanira; GALÃO, Olívio Fernandes. **Detergentes Naturais e Sintéticos**: um guia técnico. Londrina: Editora da UEL, 2º edição revisada. 2004.

CHALUÇA, Yasmin Ramos; FRANZEN, Mayana Hinkel; DA SILVA, Viviane. Problematizando o Desperdício da Merenda Escolar. **Anais da Feira Regional de Matemática-Rio do Sul**, v. 1, n. 24, p. 7-7, 2022.

GODOI, Lúcia Rodrigues; SEHNEM, Simone. **Gestão do desperdício de alimentos na merenda escolar sob a perspectiva da economia circular**. In: XXIII SIMPOSIUMPOSIUM DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, SIMPOI, 2022. Disponível em: <https://anpad.com.br/uploads/articles/118/approved/a732804c8566fc8f498947ea59a841f8.pdf>. Acesso em: 08 set. 2025.

LENARDÃO, Eder João; FEITAG, Rogério Antônio; DABDOUD Miguel J.; FERREIRA BATISTA, Antônio C.; SILVEIRA, Claudio da Cruz. "Green chemistry": os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 26, p. 123-129, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000100020>

LYRIO, Paulo Henrique Campos; BASÍLIO, Thiago Holanda; ALMEIDA, Denize Mezadri de; ZANDOMINGUE, Micheli Cavalini. Iniciação científica júnior como forma de extensão e Educação Ambiental em escolas do litoral sul capixaba. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. I.], v. 18, n. 7, p. 177–194, 2023. DOI: [10.34024/revbea.2023.v18.15114](https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.15114).

MALHEIROS, Bruno Taranto. **Didática geral**. Grupo Gen-LTC, 2nd ed, 2019.

MANUAL DO MUNDO. **Sabão ecológico – Como fazer sabão com óleo usado?** 2015. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=UT6phnEMkfs>. Acesso em: 17 fev. 2025.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. **Curriculum Reference de Minas Gerais**: ensino médio. Belo Horizonte: SEE/MG, 2018. Disponível em: <https://acervodenoticias.educacao.mg.gov.br/images/documentos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%A7%C3%A3o%20do%20Ensino%20M%C3%A9dio.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2025.

POSIT TEAM. **RStudio**: Integrated Development Environment for R. Version 2025.05.1+513. Boston, MA: Posit Software, PBC, 2025. Disponível em: <http://www.posit.co/>. Acesso em: 24 Ago. 2025.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. Version 4.5.1. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2025. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 24 Ago. 2025.

SANTOS, Natanael Antonio dos; ACCIOLY DE SOUZA, Thaisa; SOUZA, Maria de Fátima de. Intervenção no desperdício da merenda em uma escola no interior do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Ambientalmente Sustentável**, 20: 1139-1152, 2015. DOI: <https://doi.org/10.17979/ams.2015.02.020.1661>

TINTA de terra leva mais cor ao campo. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 23-24, 2013. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/issue/download/104/178>. Acesso em: 16 mar. 2025.

TOYOHARA, Doroti Quiomi Kanashiro; SENA; Galeno José de; ARAÚJO, Almério Melquíades de; AKAMATSU, Jânio Itiro. **Aprendizagem Baseada em Projetos—uma nova Estratégia de Ensino para o Desenvolvimento de Projetos**. In: PBL—CONGRESSO INTERNACIONAL. 2010. Disponível em: <https://each.uspnet.usp.br/pbl2010/trabs/trabalhos/TC0174-1.pdf>. Acesso em: 07 set. 2025.

VITAL, A. F. M.; CAVALCANTE, F. L.; ARAÚJO, J. M. M.; BARBOSA, I. S.; OLIVEIRA, D. S.; AZEVEDO, G. H. Uso não agrícola do solo: a tinta de terra como inovação tecnológica e sustentável. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v. 12, n. 2, p. 144-151, 2018. DOI: <https://doi.org/10.18011/bioeng2018v12n2p144-151>

AUTORES:

João Paulo Trevizan Baú, Docente na Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) – Unidade Acadêmica de Ituiutaba. Bacharel, Licenciado, Mestre e Doutor em Química pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Ex-coordenador local de extensão (2024) da Unidade Acadêmica de Ituiutaba da UEMG. Atualmente atua com pesquisa e extensão no Ensino de Química articulado com a Educação das Relações Étnico-Raciais, e pesquisa em Extensão Universitária. E-mail: joao.bau@uemg.br.

Carolayne Alves Dias Borges, Aluna no Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) da Escola Estadual Rotary, Ituiutaba-MG. E-mail: carolaynealvesd49@gmail.com.

Giovanna Oliveira Silva, Aluna no Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) da Escola Estadual Rotary, Ituiutaba-MG. E-mail: giovannasilvaoliveira2008@gmail.com.

Gustavo Henrique Moreira Gomes, Aluno no Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) da Escola Estadual Rotary, Ituiutaba-MG. E-mail: gustavohenriquemg990@gmail.com.

Maria Gabrielle Rosa de Sá, Aluna no Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) da Escola Estadual Rotary, Ituiutaba-MG. E-mail: mariagabriellerosa@gmail.com.

MATERIAL SUPLEMENTAR

O gráfico de Q-Q (*Quantile-Quantile plot*) avalia a adequação dos dados à distribuição normal. Os quantis teóricos da distribuição normal são comparados com os quantis obtidos experimentalmente. Na Figura Suplementar 1, verifica-se que os pontos se distribuem de ao longo da linha de referência, confirmando a adequação ao modelo normal. Esse resultado reforça a conclusão do teste de Shapiro-Wilk, que indicou $p = 0,82$, não havendo evidências contra a hipótese de normalidade.

As Figuras Suplementares 2 e 3 apresentam a distribuição dos dados das massas de sobras da merenda escolar. Na Figura Suplementar 2 observa-se o histograma de distribuição geral das massas, enquanto que na Figura Suplementar 3 os mesmos dados estão apresentados como distribuição de densidade das massas. Ambos gráficos demonstram que a concentração de valores obtidos das massas de sobras da merenda concentram-se normalmente próximo à média (Tabela 1).

A Figura Suplementar 4 apresenta a distribuição da série temporal de coleta de dados, em ordem de coleta, por dia da semana. Verifica-se, em acordo com o coeficiente de variação por dia da semana (Tabela 1), que há um grande intervalo de variação entre os dados.

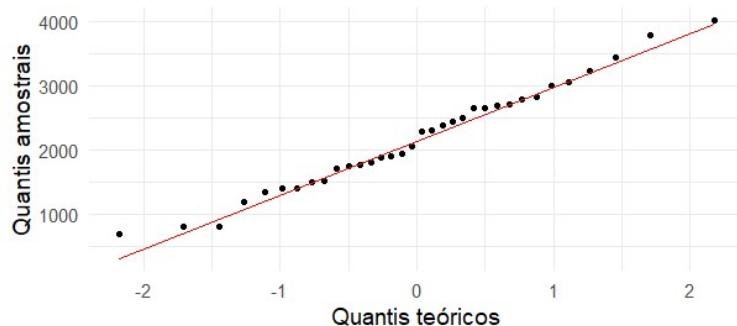
Figura Suplementar 1 – Gráfico de Q-Q.

Gráfico de Q-Q (*Quantile-Quantile plot*) para avaliação da normalidade dos dados. Observa-se que os pontos se alinham de forma próxima à linha de referência, indicando que a distribuição das massas é compatível com a normalidade. Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*. Fonte: os autores (2025).

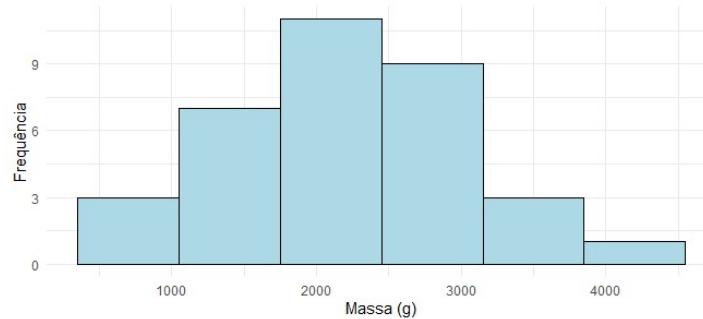
Figura Suplementar 2 – Histograma de distribuição geral das massas.

Gráfico em histograma de distribuição geral das quantidades de sobras medidas. Tamanho das classes com intervalos regulares de 700 g para agrupar os dados. Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*. Fonte: os autores (2025).

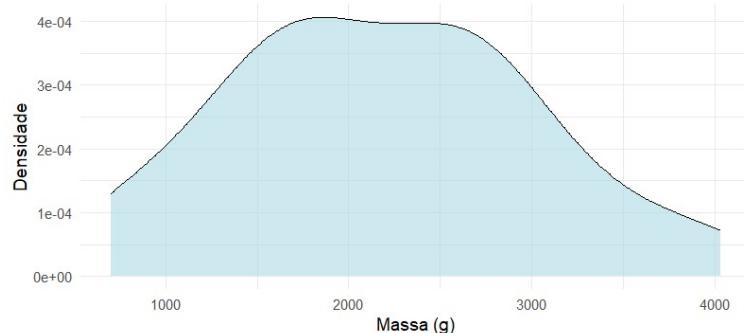
Figura Suplementar 3 – Distribuição de densidade das massas.

Gráfico de distribuição de densidade e das quantidades de sobras medidas em massa. Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*. Fonte: os autores (2025).

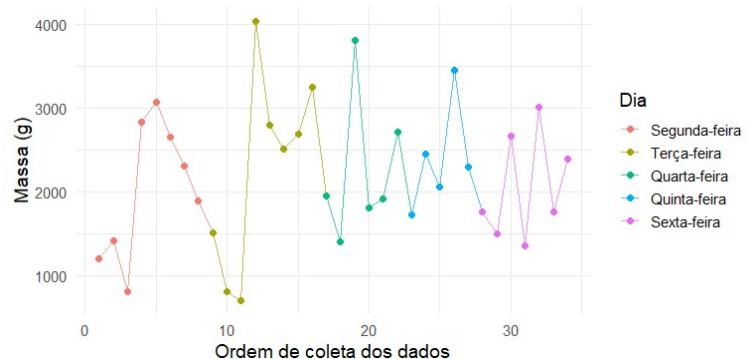
Figura Suplementar 4 – Distribuição da série temporal de coleta de dados.

Gráfico de distribuição da série temporal de coleta dos dados das massas de sobras da merenda no almoço. Gráfico gerado pelo software *RStudio*, em linguagem R, utilizando o pacote *ggplot2*. Fonte: os autores (2025).