



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Vinicius Onésio Ferreira**

***PHOTOMETRIX* COMO INSTRUMENTO ANALÍTICO:  
UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO  
DE QUÍMICA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**2024**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Vinicius Onésio Ferreira**

***PHOTOMETRIX* COMO INSTRUMENTO ANALÍTICO:  
UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO  
DE QUÍMICA**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Jheniffer Micheline Cortez**

**2024**

## ***DEDICATÓRIA***

Aos meus queridos pais,

Hoje, quero expressar minha mais profunda gratidão a vocês, meu pai Arilson e minha mãe Valdelice, pois são a razão pela qual eu existo e tenho a oportunidade de viver esta jornada chamada vida. Agradeço por me proporcionarem não apenas a vida em si, mas também por moldarem meu caráter, valores e ética. A educação que recebi de vocês é um tesouro que carrego comigo a cada passo.

Ao meu amado irmão, Arilson Filho,

Quero dedicar palavras de apreço e gratidão por toda a sua influência positiva em minha vida. Seu apoio incondicional, dedicação e os cuidados que sempre teve comigo são testemunhos de um laço único e especial. Sua presença faz esta jornada mais significativa e suportável, e sou grato por cada momento compartilhado.

Aos amigos que têm sido minha fortaleza,

Em momentos difíceis, vocês se mostraram verdadeiros companheiros leais nesta jornada. Thiago, Luís, Thayssa e Natália, agradeço por estarem ou terem estado ao meu lado, por oferecerem seu ombro amigo, suas palavras de conforto e por serem luz nos dias mais escuros. A amizade de vocês é um presente valioso que valorizo profundamente.

A todos vocês, minha gratidão vai além das palavras. Cada um contribuiu para tornar minha jornada mais rica, significativa e repleta de amor. Que possamos continuar compartilhando momentos, apoiando-nos mutuamente e construindo memórias inesquecíveis.

Com meu mais sincero “Obrigado!”

Vinicius Onésio Ferreira.



## ***RESUMO***

O trabalho aborda três temas relacionados ao ensino de Química: a experimentação, as tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) e a colorimetria. A experimentação é uma ferramenta que permite aos estudantes interagirem com o conteúdo e consolidarem o conhecimento, mas enfrenta desafios como infraestrutura e formação docente. As TDICs são recursos que possibilitam melhorias no ensino e aprendizagem, mas exigem um uso crítico, ético e responsável. A colorimetria é uma técnica que utiliza a cor de uma solução para determinar a concentração de uma substância, envolvendo conceitos e habilidades químicas e favorecendo a contextualização e interdisciplinaridade do ensino. Considerando a interface entre esses temas, nosso objetivo foi propor e avaliar roteiros experimentais, nos quais são realizadas medições e experimentos colorimétricos, por meio do uso de *smartphones*, mais especificamente o aplicativo *PhotoMetrix*. Após a elaboração dos roteiros, foi realizado um estudo piloto com professores de Química em formação para avaliar o material e a viabilidade da utilização do aplicativo. Entre as vantagens destaca-se o baixo custo, fácil acesso, portabilidade, interatividade e versatilidade, dado que pode ser usada em diferentes contextos educacionais, estimulando o interesse e o desenvolvimento dos estudantes. No entanto, também apresenta desafios e limitações, como compatibilidade entre modelos e sistemas operacionais, qualidade e precisão dos sensores, confiabilidade dos dados, calibração e validação dos resultados e formação adequada dos professores para utilizar a ferramenta.

**Palavras-chaves:** Experimentação, colorimetria e *smartphone*.

## Sumário

1 Introdução.....	7
2 Fundamentação Teórica.....	11
2.1 Experimentação no ensino de química.....	11
2.2 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, as TDICs.....	14
2.3 Colorimetria.....	14
2.4 Gráficos, regressão linear e curva de calibração.....	16
2.5 O uso de <i>smartphones</i> em sala de aula.....	18
2.6 As cores e o uso do aplicativo <i>PhotoMetrix</i> como ferramenta de ensino.....	20
3 Metodologia.....	29
3.1 Roteiro do experimento.....	29
3.2 Experimento.....	31
3.3 Discussão de resultados com os alunos.....	33
3.4 Utilização do aplicativo <i>PhotoMetrix</i> para experimentos.....	33
4 Resultados.....	37
5 Considerações finais.....	42
6 Referências.....	44
7 Apêndices.....	49
Experimento 1: Identificação de Formaldeído em Amostras de Água por Colorimetria.....	49
Experimento 2: Quantificação de metais em Amostras de Água por Colorimetria.....	55
Experimento 3: Expressando a concentração de soluções aquosas.....	61
Experimento 4: Reações de oxirredução.....	66
Experimento 5: Análise de pH com diversos indicadores.....	71
Experimento 6: Identificação de Grupos Metil Carbonílicos pela Reação de Iodofórmio.....	76
Experimento 7: Identificação de amido em amostras de leite.....	81

# 1 INTRODUÇÃO

A experimentação é uma estratégia didática importante no ensino da Química, permitindo maior interação dos estudantes com o conteúdo. Segundo Souza (2020), suas vantagens incluem consolidação do conhecimento, despertar do interesse dos estudantes e formação cidadã. As atividades experimentais podem ter inúmeros objetivos, como motivação, trabalho em grupo, desenvolvimento de habilidades e compreensão da natureza da ciência. Essas atividades podem ser utilizadas de acordo com características específicas, a depender dos objetivos estabelecidos.

O professor desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de uma aula experimental. O ensino tradicional de Química, baseado em memorização, não valoriza a construção do conhecimento químico, que deve ser relacionado à natureza e às situações cotidianas. A experimentação contribui para a compreensão dos conceitos químicos, desenvolvimento de habilidades, desperta do interesse dos estudantes, promove a contextualização e a integração com outras disciplinas (Machado e Mól, 2008; Santos, 2019).

No entanto, há desafios e limitações, como infraestrutura, onde muitas escolas não contam com ambiente adequado, e formação docente adequada, dado que no paradigma educacional vigente, o modelo de ensino pautado na transmissão e recepção ainda é predominante. Nesse contexto, um dos caminhos para lidar com esses desafios é a utilização de tecnologias.

As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) desempenham um papel fundamental na educação, permitindo melhorias no ensino e na aprendizagem, por meio da inclusão digital, do desenvolvimento de competências e da inovação pedagógica. Roberto e Ferreira (2017) articulam que as TDICs podem ser utilizadas de diversas formas, como plataformas virtuais, *softwares* educativos e recursos multimídia, para apoiar metodologias ativas de ensino, estimulando a autonomia e o pensamento crítico dos estudantes.

No entanto, o uso das TDICs também apresenta desafios, como a infraestrutura adequada e a formação dos professores. É necessário utilizá-las de maneira crítica, ética e responsável, complementando o papel do professor e enriquecendo o processo educacional. As TDICs potencializam oportunidades de aprendizagem, preparando os estudantes para os desafios da sociedade contemporânea.

De acordo com Bento e Cavalcante (2013), Nagumo e Teles (2016) o uso de *smartphones* em sala de aula é um tema controverso, com argumentos favoráveis e contrários. Por um lado, o *smartphone* pode ampliar as possibilidades de aprendizagem, permitindo o acesso a diversas fontes de informação, interação com colegas e professores, realização de atividades criativas e personalização do aprendizado. Ele pode ser usado para pesquisar conteúdos, assistir a vídeos educativos, participar de fóruns, resolver exercícios e produzir conteúdos relacionados às disciplinas. Além disso, contribui para o desenvolvimento de habilidades importantes para o século XXI. Por outro lado, o *smartphone* pode causar distração, acesso a conteúdos inadequados, interferir no rendimento escolar e gerar problemas de convivência. Diante desses argumentos, é necessário considerar os benefícios e riscos, estabelecer critérios e normas para seu uso, promover formação aos professores e educar os estudantes sobre o uso consciente, responsável e ético do *smartphone*.

Os *smartphones* são dispositivos que possuem diversas funcionalidades, como câmera, microfone, acelerômetro, giroscópio, GPS, bússola, entre outros. Esses recursos podem ser utilizados para realizar medições e experimentos científicos, substituindo ou complementando equipamentos tradicionais. Existem aplicativos que permitem aos usuários explorar fenômenos físicos, químicos, biológicos e ambientais, utilizando os sensores e as ferramentas do *smartphone*.

Por exemplo, é possível medir a velocidade, a aceleração e a força de um objeto em movimento, utilizando o acelerômetro e o giroscópio do *smartphone*. Também é possível medir a intensidade sonora, a frequência e o espectro de um som, utilizando o microfone do *smartphone*. Além disso, é possível medir a luminosidade, a cor e o espectro de uma fonte de luz, utilizando a câmera do *smartphone*.

Para Ferreira (2019), a substituição de equipamentos científicos por aplicativos de *smartphone* apresenta diversas vantagens, como baixo custo, fácil acesso, portabilidade, interatividade e versatilidade. Eles podem ser usados em diferentes contextos educacionais, como sala de aula, laboratório ou campo. Eles também podem estimular o interesse dos estudantes pela ciência e desenvolver habilidades de investigação, análise e comunicação.

No entanto, também há desafios e limitações para o uso desses aplicativos, como a qualidade e a precisão dos sensores do *smartphone*, a confiabilidade dos dados obtidos, a necessidade de calibração e validação dos resultados, a compatibilidade entre diferentes modelos e sistemas operacionais de *smartphones* e a formação dos professores para integrar

esses recursos ao currículo escolar. Portanto, os aplicativos de *smartphone* para substituir equipamentos científicos são uma alternativa interessante e inovadora para o ensino e aprendizagem de ciências, mas requerem um uso crítico, ético e responsável por parte dos usuários.

Um exemplo de aplicativo como instrumento analítico é o *PhotoMetrix*. A experimentação colorimétrica é uma técnica que usa a cor de uma solução para determinar a concentração de uma substância nela presente. Esse é um aplicativo gratuito para análise colorimétrica em dispositivos móveis, que utiliza técnicas de correlação entre as componentes de cores da imagem. O aplicativo capta a imagem da solução analisada pela câmera do *smartphone* ou por uma câmera USB externa e converte os dados em dados como RGB.

Segundos Passos (2011), os métodos analíticos clássicos, como volumétricos e gravimétricos, são baseados em princípios similares e envolvem processos de reação química, dissolução, extração e cálculos estequiométricos. Por outro lado, os métodos analíticos instrumentais são baseados na medição de propriedades físicas do analito, como absorção de luz, emissão ou condutividade. Esses métodos exigem o uso de equipamentos sofisticados, mas geralmente são mais rápidos que os métodos clássicos. Atualmente, podemos substituir, em alguns casos, o equipamento sofisticado por um aparelho *smartphone* com um aplicativo desenvolvido para testes específicos. A escolha do método analítico adequado depende da eficácia, simplicidade, velocidade, segurança e precisão necessárias.

A colorimetria é uma técnica que utiliza a cor de uma solução para determinar a concentração de uma substância presente nela. Como Feitosa-Santana, Oiwa, Costa e Tiedemann (2006) debatem a cor da solução é influenciada pela absorção ou reflexão de luz pelas moléculas da substância. Essa técnica pode ser usada como uma abordagem prática no ensino de química, permitindo aos estudantes relacionar a teoria com a prática e despertar o interesse pela ciência. Costa, Helfer, e Barbosa (2021) explicam que a colorimetria abrange conceitos como soluções, concentração, equilíbrio químico, reações químicas e espectro eletromagnético. Além disso, promove o desenvolvimento de habilidades de observação, formulação de hipóteses, realização de testes, coleta e análise de dados, elaboração de conclusões e comunicação de resultados. A colorimetria pode favorecer a contextualização e interdisciplinaridade do ensino de química, relacionando os conteúdos com situações do cotidiano e outras áreas do conhecimento.

O uso de gráficos, regressão linear e curva de calibração é fundamental para compreender e aplicar a colorimetria. A calibração linear é uma abordagem comum nessa técnica, envolvendo a correlação matemática entre o sinal medido e a concentração da substância. Essa relação é obtida por meio de uma curva de calibração, que é obtida empiricamente a partir de dados experimentais. A regressão linear é um método matemático usado para calcular os coeficientes angular e linear da equação da curva de calibração. O coeficiente de correlação  $r^2$  indica a qualidade do ajuste da curva aos dados experimentais, sendo mais próximo de 1 em caso de um melhor ajuste (Custodio, Augusto e Andrade, 2010). A compreensão desses conceitos é essencial para a análise colorimétrica e o uso do aplicativo proposto.

Considerando o exposto, nesse trabalho, a partir de uma metodologia para elaboração de roteiros experimentais pensados para a utilização de *smartphones* e suas capacidades, mais especificamente o aplicativo *PhotoMetrix*, nosso objetivo foi propor seis experimentos envolvendo a colorimetria para aplicação nas aulas de Química. Para avaliar esses roteiros experimentais elaborados, desenvolvemos um estudo piloto com professores de Química em formação.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Experimentação no ensino de química

A experimentação é considerada uma ferramenta importante no processo de ensino e aprendizagem de ciências, pois permite ao estudante ter uma maior interação e contato com o conteúdo, proporcionando uma noção mais ampla da teoria apresentada. Segundo Machado e Mól (2007), as atividades experimentais ajudam a consolidar o conhecimento e o desenvolvimento cognitivo do estudante, trazendo benefícios no processo de ensino e aprendizagem de Química. Além disso, o experimento pode contribuir para o interesse dos estudantes e evitar que tenham uma imagem negativa sobre ciência. No entanto, é preciso planejar a atividade experimental para que possa contribuir com a formação cidadã dos estudantes.

Ainda segundo os autores, a Química é uma disciplina que possui uma natureza experimental que não deve ser ignorada. Além disso, a aplicação de experimentos em sala de aula pode contribuir para explorar o conhecimento da Química, motivar e despertar a atenção dos estudantes, desenvolver habilidades de trabalho em grupo, estimular a criatividade, aprimorar a capacidade de observação e registro, entre outras habilidades importantes. A aplicação da experimentação no ensino de Química pode favorecer objetivos importantes, como desenvolver a capacidade de tomada de decisão e participação ativa na sociedade.

Como as atividades experimentais no ensino de Química e Ciências têm sido amplamente debatidas entre os pesquisadores da área, principalmente no que diz respeito às suas finalidades e tipos de abordagens em sala de aula. Segundo Oliveira (2010), alguns objetivos das atividades experimentais incluem: Motivar e despertar a atenção dos estudantes; Desenvolver a capacidade de trabalhar em grupo; Promover a iniciativa pessoal e a tomada de decisões; Estimular a criatividade; Melhorar as habilidades de observação e registro de dados; Aprender a analisar dados e propor hipóteses para fenômenos; Aprendizagem de conceitos científicos; Detectar e corrigir erros conceituais dos estudantes, bem como, compreender a natureza da ciência e o papel dos cientistas em uma investigação.

As atividades experimentais podem envolver os estudantes de forma mais eficaz, promover o desenvolvimento social e aprimorar várias habilidades. Os diferentes tipos de atividades experimentais, classificados em quatro categorias por Oliveira (2010): atividades de demonstração, atividades de verificação, atividades por investigação e experimentos

ilustrativos. As atividades de demonstração são apenas para a observação pelos estudantes, enquanto as atividades de verificação têm como objetivo confirmar leis e teorias. Já as atividades por investigação envolvem discussão de ideias, elaboração de hipóteses e testes, o que estimula a participação, interesse e a aprendizagem dos estudantes. Assim, os experimentos ilustrativos permitem que os estudantes realizem as atividades por si mesmos, em grupo, e são estimulados intelectualmente pelo professor.

Ainda segundo Oliveira (2010), o professor é considerado o personagem principal da educação e tem a missão de transformar a sociedade, sendo a única via de acesso à integração social e à saída da miséria para as camadas mais pobres da população. Decorar nomes e fórmulas sem relacioná-los com a natureza não é conhecer Química, pois seus conceitos, leis e teorias têm uma dinâmica própria.

O ensino tradicional de Química se concentra na memorização de fórmulas e propriedades, sem relacioná-las com a natureza. Para construir o conhecimento, não somente químico, mas de forma efetiva, é necessário trabalhar com atividades experimentais que permitam aos estudantes compreender como a Química se desenvolve e como as reações ocorrem na natureza. A construção do conhecimento químico é feita por meio de manipulações orientadas e controladas de materiais, e deve ser trabalhado em um nível adequado ao desenvolvimento cognitivo dos estudantes e considerando situações do cotidiano.

A experimentação pode contribuir para a compreensão dos conceitos químicos através da prática e teoria, facilitar a aprendizagem dos estudantes e despertar o seu interesse pela ciência. Ajuda os estudantes a compreender os fenômenos e conceitos químicos de forma mais concreta e integrada, além de desenvolver o espírito investigativo e questionador. A melhoria do ensino deve adotar uma metodologia que dê espaço para a experimentação como uma forma de aquisição de dados da realidade, permitindo aos estudantes um envolvimento ativo e construtivo com os conteúdos. De acordo com Fonseca (2019), o conteúdo de Química deve ter como finalidade a promoção da educação em Química, permitindo aos estudantes compreenderem o mundo e fenômenos naturais. A integração da teoria e da prática é importante para a aprendizagem de Química, interagindo o conteúdo com o mundo vivencial dos estudantes e aproveitando suas argumentações e indagações. A experimentação no ensino de química pode contribuir para a contextualização e a interdisciplinaridade, relacionando os conceitos químicos com situações do cotidiano e com outras áreas do conhecimento, podendo

mostrar aos estudantes a relevância e a aplicabilidade da química na vida pessoal, social e profissional, bem como as implicações éticas, ambientais e sociais da ciência e da tecnologia. Além disso, a experimentação pode favorecer a integração entre os diferentes conteúdos da química e entre a química e outras disciplinas, como a física, a biologia, a matemática, entre outras.

O papel das atividades experimentais é fundamental, dado que permite que os estudantes relacionem a teoria e a prática, integrando uma estrutura de conhecimentos que se fundamenta em princípios e modelos simples. Segundo Santos (2019), essas atividades devem ter um caráter investigativo, permitindo que os estudantes manipulem objetos e ideias, e negociem significado com o professor e entre si. Objetivamente, as atividades experimentais devem contribuir para a compreensão de conceitos químicos, por meio da exploração, elaboração e supervisão das ideias dos estudantes, comparando-as com a ideia científica. Para isso, é necessário considerar diversos fatores, como as instalações da escola, o material e os reagentes requeridos e as escolhas das experiências. As atividades experimentais também podem ser realizadas em outros ambientes com características e objetivos diferentes.

De acordo com Andrade e Viana (2017), um dos principais contras da experimentação no ensino de química é que ela requer uma infraestrutura adequada, que nem sempre está disponível nas escolas públicas ou privadas. A experimentação demanda materiais e equipamentos específicos, que podem ser caros, escassos ou obsoletos. Além disso, a experimentação exige um espaço físico adequado, que possua ventilação, iluminação, segurança e acessibilidade. Muitas vezes, as escolas não dispõem de laboratórios de química ou os laboratórios existentes são insuficientes ou inadequados para atender à demanda dos estudantes.

Outro ponto contrário da experimentação no ensino de química é que ela pode desviar o foco dos conceitos químicos ou até reforçar concepções errôneas sobre os mesmos. A experimentação pode ser vista pelos estudantes como uma atividade lúdica ou recreativa, sem relação com os conteúdos teóricos abordados em sala de aula, a experimentação pode levar os estudantes a generalizações ou simplificações indevidas sobre os fenômenos químicos, sem considerar as limitações ou as condições dos experimentos realizados. Assim, a experimentação pode comprometer o desenvolvimento do pensamento abstrato e do raciocínio lógico dos estudantes.

## **2.2 Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação, as TDICs.**

As tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) são ferramentas que facilitam a comunicação e o acesso à informação em diferentes contextos e áreas do conhecimento. As TDICs têm um papel importante na educação, pois podem contribuir para a melhoria da qualidade do ensino e da aprendizagem, a promoção da inclusão digital e social, o desenvolvimento de competências e habilidades para o século XXI e a inovação pedagógica. (Roberto; Ferreira, 2017).

Segundo de Souza (2020), o uso das TDICs na educação pode ser feito de diversas formas, como por meio de plataformas virtuais, softwares educativos, recursos multimídia, jogos digitais, dispositivos móveis, entre outros. Esses recursos podem ser utilizados para apoiar as metodologias ativas de ensino, que estimulam a autonomia, a participação, a colaboração, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes. As metodologias ativas podem ser aplicadas em diferentes modalidades de ensino, como presencial, híbrida ou remota.

No entanto, o uso das TDICs na educação também apresenta desafios e limitações, como a necessidade de infraestrutura adequada, a formação dos professores para o uso pedagógico das tecnologias, a qualidade dos conteúdos digitais, a segurança dos dados e a privacidade dos usuários. Além disso, as TDICs não devem substituir o papel do professor ou do estudante, mas sim complementar e enriquecer o processo de ensino e aprendizagem.

O uso das TDICs na educação pode ser feito de diversas formas, como por meio de plataformas virtuais, softwares educativos, recursos multimídia, jogos digitais, dispositivos móveis, entre outros. Esses recursos podem ser utilizados para apoiar as metodologias ativas de ensino, que estimulam a autonomia, a participação, a colaboração, a criatividade e o pensamento crítico dos estudantes (Silva; Sé; Lima; Borim; Oliveira; Padilha, 2022). As metodologias ativas podem ser aplicadas em diferentes modalidades de ensino, como presencial, híbrida ou remota.

As TDICs são ferramentas importantes para a educação no século XXI, mas devem ser usadas de forma crítica, ética e responsável. As TDICs podem potencializar as oportunidades de aprendizagem dos estudantes e os preparar para os desafios da sociedade atual e futura.

## **2.3 Colorimetria**

A experimentação colorimétrica pode ser uma forma de envolver os estudantes no ensino de química, pois permite relacionar a teoria com a prática e despertar o interesse pela

ciência, possibilita aos estudantes realizar atividades experimentais que envolvem conceitos como soluções, concentração, diluição, equilíbrio químico, reações químicas, espectro eletromagnético, entre outros. Além disso, a colorimetria pode estimular o desenvolvimento de habilidades como a observação, a formulação de hipóteses, a realização de testes, a coleta e a análise de dados, a elaboração de conclusões e a comunicação dos resultados. Ela também pode favorecer a contextualização e a interdisciplinaridade do ensino de química, relacionando os conteúdos químicos com situações do cotidiano e com outras áreas do conhecimento.

A colorimetria é uma técnica que usa a cor de uma solução para determinar a concentração de uma substância nela presente. A cor da solução depende da quantidade de luz que é absorvida ou refletida pelas moléculas da substância (Feitosa-Santana; Oiwa; Costa; Tiedemann, 2006). A colorimetria pode ser aplicada em diversas áreas da química, como na análise de alimentos, de água, de medicamentos, de poluentes, entre outras.

Para realizar uma análise colorimétrica, é necessário ter um padrão de cor que possa ser comparado com a amostra desconhecida. A partir dos dados obtidos, traça-se um gráfico que mostra a relação entre a concentração e a absorbância ou transmitância da solução. Esse gráfico é chamado de curva de calibração e serve para determinar a concentração da substância na amostra desconhecida, medindo-se a sua absorbância ou transmitância e comparando-a com o valor obtido na curva que relaciona a concentração da substância com a intensidade da cor da solução. Para isso, são preparadas soluções padrão com concentrações conhecidas da substância e mede-se a sua absorbância ou transmitância em um aparelho chamado colorímetro ou espectrofotômetro (Silveira; Fernandes; Pereira, 2015). A absorbância é a medida da quantidade de luz que é absorvida pela solução e a transmitância é a medida da quantidade de luz que atravessa a solução.

Portanto, a colorimetria é uma técnica que usa a cor de uma solução para determinar a concentração de uma substância nela presente. A colorimetria pode ser aplicada em diversas áreas da química e pode ser uma forma de envolver de forma entretida os estudantes no ensino de química. A colorimetria requer o uso de um padrão de cor que possa ser comparado com a amostra desconhecida e o traçado de uma curva de calibração que relaciona a concentração da substância com a intensidade da cor da solução.

## 2.4 Gráficos, regressão linear e curva de calibração.

Para entendimento e uso total do aplicativo e da metodologia proposta é imperativo o bom conhecimento interpretativo de gráficos, sabendo o que significa uma regressão linear e o que é uma curva de calibração. Custodio, Augusto e Andrade nos apresentam esses conceitos no seu artigo da revista Chemkeys da Unicamp, (2000). Primeiramente temos que lembrar que a maior parte desses experimentos também parte de princípios das técnicas analíticas consideradas clássicas volumétricos e gravimétricos. Passos (2011) em seu trabalho Métodos Instrumentais de Análise explica que métodos gravimétricos consistem em determinar a massa do analito ou de um composto que se relaciona quimicamente com ele. Já o método volumétrico consiste em medir o volume de uma solução que contém um reagente capaz de reagir completamente com o analito. Esses métodos envolvem processos de reação química, dissolução, extração e cálculo estequiométrico. Quando realizados corretamente, esses métodos apresentam alta exatidão e precisão, podendo até superar os métodos instrumentais, embora sejam mais demorados.

Os métodos analíticos instrumentais baseiam-se na medida de propriedades físicas do analito, como condutividade, potencial, absorção, emissão, fluorescência e razão massa/carga. Esses métodos requerem o uso de equipamentos sofisticados, mas também podem envolver reações químicas em algumas fases. Em geral, são mais rápidos do que os métodos clássicos, mas podem ser menos precisos.

A autora ainda destaca que o método analítico escolhido deve ser eficaz, simples, rápido e seguro, tanto para as amostras quanto para os materiais usados no tratamento e na análise. Além disso, deve evitar erros sistemáticos (como perdas, contaminações e interferências) e permitir a determinação dos analitos de interesse na matriz ou nas matrizes especificadas. Sempre que possível, deve-se optar por um método validado, que estabelece as condições adequadas para obter resultados confiáveis e resolver o problema analítico. Para isso, é fundamental definir claramente a natureza do problema.

Para nossa proposta podemos selecionar métodos validados ou propor metodologias adaptadas para melhor atender a necessidade e as características dos estudantes e da escola. Já o tratamento matemático, é importante que o estudante tenha conhecimento do básico do que o instrumento está fazendo, no caso o *smartphone* e o aplicativo.

Para uma definir parâmetros de uma calibração linear Custodio, Augusto e Andrade (2000) defendem que nas técnicas clássicas, a relação matemática entre as medidas e a massa

ou concentração da espécie a ser quantificada é definida pela estequiometria das reações envolvidas, o que facilita os cálculos. Nas técnicas instrumentais, isso não acontece. A correlação entre o sinal medido (como luz, corrente, área de pico, etc.) e a concentração da espécie de interesse raramente é conhecida previamente. Na maioria dos casos, essa relação matemática deve ser estabelecida empiricamente (experimentalmente medida) a partir dos sinais medidos para as concentrações conhecidas dessa espécie.

O sinal então é relacionado com a concentração na forma de uma equação de primeiro grau:

$$S = a.C + b$$

Onde S é o sinal medido no equipamento, no nosso caso o sinal em algum canal de cor medido pelo aplicativo ao tirar a foto, C é a concentração do analito na amostra e os coeficientes *a* e *b* são os coeficientes angular e linear, respectivamente.

Essa equação, chamada de curva de calibração, é obtida a partir dos coeficientes de dados experimentais, pode-se usar o método matemático da regressão linear. Esse método também permite calcular o coeficiente de correlação  $r^2$  (ou *r*), que indica a qualidade da curva obtida. Segundo o site *khanacademy*, o coeficiente de correlação  $r^2$  é uma medida estatística que indica o grau de ajuste de um modelo de regressão linear aos dados observados. Ele também é chamado de coeficiente de determinação, pois representa a proporção da variância da variável dependente que é explicada pela variável independente. O valor de  $r^2$  varia entre 0 e 1, sendo que valores mais próximos de 1 indicam um melhor ajuste do modelo. Quanto mais próximo de 1, melhor a precisão dos dados experimentais e menor a incerteza dos coeficientes estimados. A regressão linear é um conceito básico para os estudantes da área das Ciências Exatas. Em qualquer técnica instrumental, a relação linear simples depende das características da técnica. Por isso, o cálculo dos coeficientes de regressão de uma curva de calibração deve ser feito com cuidado, verificando se todos os pontos usados estão dentro da faixa linear dinâmica correspondente.

## 2.5 O uso de *smartphones* em sala de aula

O *smartphone* é um aparelho que combina as funções de um telefone celular com as de um computador portátil, permitindo o acesso à internet, à câmera fotográfica e de vídeo, aos aplicativos de comunicação, informação, entretenimento e educação, entre outras. O *smartphone* se tornou um objeto presente na vida de milhões de pessoas, especialmente dos jovens, que o utilizam para diversas finalidades. No entanto, o uso do *smartphone* na escola ainda é motivo de controvérsia, pois envolve questões pedagógicas, éticas e sociais.

Nagumo e Teles (2016) nos ajudam a argumentar sobre as vantagens do uso do *smartphone* em sala de aula e que ele pode ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, pois permite o acesso a uma variedade de fontes de informação, a interação com outros estudantes e professores, a realização de atividades lúdicas e criativas, a personalização do ritmo e do estilo de aprendizagem, entre outras. O *smartphone* pode ser usado para pesquisar conteúdos relacionados às disciplinas escolares, para assistir a vídeos educativos, para participar de fóruns e redes sociais sobre temas de interesse, para resolver exercícios e jogos interativos, para produzir textos, imagens e áudios sobre os assuntos estudados, entre outras possibilidades. O *smartphone* pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências importantes para o século XXI, como o pensamento crítico, a comunicação, a colaboração, a criatividade e a cidadania digital.

Para Confessor (2011) um dos argumentos contrários ao uso do *smartphone* em sala de aula é que ele pode gerar distração e dispersão dos estudantes, pois oferece uma série de estímulos que competem com a atenção requerida pelas atividades escolares. O *smartphone* pode ser usado para acessar conteúdos impróprios ou irrelevantes para o contexto educacional, para trocar mensagens pessoais ou compartilhar memes e piadas com os colegas, para jogar ou assistir a vídeos não relacionados aos temas estudados, entre outras possibilidades. O *smartphone* pode prejudicar o rendimento escolar dos estudantes, pois pode interferir na concentração, na memorização e na compreensão dos conteúdos. Além disso, para Pimenta e Lopes (2017) o *smartphone* pode causar problemas de convivência e de disciplina na escola, pois pode facilitar o bullying, o cyberbullying, a cola e o plágio.

Diante desses argumentos prós e contras, é possível concluir que o uso do *smartphone* em sala de aula como ferramenta de ensino não é uma questão simples e unânime. É preciso considerar os benefícios e os riscos que essa prática pode trazer para o processo educativo. É preciso também estabelecer critérios e normas para regular o uso do *smartphone* na escola,

envolvendo os estudantes, os professores, os pais e os gestores nessa discussão. É preciso ainda promover uma formação continuada dos professores para que eles possam utilizar o *smartphone* de forma pedagógica e integrada ao currículo escolar. Por fim, é preciso educar os estudantes para que eles possam usar o *smartphone* de forma consciente, responsável e ética na escola e na vida.

Um dos argumentos favoráveis ao uso do *smartphone* em sala de aula é que ele pode ampliar as possibilidades de aprendizagem dos estudantes, pois permite o acesso a uma variedade de fontes de informação, a interação com outros estudantes e professores, a realização de atividades lúdicas e criativas, a personalização do ritmo e do estilo de aprendizagem, entre outras. O *smartphone* pode ser usado para pesquisar conteúdos relacionados às disciplinas escolares (Bento; Cavalcante, 2013), para assistir a vídeos educativos (Costa, 2013), para participar de fóruns e redes sociais sobre temas de interesse, para resolver exercícios e jogos interativos, para produzir textos, imagens e áudios sobre os assuntos estudados, entre outras possibilidades. O *smartphone* pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências importantes para o século XXI, como o pensamento crítico, a comunicação, a colaboração, a criatividade e a cidadania digital.

Um dos argumentos contrários ao uso do *smartphone* em sala de aula é que ele pode gerar distração e dispersão dos estudantes, pois oferece uma série de estímulos que competem com a atenção requerida pelas atividades escolares. O *smartphone* pode ser usado para acessar conteúdos impróprios ou irrelevantes para o contexto educacional, para trocar mensagens pessoais ou compartilhar memes e piadas com os colegas, para jogar ou assistir a vídeos não relacionados aos temas estudados, entre outras possibilidades. O *smartphone* pode prejudicar o rendimento escolar dos estudantes, pois pode interferir na concentração, na memorização e na compreensão dos conteúdos. Além disso, o *smartphone* pode causar problemas de convivência e de disciplina na escola, pois pode facilitar o bullying, o cyberbullying, a fraude e o plágio.

Diante desses argumentos prós e contras, é possível concluir que o uso do *smartphone* em sala de aula como ferramenta de ensino não é uma questão simples e unânime. É preciso considerar os benefícios e os riscos que essa prática pode trazer para o processo educativo. É preciso também estabelecer critérios e normas para regular o uso do *smartphone* na escola, envolvendo os estudantes, os professores, os pais e os gestores nessa discussão. É preciso ainda promover uma formação continuada dos professores para que eles possam utilizar o

*smartphone* de forma pedagógica e integrada ao currículo escolar. Por fim, é preciso educar os estudantes para que eles possam usar o *smartphone* de forma consciente, responsável e ética na escola e na vida.

## 2.6 As cores e o uso do aplicativo *PhotoMetrix* como ferramenta de ensino.

O *PhotoMetrix* é um aplicativo gratuito para análise colorimétrica em dispositivos móveis, que utiliza técnicas de correlação linear simples para análise univariada e de análise de componentes principais para análise multivariada. O aplicativo capta a imagem da solução analisada pela câmera do *smartphone* ou por uma câmera USB externa e converte os dados em histogramas RGB (do inglês *red, green e blue*, ou seja, vermelho, verde e azul). Além dos canais de cor RGB, o aplicativo também utiliza os sistemas HSV, HSL e HSI (relacionados à saturação, luminosidade e intensidade da luz) para as análises univariada e multivariada. O aplicativo permite enviar por e-mail os dados da imagem, da análise e dos gráficos gerados.

Os canais que o aplicativo *PhotoMetrix* realiza leitura são: RGB, HSV, HSL. Os sistemas de cores RGB, HSV e HSL são diferentes formas de representar as cores em um computador ou em uma tela. Eles usam três valores numéricos para definir a tonalidade, a saturação e a luminosidade ou o valor de uma cor.

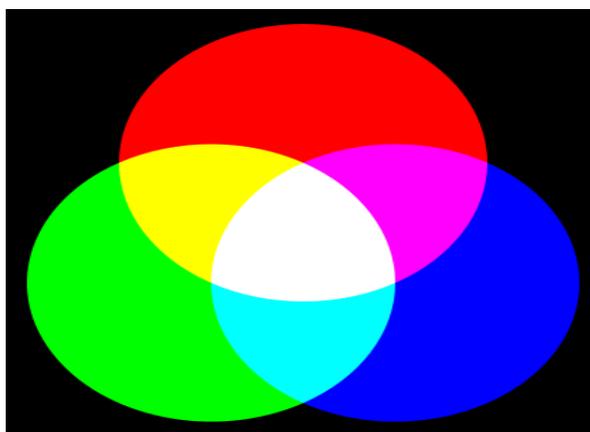


Figura 1 Canais RGB;  
<https://pt.wikipedia.org/wiki/RGB> acessado em  
07:06/2023

Onishi, Kunkel e Zorzal nos ajudam a entender que sistema RGB usa as cores vermelho (R), verde (G) e azul (B) como cores primárias, e varia a intensidade de cada uma delas de 0 a 255 para criar as cores secundárias. Por exemplo, o código RGB (255, 0, 0) representa a cor vermelha pura, enquanto o código RGB (0, 255, 0) representa a cor verde pura.

O sistema HSV usa o matiz (H), a saturação (S) e o valor (V) como parâmetros para definir uma cor. O matiz é o ângulo na roda de cores que indica a cor básica, variando de 0 a 360 graus. A saturação é a pureza ou a intensidade da cor, variando de 0% (cinza) a 100% (cor pura). O valor é o brilho ou a luminosidade da cor, variando de 0% (preto) a 100% (branco).

O sistema HSL é semelhante ao HSV, mas usa a luminosidade (L) em vez do valor. A luminosidade é a quantidade de luz que uma cor reflete, variando de 0% (preto) a 50% (cor normal) a 100% (branco). O sistema HSL é mais fácil de entender para os humanos do que o sistema RGB, pois se aproxima mais da forma como percebemos as cores. O RGB, pelas misturas aditivas das cores compões as cores derivadas.

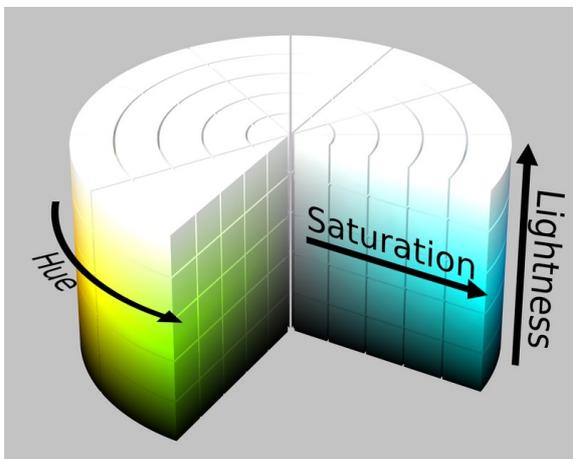


Figura 2 Sistema HSL  
[https://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV)  
acessado em 07/06/2023

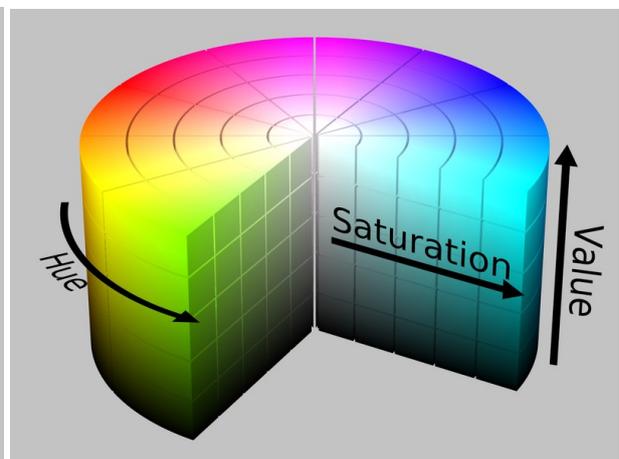


Figura 3 Sistema HSV;  
[https://en.wikipedia.org/wiki/HSL\\_and\\_HSV](https://en.wikipedia.org/wiki/HSL_and_HSV)  
acessado em 07/06/2023

H é a matriz que varia em todo o espectro RGB, S é a saturação que pode implicar presença de brancos para HSV ou de cinzas para HSL; L é o "brilho em relação ao brilho" de um branco com iluminação semelhante e V é o atributo de uma sensação visual segundo a qual uma área parece emitir mais ou menos luz. I luminância, também chamado de intensidade luminosa, determina o quão brilhante é uma luz, se mede em uma escala de branco para preto.

No aplicativo *PhotoMetrix*, para fazer as análises com a função *Univariate Analysis* e analisar nas funções *Multiple Channels* e *Vector RGB*; e em *Multivariate Analysis* fazer utilizando a ferramenta PLS – Partial Least Squares.

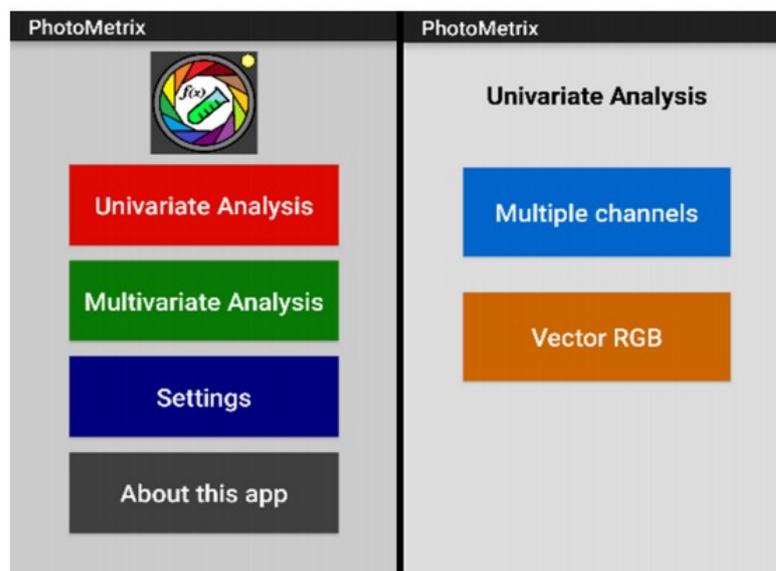


Figura 4 Interface aplicativo PhotoMetrix Pro; retirado do manual disponível em <https://www.photometrix.com.br/photometrix.pdf>; 07/06/2023

Para *Multiple Channels*, a opção em *Calibration* e coloque *Number of Samples* o número de amostras a serem utilizadas e clicar em *Capture Imagens* para tirar fotos das amostras devidamente posicionadas e assim informando ao programa as concentrações corretas de cada amostra. Após as fotos das amostras capturadas, o programa guarda e calcula as curvas de concentração para cada parâmetro de cor disponível.

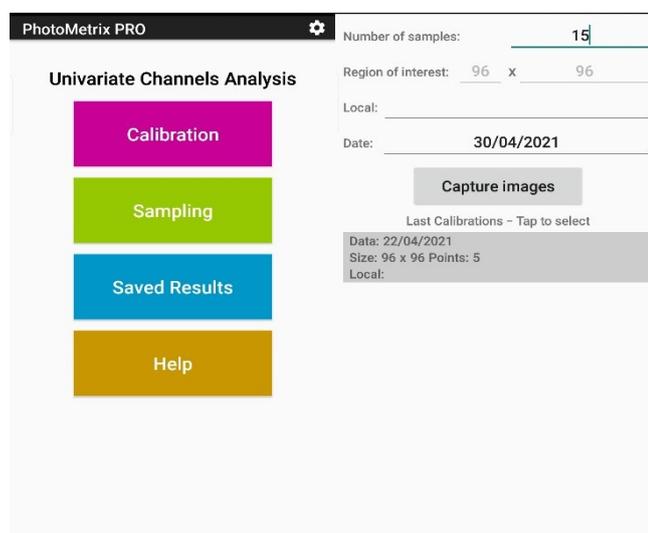


Figura 5 Interface aplicativo PhotoMetrix Pro; retirado do manual disponível em <https://www.photometrix.com.br/photometrix.pdf>; 07/06/2023/2023

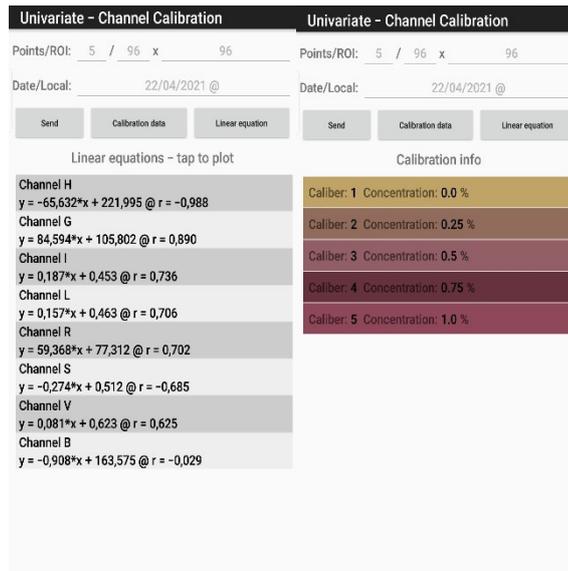


Figura 6 PhotoMetrix Pro - Exemplo de análise feitas com fotos de arquivo. – O autor.

Em Vector RGB o procedimento para capturar as fotos é o mesmo, porém a análise de cores se dá por um índice médio de cores dos parâmetros RGB.

$$i = \sqrt{R^2 + G^2 + B^2}$$

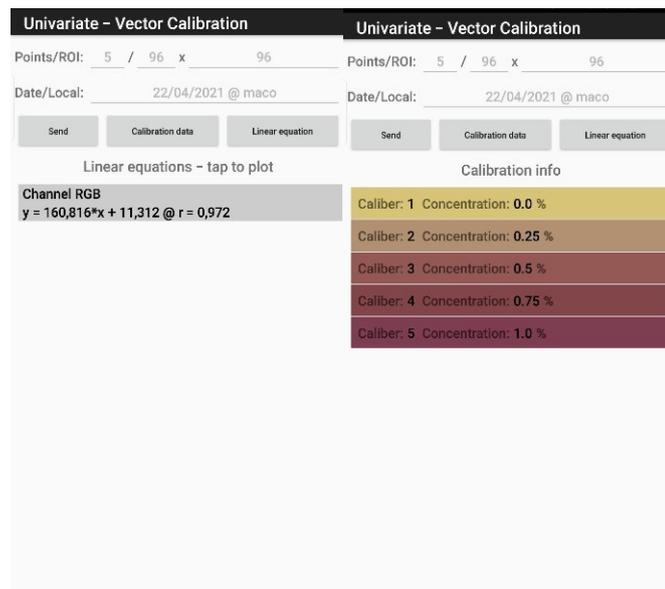


Figura 7 PhotoMetrix - Vetor RGB – O autor.

Os resultados podem ser enviados para um e-mail previamente cadastrado em *Settings* no aplicativo.

As análises podem ser feitas em cubetas de plástico ou em tubos de ensaio ou outro recipiente transparente.



Figura 8 Cubeta 4,5 mL de plástico, retirado de <https://pixabay.com/>



Figura 9 Tudo de Ensaio, retirado de: <https://pixabay.com/>

Em Multivariable Analysis, em PSL quando calculamos a curva, o aplicativo permite utilizar a ferramenta *Factors* para melhor ajuste da curva. Essa ferramenta importantíssima se trata de variáveis latentes.

Curado, Teles e Marôco (2013) nos explicam que em estatística, variáveis latentes, ao contrário de variáveis observáveis, são variáveis que não são diretamente observadas, mas são inferidas (através de um modelo matemático) de outras variáveis que são observadas (medidas diretamente). Modelos matemáticos que visam explicar variáveis observadas em termos de variáveis latentes são chamados de modelos de variáveis latentes. Dentre elas a Análise Fatorial que é uma técnica da estatística destinada a representar um processo aleatório multivariado por meio da criação de novas variáveis, derivadas das variáveis originais e, geralmente, em menor número, que representa as comunalidades do processo restando às variáveis espúrias serem não descritas pelo modelo fatorial.

Uma das desvantagens do aplicativo é que os dados de intensidade de sinal só podem ser extraídos através do envio por e-mail.

Podemos então utilizar o documento orientativo Orientação Sobre Validação De Métodos Analíticos de 2020 do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) para nos auxiliar com os parâmetros de desempenho, que são as características essenciais para que possamos definir e utilizar um teste na forma proposta. Assim, devem estar claramente descritos no procedimento:

- Seletividade
- Linearidade / Faixa de trabalho / Faixa linear de trabalho / Sensibilidade
- Limite de Detecção.
- Limite de Quantificação.
- Recuperação.

- Precisão (repetibilidade, precisão intermediária e reprodutibilidade)
- Seletividade é o grau em que o método pode quantificar o analito na presença de outros analitos, matrizes ou de outro material potencialmente interferente.

Experimentos para avaliação da seletividade descritos na literatura sobre validação de métodos analíticos envolvem ensaios com padrões ou materiais de referência, amostras com e sem o analito, além da avaliação da capacidade de identificação do analito de interesse na presença de interferentes.

A seletividade dos reagentes testados já deve ser conhecida e comprovada em estudos anteriores a este, se a seletividade não puder ser assegurada, a linearidade, a tendência e a precisão seriam seriamente comprometidas.

Identificar inicialmente, por observação visual, a faixa linear aproximada e os limites superior e inferior da faixa de trabalho, e por análise simples confirmar a linearidade na faixa de trabalho selecionada.

Limite de detecção de um procedimento analítico individual é a menor quantidade de analito na amostra que pode ser detectada, mas não necessariamente quantificada sob as condições estabelecidas para o ensaio. O limite de detecção para um procedimento analítico pode variar em função do tipo da amostra. É fundamental assegurar-se de que todas as etapas de processamento do método analítico sejam incluídas na determinação desse limite de detecção, também importante para ensaios qualitativos. Normalmente são realizadas sucessivas diluições até se encontrar a menor concentração/menor valor de propriedade que pode ser diferenciado do branco.

A recuperação do analito pode ser estimada pela análise de amostras fortificadas com quantidades conhecidas do mesmo. As amostras podem ser fortificadas com o analito em, pelo menos, três diferentes concentrações (baixa, média e alta) da faixa de uso do método. A limitação deste procedimento é a de que o analito adicionado não está necessariamente na mesma forma que a presente na amostra. A presença de analitos adicionados em uma forma mais facilmente detectável pode ocasionar avaliações excessivamente otimistas da recuperação.

Normalmente os critérios estão atrelados ao nível de concentração. Na Tabela 1, temos, como exemplo, os critérios sugeridos pela *Association of Official Agricultural Chemists*, AOAC:

Tabela 1 Exemplo de critério de aceitação para recuperação.

<b>Analito, %</b>	<b>Razão do analito</b>	<b>Unidade</b>	<b>Recuperação média, %</b>
100	1	100%	98 – 102
10	10 <sup>-1</sup>	10%	98 – 102
1	10 <sup>-2</sup>	1%	97 – 103
0,01	10 <sup>-3</sup>	0,1%	95 – 105
0,001	10 <sup>-4</sup>	100 ppm	90 – 107
0,0001	10 <sup>-5</sup>	10 ppm	80 – 110
0,00001	10 <sup>-6</sup>	1 ppm	80 – 110
0,000001	10 <sup>-7</sup>	100 ppb	80 – 110
0,0000001	10 <sup>-8</sup>	10 ppb	60 – 115
0,00000001	10 <sup>-9</sup>	1 ppb	40 – 120

A repetibilidade do método também pode ser atrelada ao cálculo do coeficiente de variação (CV), também chamado de desvio padrão relativo (DPR). A repetibilidade pode ser expressa quantitativamente em termos da característica da dispersão dos resultados e pode ser determinada por meio da análise de padrões, material de referência ou adição do analito ao branco da amostra, em várias concentrações na faixa de trabalho.

Normalmente os critérios estão atrelados ao nível de concentração. Na Tabela 2 temos, como exemplo, os critérios sugeridos pela AOAC:

Tabela 2 Critério de aceitação para repetibilidade.

<b>Analito, %</b>	<b>Razão do analito</b>	<b>Unidade</b>	<b>DPR, %</b>
100	1	100%	1,3
10	10 <sup>-1</sup>	10%	1,9
1	10 <sup>-2</sup>	1%	2,7
0,01	10 <sup>-3</sup>	0,1%	3,7
0,001	10 <sup>-4</sup>	100 ppm	5,3
0,0001	10 <sup>-5</sup>	10 ppm	7,3
0,00001	10 <sup>-6</sup>	1 ppm	11
0,000001	10 <sup>-7</sup>	100 ppb	15
0,0000001	10 <sup>-8</sup>	10 ppb	21
0,00000001	10 <sup>-9</sup>	1 ppb	30

Assim, podemos reproduzir várias metodologias de forma efetiva e padronizada em busca de resultados válidos e significativos.

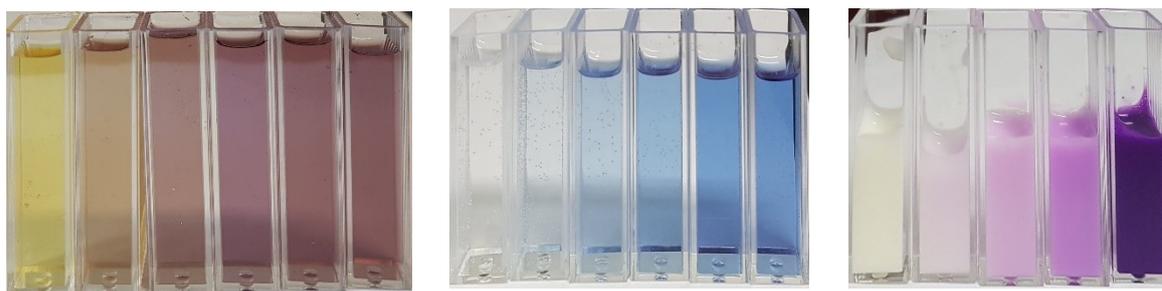


Figura 10: exemplos de análises colorimétricas. Próprio autor.

O uso do aplicativo *PhotoMetrix* como ferramenta de ensino tem sido relatado em diversos artigos científicos, como mostrado abaixo, que demonstram as vantagens e as desvantagens dessa prática. Entre as vantagens, destacam-se:

- A simplicidade, a rapidez e o baixo custo para realizar análises colorimétricas, que podem contribuir para o ensino de química analítica e despertar o interesse dos estudantes pela química.
- A possibilidade de utilizar o *smartphone* como um instrumento analítico, que pode facilitar o acesso dos estudantes à tecnologia e à experimentação científica.
- A contextualização do tópico abordado a partir da quantificação de substâncias presentes em diferentes matrizes, como água, fertilizantes, carne e medicamentos.
- A promoção da aprendizagem significativa dos conceitos de química, a partir da integração entre teoria e prática.

Entre as desvantagens, podem-se citar a necessidade de ajustar os parâmetros da câmera e do aplicativo para obter resultados confiáveis e precisos, a limitação do aplicativo para analisar soluções cuja cor varia apenas na intensidade ou no comprimento de onda, a dependência da disponibilidade e da qualidade do *smartphone* ou da câmera USB externa e a possibilidade de distração ou desvio de atenção dos estudantes pelo uso do *smartphone* para outras finalidades não relacionadas à atividade proposta.

É preciso considerar os benefícios e os riscos que essa prática pode trazer para o processo educativo. É preciso também estabelecer critérios e normas para regular o uso do aplicativo na sala de aula, envolvendo os estudantes, os professores e os gestores nessa

discussão. É preciso ainda promover uma formação continuada dos professores para que eles possam utilizar o aplicativo de forma pedagógica e integrada ao currículo escolar. Por fim, é preciso educar os estudantes para que eles possam usar o aplicativo de forma consciente, responsável e ética na escola e na vida.

Ferreira (2019) propõe uma atividade prática contextualizada, voltada para estudantes do Ensino Médio, que consiste na determinação do íon ferro em fármacos. No trabalho de Souza (2019), verifica-se a tentativa do uso do aplicativo utilizando a realidade dos acadêmicos do curso de Engenharia Florestal e Agronomia, com um método de baixo custo de análise de fosfato em fertilizantes. Leandro Rosar (2020) disserta sobre uma proposta de aula utilizando o aplicativo com experimentação para quantificar cloro livre em água potável.

### 3 METODOLOGIA

A base dos experimentos consiste em realizar amostras com diferentes concentrações e após estabilização da cor tirar foto com o aplicativo, procurar melhor canal de cor para análise e traçar a regressão linear e curva padrão. Ao máximo possível, a distância entre a câmera e a amostra no momento da foto deve ser a mesma em todas as fotos. Todos os experimentos propostos se encaixam nas seguintes fases: Apresentação da teoria ou problematização, entrega do roteiro do experimento aos estudantes, realização do experimento, resolução dos exercícios pelos estudantes e discussão dos resultados. Após a elaboração dos roteiros, desenvolvemos um estudo piloto para avaliar o material e o aplicativo.

#### 3.1 Roteiro do experimento

De acordo com Zarbin *et.al.* (2019), um roteiro de experimento é um documento que orienta a realização de uma atividade prática em laboratório de química, desde o planejamento até a conclusão.

Um bom roteiro deve conter os seguintes elementos: objetivos, introdução, parte experimental, resultados, conclusão e referências. Nesse roteiro geral vamos ver cada um desses elementos e como elaborá-los de forma adequada.

**Objetivos:** São as metas que se pretende alcançar com o experimento, relacionadas aos conteúdos da disciplina de Química. Os objetivos devem ser claros, específicos e mensuráveis, e devem responder à pergunta: “O que se quer aprender com o experimento?”. Os objetivos devem ser apresentados no início do roteiro, em forma de lista ou parágrafo.

**Praça (2015)** orienta na construção da Introdução: É a parte teórica do roteiro, que explica os conceitos, as leis e as equações químicas envolvidas no experimento. A introdução deve contextualizar o tema e mostrar a sua importância e aplicação na vida cotidiana. A introdução deve responder às perguntas: “Por que fazer o experimento? Qual é a relevância do tema? Quais são os fundamentos teóricos do experimento?”

A introdução deve ser baseada em fontes acadêmicas confiáveis.

Zarbin *et.al.* (2019) na parte experimental nos diz que essa é a parte prática do roteiro, que descreve os materiais, reagentes, vidrarias, procedimentos e precauções de segurança necessários para realizar o experimento. A parte experimental deve ser clara, precisa e completa, de modo que qualquer pessoa possa reproduzir o experimento seguindo as

instruções. A parte experimental deve responder às perguntas: O que usar no experimento? Como fazer o experimento? Quais são os cuidados a tomar no experimento? A parte experimental deve ser apresentada em forma de lista ou tabela para os materiais e reagentes, e em forma de passos numerados ou tópicos para os procedimentos.

**Resultados:** São os dados obtidos no experimento, apresentados em tabelas, gráficos ou figuras, com as respectivas unidades e algarismos significativos. Os resultados devem responder à pergunta: “O que se observou no experimento?” Os resultados devem ser acompanhados de análises e cálculos pertinentes, que expliquem os resultados observados, identifiquem possíveis erros ou desvios, e comparem-nos com os valores esperados ou com outras fontes de informação. As análises e cálculos devem responder às perguntas: O que os resultados significam? Como os resultados foram obtidos? Quais são as fontes de erro ou incerteza? Como os resultados se relacionam com a teoria e com outros experimentos?

**Conclusão:** É a parte final do roteiro, que sintetiza o que foi feito e aprendido no experimento, relacionando-o com os objetivos propostos. A conclusão deve destacar os principais achados, as dificuldades encontradas e as possíveis fontes de erro ou incerteza. A conclusão deve também sugerir melhorias ou novas questões para futuros experimentos.

**Referências:** São as fontes acadêmicas utilizadas para embasar a teoria e os resultados do experimento, apresentadas em uma lista no final do roteiro.

A problematização inicial é uma etapa importante da experimentação, uma proposta didática que visa promover a aprendizagem significativa dos estudantes por meio da resolução de problemas relacionados à realidade e ao conhecimento científico. Conforme Lorraine e Marcia (2020) a problematização inicial consiste em apresentar situações reais que os estudantes presenciam e que, ao mesmo tempo, estão envolvidas com os temas a serem discutidos. Tais situações exigem a introdução de conhecimentos teóricos para sua interpretação.

Para elaborar uma problematização inicial para experimentação, deve-se seguir alguns passos, escolhendo um tema relevante e adequado ao nível de ensino dos estudantes, que possa ser abordado experimentalmente:

- Pesquisar sobre o tema e selecionar os conceitos e os conteúdos que serão trabalhados.
- Identificar uma situação-problema que envolva o tema e que seja desafiadora, motivadora e significativa para os estudantes.

- Formular uma questão-problema que oriente a investigação dos estudantes e que exija o uso dos conceitos e dos conteúdos selecionados.
- Planejar as atividades experimentais que serão realizadas pelos estudantes para responder à questão-problema.

Para a realização do questionário de forma prática, pode-se utilizar aplicativos como o Google Forms ou ferramenta semelhante. Muitas escolas já possuem e utilizam como plataforma Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment / Ambiente de Aprendizagem Dinâmico Modular Orientado a Objeto) que é um sistema de Internet que concentra um conjunto de ferramentas de gerência pedagógica e administrativa de cursos, bem como um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA). Basta o então carregar o questionário da plataforma a ser utilizada.

A vantagem é a facilidade em ter um retorno imediato das respostas dos estudantes e podendo fazer uma análise estatística das respostas verificar onde as explicações ou teorias podem ter sido ensinadas de forma ineficiente e quando retornada para a discussão, o professor pode estar preparado para focar nos pontos em que maior houve uma defasagem. A quantidade de questões assim como o tipo pode variar a depender do critério do próprio professor.

### 3.2 Experimento

Para elaborar um experimento colorimétrico, precisamos principalmente de uma reação química que produza uma cor proporcional à concentração da substância que está sendo analisada e um equipamento para fazer a análise da intensidade da cor obtida que, no nosso caso, é um *smartphone* com o aplicativo *PhotoMetrix*.

Definidos os reagentes, procedimentos e precauções de segurança necessários para realizar o experimento, temos as vidrarias necessárias para os experimentos desse tipo, que são: Cubetas ou tubos de ensaio de vidro, para podermos tirar as fotografias das cores do experimento com o aplicativo, além de pesetas ou pipetas para realizar experimento.

A iluminação padronizada para a realização do teste também é essencial. A iluminação desempenha um papel crucial, então recomenda-se a montagem de um tipo de caixa fotográfica, como um *StudioBox*, ou uma caixa de sapato encapada internamente com folhas brancas, por exemplo. Com os cuidados com a iluminação já resolvidos, devemos tomar

cuidado com o posicionamento da câmera na hora de tirar a foto, idealmente devemos tirar as fotos na mesma posição, ou seja, de uma mesma distância e mesma angulação para que esses dois fatores não sejam fontes de erros no experimento.



Figura 11 Exemplo de caixa fotográfica estilo StudioBox, imagem retirada de loja varejista.

Dentro do aplicativo vamos utilizar, preferencialmente, o modo de análise uni variável, onde o estudante terá que selecionar posteriormente qual o melhor canal de cor para o experimento. Cabe aos professores verificarem as características dos regentes e se eles têm tempo suficiente de estabilidade para que as fotografias possam ser tiradas.

Quando os estudantes tirarem as fotos e avançarem na etapa de análise, eles vão se deparar com todas as curvas dos canais de cores, cabe a eles escolherem o melhor canal possível que obtiveram. Ao entrar no canal de cor o aplicativo gerará um gráfico e uma equação do gráfico, que relaciona intensidade do sinal do canal de cor com a concentração da substância analisada.

Com os resultados os estudantes poderão responder ao questionário e estarão aptos para a discussão dos conceitos vistos.

### 3.3 Discussão de resultados com os alunos

Discussão e resultados de um experimento científico são as partes que apresentam e interpretam os dados obtidos no experimento. Nessa seção, o estudante deve apresentar os resultados coletados durante o procedimento experimental, usando esquemas, tabelas, gráficos e fotos que facilitem a compreensão do procedimento realizado e dos dados. Analisar os resultados com base na metodologia, nas hipóteses e nos objetivos do experimento, verificando se eles são consistentes, relevantes e significativos e condizentes com o tópico estudado.

Ao concluir a discussão, respondendo ao problema de pesquisa e destacando as contribuições do estudo para a área do conhecimento, o professor também pode utilizar os dados colhidos nos questionários para reforçar os pontos falhos deixados pelo experimento, reforçando e complementando a teoria e a prática.

### 3.4 Utilização do aplicativo *PhotoMetrix* para experimentos

Para a construção da curva de calibração precisamos de, pelo menos, três amostras com diferentes concentrações. De conhecimento do tempo de estabilização da cor dos reagentes escolhidos, os estudantes posicionam os tubos de ensaio, cubetas ou o respectivo recipiente utilizado na caixa fotográfica ou em ambiente com melhor iluminação e tiram as fotos com o aplicativo para a parte de análise com o *PhotoMetrix*. Então fazem a análise e pode registrar as imagens e gráficos do experimento.

Ao abrir o aplicativo, vamos em *Univariate Analysis*, botão vermelho, e depois *Multiple Channels*, botão azul. Na próxima etapa clicamos em *Calibration*, botão rosa. O estudante pode nomear o experimento com o título do roteiro e a data. O número de fotos é escolhido em *Number of Samples*, que necessariamente precisamos de dois pontos para definir uma reta. Para melhor aproveitamento estatístico, seria ideal que cada amostra tivesse três fotos tiradas, assim, se temos três amostras de soluções padrões para serem utilizadas na calibração, em *Number of samples* colocamos 9 fotos e tiramos 3 fotos em cada uma das análises. Aqui, por ser uma curva de calibração estamos utilizando padrões de concentração conhecida que também são fornecidas em cada fotografia tirada. Lembre-se de orientar ao aluno de tirar as fotos na mesma posição, respeitando ângulo e distância da amostra.

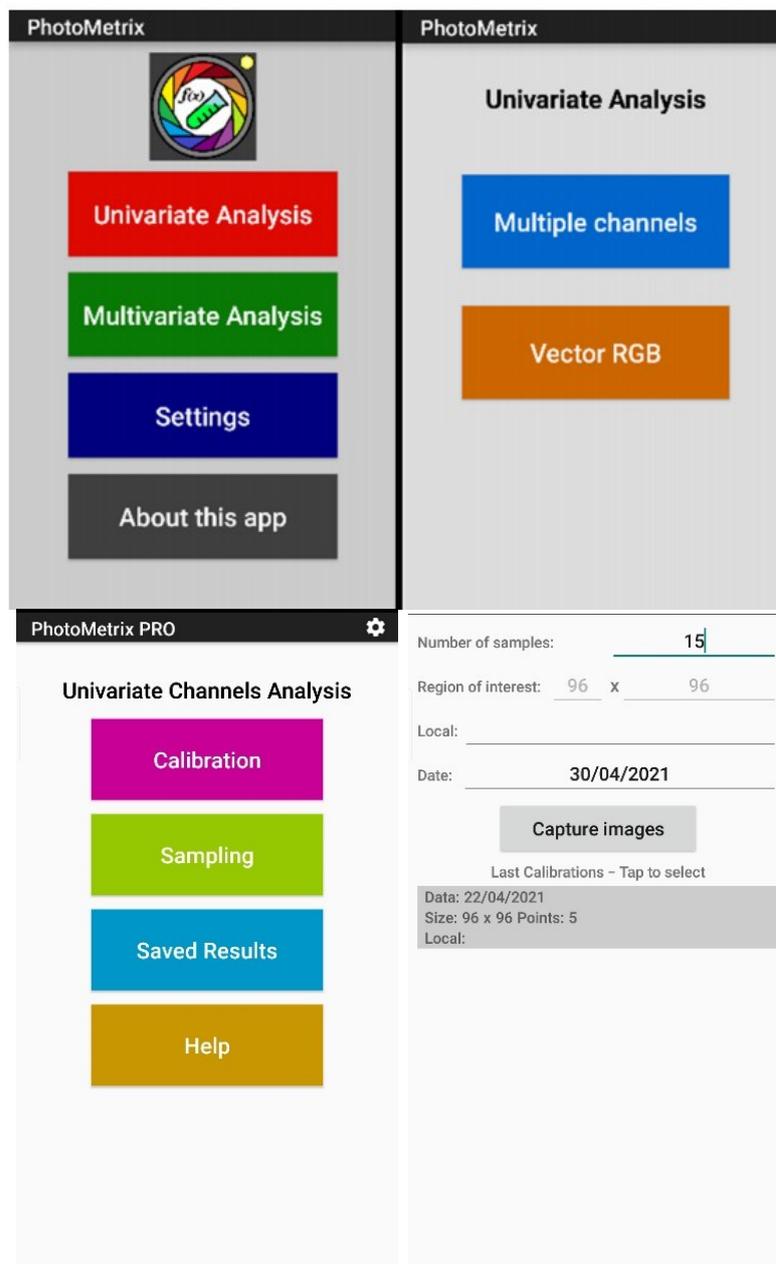


Figura 12 Passo a passo para Univariate Analysis.

Com as fotos tiradas o aplicativo vai automaticamente mostrar as regressões lineares dos canais de cores. Selecionando uma dessas curvas teremos acesso aos gráficos que relacionam a intensidade do sinal com a concentração informada. O aplicativo também já informa o valor de  $r$ , sendo o coeficiente de correlação entre os pontos e a curva. Lembre os estudantes que quanto mais próximo valor de  $r$  de 1 melhor é considerado a regressão linear, no ponto de vista de precisão.

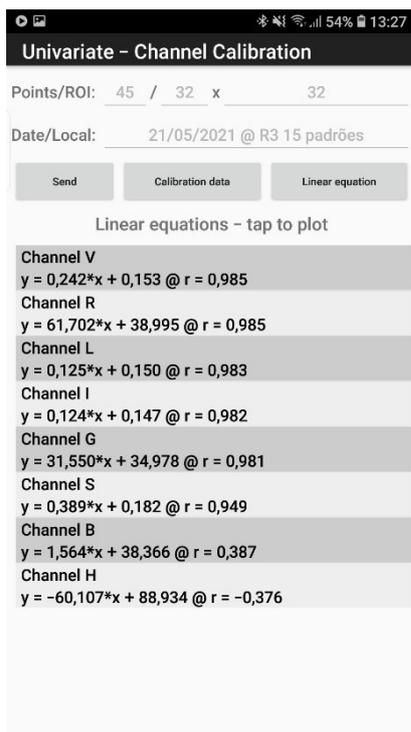


Figura 13 Exemplo de curvas para os canais de cores. – O autor.

Também é ideal preparar amostras de concentração desconhecida aos alunos para que eles façam a análise e utilizando a função *Sampling*, botão verde dentro de *Univariate Analysis*. Da mesma forma o estudante vai selecionar o número de amostras diferentes e tirar as fotográficas com o aplicativo. Então ele vai poder selecionar a curva de calibração salva anteriormente, por isso o processo de salvar com o apropriado nome é importante. O aplicativo vai utilizar o valor do sinal das amostras na curva e calcular automaticamente a concentração da solução, ou soluções, desconhecida, podendo também fazer o gráfico com os pontos.

Aqui estão alguns exemplos de como ficam diferentes reagentes:

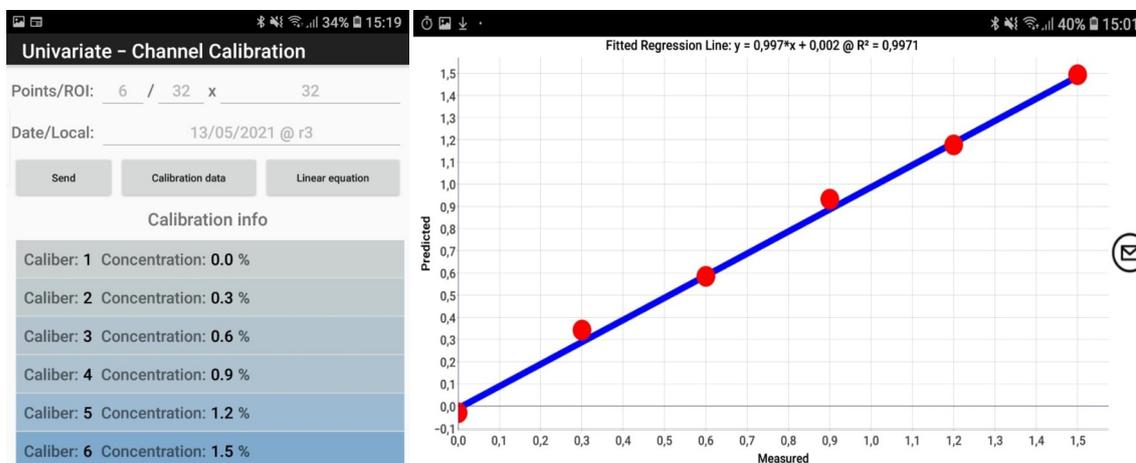


Figura 14 Exemplo de curva de calibração - O autor.

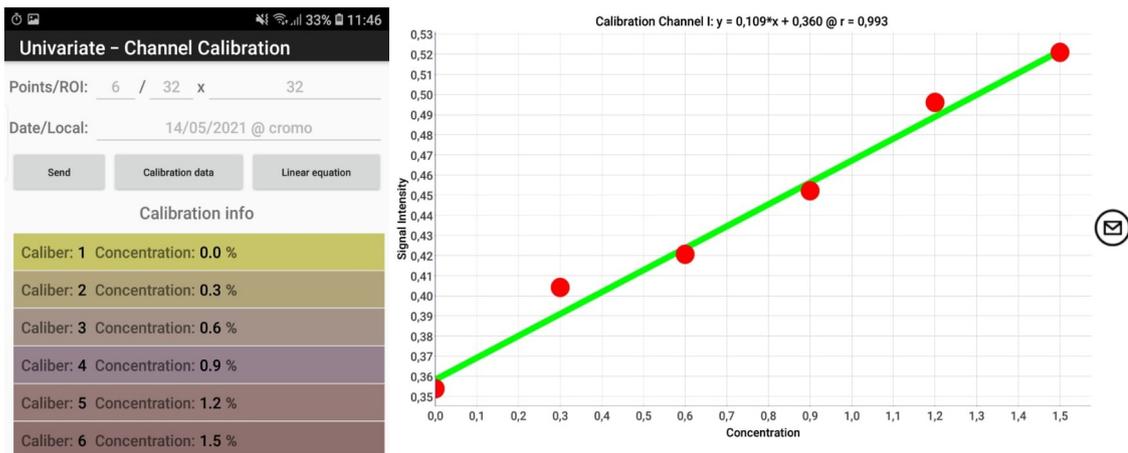


Figura 15 Exemplo de curva de calibração - O autor.

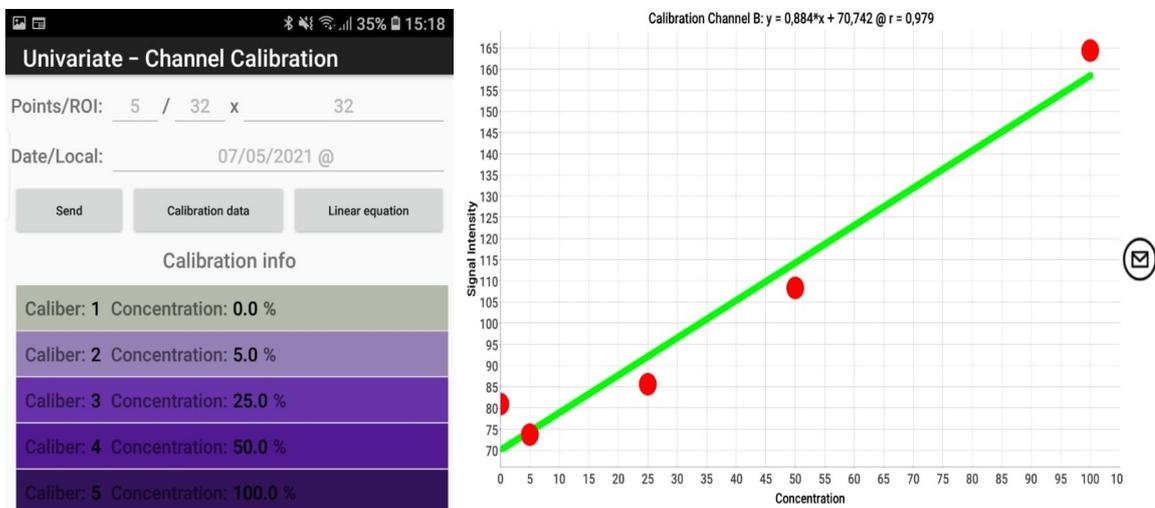


Figura 16 Exemplo de curva de calibração - O autor..

O programa sempre vai considerar a consideração em porcentagem, mas podemos utilizar qualquer tipo de unidade de medida linear (mol/L, g/L, g/g, V/V, ppm e etc).

## 4 RESULTADOS

De acordo com os requisitos e a metodologia estabelecida, foram desenvolvidos sete roteiros experimentais abordando diversos temas para aulas de Química a partir do uso do aplicativo *PhotoMetrix*. Os experimentos selecionados são apresentados na Tabela 3 e os roteiros completos encontram-se nos Apêndices.

Tabela 3 Roteiros experimentais desenvolvidos para utilização do aplicativo *PhotoMetrix*

<b>Título</b>	<b>Apêndice</b>
<b>Identificação de Formaldeído em Amostras de Água por Colorimetria</b>	Experimento 1
<b>Quantificação de metais em Amostras de Água por Colorimetria</b>	Experimento 2
<b>Expressando a concentração de soluções aquosas</b>	Experimento 3
<b>Reações de oxirredução</b>	Experimento 4
<b>Análise de pH com diversos indicadores</b>	Experimento 5
<b>Identificação de Grupos Metil Carbonílicos pela reação de Iodofórmio</b>	Experimento 6
<b>Identificação de Amido em amostras de Leite</b>	Experimento 7

O Estudo Piloto foi realizado com nove alunos matriculados na disciplina de Didática da Química. Os alunos estão entre sétimo e décimo semestre do curso de licenciatura em Química. Aplicado em 4 horas-aula, primeiramente, os sete roteiros foram apresentados aos professores em formação que tiveram a oportunidade de avaliar o material e, também realizar os experimentos propostos. Uma breve explicação sobre o aplicativo foi feita e, então os alunos receberam os roteiros, assim como os materiais para realizar os experimentos. Depois de concluído, cinco estudantes responderam ao questionário proposto para avaliar a atividade. Para preservar suas identidades, ao apresentar as respostas, utilizaremos o código L de licenciando seguido de um número atribuído aleatoriamente.

A primeira pergunta tinha como objetivo avaliar o aplicativo. A maioria dos respondentes ficou surpresa positivamente com o *PhotoMetrix*, reconhecendo seu potencial e utilidade, especialmente no ensino de química. Alguns destacaram a facilidade do aplicativo em identificar diferenças de concentração que não eram perceptíveis a olho nu, além de traduzir os resultados experimentais graficamente. Apesar de algumas dificuldades com a captação de imagens, a interface do aplicativo e incompatibilidade de sistemas operacionais

de smartphones Apple, a experiência foi positiva na identificação de tons e na análise dos experimentos. Destacamos algumas respostas:

“Fiquei muito surpresa! De início confesso que achei que não iria dar tão certo. Os experimentos que o meu grupo fez envolveu permanganato e olhando parecia não existir diferença de concentração, construção o aplicativo conseguiu identificar muito bem os tons que o olho não conseguiu!!” (L1)

“[...] Ele apresentou algumas falhas no modelo de celular IOS o que foi um ponto negativo, porém conseguimos utilizar o celular Android de um colega, onde foi possível obter os resultados.” (L3)

“O aplicativo foi um pouco complicado de ser utilizar, a interface não é muito intuitiva e o espelhamento da câmera não é muito bom, tanto que dependendo da foto o resultado é diferente.” (L5)

Na segunda questão, perguntamos se o aplicativo poderia ser considerado uma ferramenta para aulas de Química. A maioria dos respondentes considerou o *PhotoMetrix* uma boa ferramenta para as aulas, visto que pode contribuir tanto em aspectos didáticos quanto no dinamismo e acessibilidade no ensino da química. No que se refere aos aspectos educacionais, destaca-se o potencial para trabalhar conceitos químicos específicos, como curva de calibração e identificação de concentração de amostras desconhecidas. Além disso, foi destacada a contribuição para a construção de gráficos em experimentos de colorimetria, auxiliando na compreensão do experimento e no conteúdo procedimental. Destacamos algumas respostas:

“[...] É uma ótima ferramenta, não somente para trabalhar conceitos químicos direcionados, mas também aspectos mais gerais como curva calibração, como identificar uma concentração de amostra desconhecida” (L1)

“[...] Ele pode auxiliar na construção dos gráficos relacionados aos experimentos de colorimetria e esses gráficos podem auxiliar os alunos a entenderem o que está acontecendo no experimento. Além de auxiliar no conteúdo procedimental.” (L3)

Outro ponto bastante enfatizado foi que o aplicativo é acessível para qualquer aluno, tornando viável a realização de experimentos em sala de aula. Ainda pode-se destacar o fato do aplicativo ser dinâmico e interativo, aproximando a ciência dos alunos de uma maneira distinta e envolvente. Conforme as falas dos estudantes:

“Como é uma ferramenta que qualquer aluno pode ter acesso, torna algo muito viável para realizar experimentos em sala de aula, além de ser bem dinâmico”. (L2)

“[...] além de ser uma maneira distinta de mostrar os resultados ao mesmo tempo que aproxima a ciência ao aluno.” (L4)

Apesar de reconhecer o potencial do aplicativo, considerando o contexto atual do ensino no país, L5 destaca que existem outras formas possivelmente melhores de ensinar química. Nas suas palavras:

“É uma ferramenta que tem potencial para o ensino de química, entretanto, esse potencial não é tão acessível e no momento atual do ensino em nosso país eu creio que existem formas melhores para o ensino de química.” (L5)

A terceira pergunta se refere a avaliação dos roteiros, quanto a elaboração e adequação dos experimentos para aulas de Química. De maneira geral, os roteiros experimentais foram considerados bons, diretos e didáticos pela maioria dos respondentes, além de bem elaborados, descritivos e precisos no contexto acadêmico. Também foram feitas sugestões para melhoria como incluir mais explicações e dicas sobre como tirar as fotos corretamente e adicionar etapas em formato de fluxograma para ajudar no passo a passo, como destacamos nas repostas:

“Os roteiros ficaram muito bons! Eu acharia válido colocar mais explicações e dicas de como tirar as fotos e talvez etapas de fluxograma para ajudar no passo a passo.” (L1)

“Com algumas mudanças os roteiros podem atingir ainda mais a realidade do aluno, mas no viés acadêmico eles foram bem precisos.” (L2)

“Eu gostei dos roteiros, achei eles diretos e didáticos também, talvez a parte do *PhotoMetrix* poderia vir com maiores instruções, mas de resto achei bem explicado, contendo conteúdo correspondentes a aulas de ensino médio.” (L4)

A seguir, apresentamos os gráficos elaborados pelos licenciandos no estudo piloto utilizando o aplicativo *PhotoMetrixm*, onde os pontos vermelhos são os pontos da curva de calibração, e o ponto azul a análise de uma amostra desconhecida para eles:

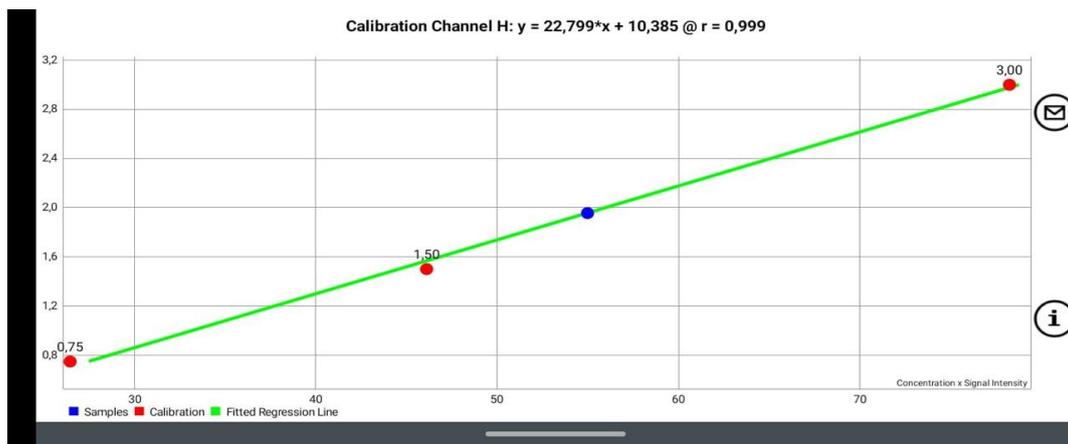


Figura 17 Gráfico referente ao experimento “Identificação de amido em amostras de leite”

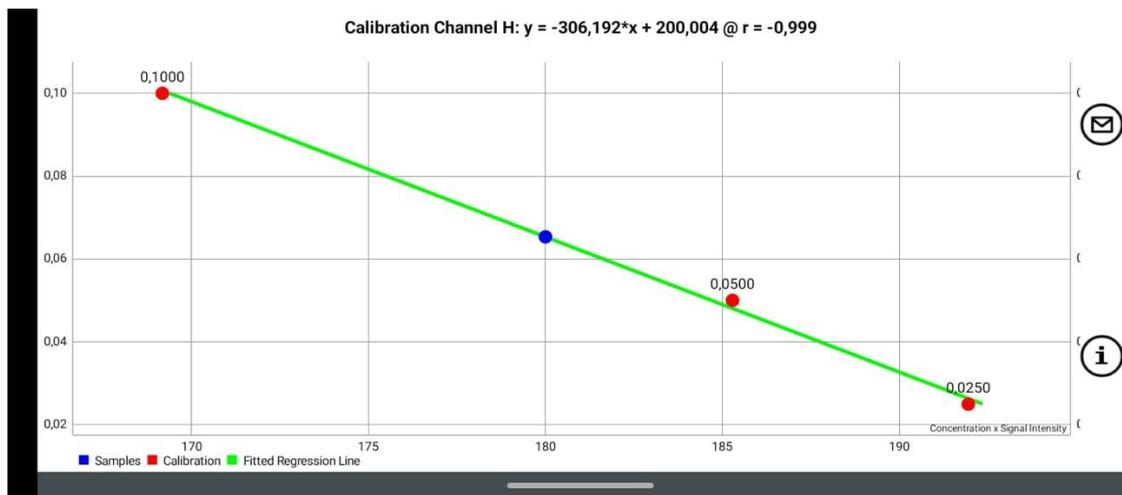


Figura 18 Gráfico referente ao experimento “Quantificação de metais em amostras de água por colorimetria”

De maneira geral, o estudo piloto foi importante para validar os roteiros elaborados e permitiu a correção de alguns pontos, tanto no aspecto da escrita do texto para dar mais clareza ao leitor quanto de ajustes nas concentrações e na quantidade de reagentes nos experimentos propostos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, este estudo destaca a relevância da experimentação no ensino de Química, enfatizando as suas vantagens em consolidar conhecimentos, despertar interesse e contribuir para a formação cidadã. No contexto da experimentação, a colorimetria se destaca como uma técnica acessível e prática, proporcionando aos estudantes uma conexão teoria-prática, estimulando a compreensão de conceitos químicos fundamentais.

Essa abordagem pode ser facilmente relacionada ao uso de aplicativos de *smartphone*, pois muitos dispositivos móveis possuem câmeras capazes de capturar e analisar cores. Dessa forma, um aplicativo específico de colorimetria pode ser empregado para permitir que os estudantes realizassem experimentos relacionados à cor de soluções químicas, proporcionando uma experiência que estimula a compreensão de conceitos fundamentais de forma interativa. Essa integração de tecnologia móvel no processo educacional destaca-se como uma estratégia moderna para tornar o ensino de Química mais envolvente e alinhado com as demandas contemporâneas.

A introdução das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs) no ambiente educacional é reconhecida como um avanço significativo, possibilitando melhorias no processo de ensino-aprendizagem, aprimorando competências e fomentando a inovação pedagógica. Contudo, a utilização responsável e ética dessas ferramentas se apresenta como um desafio a ser enfrentado.

A proposta de utilizar smartphones como instrumentos científicos mostra-se como uma abordagem inovadora, destacando os benefícios, como o baixo custo, fácil acesso e versatilidade. Entretanto, é essencial considerar os desafios inerentes, como a precisão dos sensores, confiabilidade dos dados e a necessidade de formação docente adequada para integrar eficazmente essas tecnologias ao ambiente educacional.

Nesse contexto, a metodologia proposta para a elaboração de roteiros de experimentos utilizando *smartphones* visa otimizar a eficiência dessas atividades, tornando-as mais atrativas e alinhadas com as expectativas dos estudantes do ensino médio. Dessa forma, espera-se que esta proposta possa contribuir positivamente para a promoção de um ensino de Química mais dinâmico.

O Estudo Piloto, realizado com nove alunos de licenciatura em Química, evidenciou a potencialidade do aplicativo *PhotoMetrix* para o ensino de química, especialmente na identificação de concentrações e na construção de gráficos experimentais, em que de forma

geral a avaliação foi positiva tanto sobre o aplicativo quanto aos roteiros, reconhecendo seu potencial e utilidade, especialmente no ensino de química, destacando a facilidade e a precisão dos testes. A maioria dos participantes teve uma experiência positiva com o aplicativo, destacando sua utilidade e acessibilidade, embora apontem dificuldades na interface e compatibilidade com dispositivos iOS. Além disso, os roteiros experimentais foram bem avaliados, sendo considerados didáticos e precisos, mas com sugestões de melhorias, como mais orientações para tirar fotos e a inclusão de fluxogramas para guiar o processo. No geral, o *PhotoMetrix* e os roteiros foram vistos como ferramentas promissoras para o ensino de química, mas há espaço para refinamentos. Nossa contribuição, portanto, é a disponibilização dos roteiros para a comunidade docente, de modo a possibilitar tanto a realização de atividades experimentais quanto inserir as TDICs no âmbito escolar.

## 6 REFERÊNCIAS

- MACHADO, P. F. L.; MÓL, G. S. Experimentando química com segurança. *Química Nova na Escola*, n. 27, p. 57-60, 2008.
- OLIVEIRA, C. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. *Acta Scientiae*, v. 12, n. 1, p. 139-153, jan./jun. 2010.
- AFFONSO, D. O componente laboratorial e a avaliação das aprendizagens. São Paulo, 2000.
- AMARAL, L. Trabalhos práticos de química. São Paulo, 1996.
- ANDRADE, L.; LIMA, L.; VIANA, V. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 23, n. 2, p. 433-448, 2017.
- SANTOS. Experimentação no ensino de química: reflexões a partir dos artigos publicados na seção “Experimentação no Ensino de Química” da revista *Química Nova na Escola* no período de 2014-2018. 2019. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Serra Talhada, 2019.
- DE SOUZA, Raphael André. As novas tecnologias na educação: contribuições para o processo ensino-aprendizagem. 2020. Monografia (Especialização em Tecnologias, Comunicação e Técnicas de Ensino) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2020.
- ROBERTO, R.; FERREIRA, F. Uma revisão bibliográfica sobre a importância das tecnologias da informação e comunicação (TDICs) para a prática pedagógica em sala de aula. *Caderno de Educação*, Bebedouro: UNIFAFIBE - Centro Universitário Unifafibe, n. 31, p. 1-15, 2017.
- SILVA, P.; SÉ, M.; LIMA, A.; BORIM, C.; OLIVEIRA, P.; PADILHA, T. Metodologias ativas e tecnologias digitais na educação médica: novos desafios em tempos de pandemia. *Revista Brasileira de Educação Médica*, v. 46, n. 2, p. 1-10, 2022.

SIQUEIRA, R. M. Currículo e políticas curriculares para o ensino médio e para a disciplina química no Brasil: uma análise na perspectiva histórico-crítica. 2019. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia / Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2019.

BRASIL. Lei nº 9.394/96 - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB). Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 1996.

FEITOSA-SANTANA, C.; OIWA, N.; COSTA, D.; TIEDEMANN, M. Espaço de cores. *Psicologia USP*, v. 17, n. 4, p. 11-33, 2006.

MODELSKI, F.; GIRAFFA, C.; CASARTELLI, M. Tecnologias digitais, formação docente e práticas pedagógicas. *Educação & Pesquisa*, v. 45, p. 1-18, 2019.

BENTO, S.; CAVALCANTE, R. Tecnologias móveis em educação: o uso do celular na sala de aula. *ECCOM*, v. 4, n. 7, p. 1-14, 2013.

COSTA, C. Mobile Learning: explorando potencialidades com o uso do celular no ensino aprendizagem de língua inglesa como língua estrangeira com estudantes da escola pública. 2013. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

NAGUMO, Estevon; TELES, Lucio França. O uso do celular por estudantes na escola: motivos e desdobramentos. *Estudos • Rev. Bras. Estud. Pedagog.*, v. 97, n. 246, p. 143-165, maio-ago. 2016.

CONFESSOR. Novas tecnologias: desafios e perspectivas na educação. Clube dos autores, Brasil, 2011.

LIMA. O uso de celular como recurso didático. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PIMENTA, C.; LOPES, J. O uso do celular em sala de aula como ferramenta pedagógica: benefícios e desafios. *Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, v. 3, n. 1, p. 52-66, 2017.

LOURENÇO, J.; PAULA, F.; SE, M.; TOCI, J.; PADILHA, R.; SILVA, G.; BOROSKI, F. Determinação do teor de ferro utilizando o aplicativo PhotoMetrix PRO®: a tecnologia a favor do ensino de química. *Revista Virtual de Química*, v. 13, n. 1, p. 192-206, 2021.

SOUZA, J.; NASCIMENTO, A.; KLEIN, P.; SANTOS, T.; BOSS, M. Uso do aplicativo PhotoMetrix® para determinação de fosfato em fertilizantes: um recurso didático para o ensino de química analítica. *Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica*, v. 9, n. 2, p. 1-16, 2019.

SILVA, F.; BOROSKI, R.; PADILHA, T.; TOCI, J.; PAULA, F.; LOURENÇO, J. Avaliação do uso do PhotoMetrix como ferramenta de detecção em medida de nitrito em amostras de carne. *Anais do Encontro Nacional sobre Ensino de Ciências e Educação Matemática (ENECIEM)*, v. 1, p. 1-10, 2019.

SILVA, J.; BOROSKI, R.; PADILHA, T.; TOCI, J.; PAULA, F.; LOURENÇO, J. Uso do aplicativo PhotoMetrix no monitoramento da concentração de flúor em águas subterrâneas. *Anais do Encontro Nacional sobre Ensino de Ciências e Educação Matemática (ENECIEM)*, v. 1, p. 1-10, 2019.

SOUZA, Darlianna Mello et al. Uso do aplicativo PhotoMetrix® para determinação de fosfato em fertilizantes: um recurso didático para o ensino de química analítica. *Revista Educacional Interdisciplinar – REDIN*, v. 8, n. 1, 2019.

FERREIRA, Júlio César Alves. Proposta de aula contextualizada: determinação colorimétrica de Fe<sup>2+</sup> em fármacos empregando um smartphone como instrumento analítico. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019.

ROSAR, Leandro. Emprego de dispositivo portátil no ensino de química: determinação de cloro residual livre em água potável. 2020. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2020.

MORI, Lorraine; CUNHA, Márcia Borin da. *Química nova na escola*, v. 42, n. 2, p. 176-185, maio 2020.

ZARBIN, A. J. G.; RAMPON, D. S.; MATSUMOTO, F. M.; KRIEGER, N.; NAKAGAKI, S.; SIMÕES, T. R. G. Manual de instruções e roteiros dos experimentos: Química Geral Experimental. Curitiba: UFPR, 2019.

PRAÇA, F. S. G. *Revista Eletrônica Diálogos Acadêmicos*, v. 8, n. 1, p. 72-87, jan.-jul. 2015.

EDUCADOR DO FUTURO. *Moodle vs Google Classroom*. Disponível em: <https://educadordofuturo.com.br/google-education/moodle-vs-google-classroom/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

DOQ-CGCRE-008. Orientação sobre validação de métodos analíticos. Coordenação Geral de Acreditação - INMETRO / Dicla.

AOAC INTERNATIONAL. AOAC Appendix F Guidelines for Standard Method Performance Requirements. 2016.

PLÁCIDO, Katharina Monteiro. Avaliação do uso de imagens digitais obtidas por smartphones para determinação de amônia total em águas. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

NETO, Gerson F. S.; FONSECA, Alexandre; BRAGA, Jez W. B. Classificação de águas minerais baseada em imagens digitais obtidas por smartphones. *Química Nova*, v. 39, n. 7, p. 876-881, 2016.

OLIVEIRA, Pâmela Anália Costa. Medidas colorimétricas com smartphones para identificação de amostras de cocaína e quantificação de alguns adulterantes. 2017. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

COSTA, Adilson B. da; HELFER, Gilson A.; BARBOSA, Jorge L. V.; TEIXEIRA, Iberê D. Chem. PhotoMetrix UVC: a new smartphone-based device for digital image colorimetric analysis using PLS regression. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, v. 32, n. 3, p. 675-683, 2021.

ONISHI, Patrícia K.; KUNKEL, Maria E.; ZORZAL, Ezequiel R. Revisão sistemática dos métodos computacionais para avaliação e comparação de cores. *Instituto de Ciência e Tecnologia – Universidade Federal de São Paulo*, São José dos Campos, 2019.

CURADO, Maria Alice Santos; TELES, Júlia; MARÔCO, João. Análise de variáveis não diretamente observáveis: influência na tomada de decisão durante o processo de investigação. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, 2013.

AUGUSTO, F.; ANDRADE, João Carlos de; CUSTODIO, Rogério. Faixa linear de uma curva de calibração. *Revista Chemkeys*, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, 2000.

CUSTODIO, R.; DE ANDRADE, J. C.; AUGUSTO, F. O ajuste de curvas de calibração aos dados experimentais. *Química Nova*, v. 20, p. 219-225, 1997.

## 7 APÊNDICES

### EXPERIMENTO 1: IDENTIFICAÇÃO DE FORMALDEÍDO EM AMOSTRAS DE ÁGUA POR COLORIMETRIA

#### Objetivos:

- Realizar a reação com o reagente indicador de Schiff.
- Utilizar o aplicativo PhotoMetrix para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para identificar a presença de formaldeído.

#### Introdução

As funções orgânicas são grupos de compostos orgânicos que têm comportamento químico similar, devido ao grupo funcional característico. O grupo funcional é uma sequência específica de átomos que confere propriedades e nomenclaturas particulares aos compostos orgânicos. As funções orgânicas podem ser divididas em hidrocarbonetos, funções oxigenadas, funções nitrogenadas, funções halogenadas e outras funções menores. Cada função orgânica tem uma fórmula geral, um sufixo e um prefixo que indicam a sua estrutura e o número de átomos de carbono na cadeia carbônica.

Os aldeídos são uma classe de compostos orgânicos que possuem o grupo funcional -CHO, chamado de aldoxila ou formila, ligado a um átomo de hidrogênio e a uma cadeia carbônica ou outro hidrogênio. Os aldeídos são muito reativos, polares e inflamáveis, e apresentam aromas que variam de irritantes a agradáveis, dependendo do tamanho da cadeia carbônica. Os aldeídos são usados na indústria de perfumes, na síntese de polímeros, na fabricação de produtos químicos e como conservantes. O aldeído mais simples e mais importante é o metanal, também conhecido como formaldeído, que tem a fórmula  $\text{CH}_2\text{O}$  e é usado como desinfetante e fixador de tecidos biológicos. A nomenclatura dos aldeídos segue as regras da IUPAC, que consistem em usar o prefixo indicativo do número de carbonos na cadeia principal, seguido do sufixo -al. Por exemplo, o aldeído com três carbonos na cadeia principal é chamado de propanal.

Para identificar o aldeído em uma amostra, podemos usar alguns reagentes indicadores, como por exemplo o reagente de Schiff, floroglucina ou ácido cronotrópicos. Se a amostra contiver uma cetona, o reagente indicador não irá reagir e permanecerá incolor.

Esse teste é útil para distinguir aldeídos e cetonas em uma solução, pois os aldeídos são mais reativos do que as cetonas devido à presença de um átomo de hidrogênio ligado ao carbono da carbonila.

O aplicativo PhotoMetrix é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo PhotoMetrix é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

### **Parte experimental**

#### **Materiais:**

- Pipeta de 1 mL.
- Tubos de ensaio.
- Amostras padrões de formaldeído em água (25 ppm, 50 ppm, 100 ppm).
- Uma amostra desconhecida.
- Reagente indicador de Schiff.

#### **Procedimento:**

• Faça a análise de três amostras padrões preparadas com concentrações de 25, 50 e 100 ppm de formaldeído em água.

- Identifique os tubos de ensaio de acordo com as concentrações.

Reação com o Indicador de Schiff:

- Adicione 1 mL de cada amostra padrão nos respectivos tubos de ensaio.
- Adicione 1 mL do reagente indicador de Schiff.
- Agite os tubos e espere a reação agir por 10 minutos.
- Utilize o aplicativo PhotoMetrix para capturar imagens das amostras na função

Univariate e plote seu gráfico.

- Importante: Garanta uma iluminação constante durante as capturas.

Controle negativo:

- Caso esteja testando a especificidade do método, ao usar uma amostra que não contenha formaldeído (controle negativo), não deve ocorrer a formação de cor após a adição do reagente indicador.

Agora utilize a curva criada e utilize-a para identificar a concentração da sua amostra desconhecida, realizando o experimento da mesma forma que com as amostras anteriores.

### **Resultados**

A reação entre o formaldeído (aldeído) presente nas amostras e o reagente indicador de Schiff resultará na formação de um complexo corado. A cor formada pode variar, geralmente apresentando uma cor rosada ou violeta.

#### **Análise visual:**

A presença de cor nas amostras após a adição do reagente indicador de Schiff indica a presença de aldeído, especificamente formaldeído, nas concentrações testadas.

A intensidade da cor formada pode estar relacionada à concentração de formaldeído nas amostras. Concentrações mais altas podem resultar em uma cor mais intensa.

#### **Comparação entre amostras:**

Ao comparar as amostras de diferentes concentrações, espera-se observar uma variação na intensidade da cor. A amostra com maior concentração de formaldeído deverá apresentar uma cor mais intensa do que as amostras com concentrações menores.

#### **Utilização do PhotoMetrix:**

A análise no PhotoMetrix permitirá quantificar a intensidade da cor e correlacioná-la com as concentrações conhecidas das amostras.

Compare com seus colegas os resultados e veja como seus resultados diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1. Qual é a função orgânica presente na substância utilizada no experimento?**

- A) Hidroxila
- B) Cetona
- C) Aldeído

D) Éster

**2. Quais são as propriedades típicas dos aldeídos em termos de reatividade, polaridade e inflamabilidade?**

A) Baixa reatividade, baixa polaridade, alta inflamabilidade

B) Alta reatividade, alta polaridade, baixa inflamabilidade

C) Baixa reatividade, alta polaridade, baixa inflamabilidade

D) Alta reatividade, baixa polaridade, alta inflamabilidade

**3. Como se dá a nomenclatura dos aldeídos?**

A) aldeídos devem possuir o sufixo -oico

B) aldeídos devem possuir o sufixo -ato

C) aldeídos devem possuir o sufixo -ol

D) aldeídos devem possuir o sufixo -al

**4. Por que os aldeídos são mais reativos do que as cetonas em reações de adição?**

A) Maior estabilidade

B) Menor polaridade

C) Falta de grupos funcionais

D) Ausência de hidrogênios alfa

**5. Como o reagente indicador de Schiff pode ser utilizado para diferenciar entre aldeídos e cetonas?**

A) Formação de precipitado

B) Mudança de cor

C) Liberação de gás

D) Variação de temperatura

**6. Quais são as aplicações industriais do formaldeído?**

A) Combustível

B) Plásticos e resinas

C) Medicamentos

D) Corantes alimentares

**7. Qual a importância da iluminação constante durante a captura de imagens no experimento proposto.**

A) Evitar superexposição

- B) Garantir uniformidade nas imagens
- C) Reduzir a temperatura
- D) Melhorar a resolução

**8. Como a maior concentração de formaldeído nas amostras pode influenciar a intensidade da cor formada após a adição do reagente de Schiff?**

- A) Aumenta a intensidade
- B) Diminui a intensidade
- C) Não afeta a intensidade
- D) Causa turbidez

**9. Quais são as implicações práticas da identificação de formaldeído em amostras de água?**

- A) Risco de incêndio
- B) Contaminação por metais pesados.
- C) Possíveis problemas de saúde
- D) Turbidez da água.

**10. Como o PhotoMetrix pode ser utilizado para quantificar a intensidade da cor nas imagens capturadas?**

- A) Análise de espectro
- B) Contagem de pixels
- C) Medição de temperatura
- D) Avaliação do odor

### **Conclusão**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

### **Referências**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

<https://www.infoescola.com/quimica/funcoes-organicas/> ; acessado em 17/10/2023  
<https://www.scielo.br/j/qn/a/TTnc4rgHZtBBhJm8RGkw74v/> ; acessado em 17/10/2023.

**Respostas: Identificação de Formaldeído em Amostras de Água por Colorimetria**

1. C
2. D
3. B
4. D
5. B
6. B
7. B
8. A
9. C
10. B

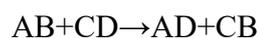
## EXPERIMENTO 2: QUANTIFICAÇÃO DE METAIS EM AMOSTRAS DE ÁGUA POR COLORIMETRIA

- Objetivos
- Realizar a reação com o precipitante nitrato de prata e indicador de cromato de sódio.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para quantificar a presença de sal nas amostras.
- Introdução

As reações inorgânicas compreendem um amplo campo de transformações químicas que envolvem compostos sem o grupo funcional característico dos compostos orgânicos. Existem diversos tipos de reações inorgânicas, como reações de precipitação, ácido-base, oxirredução e complexação.

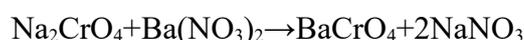
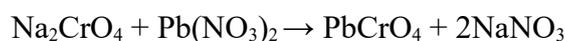
Para a quantificação de sal em amostras de água, utilizaremos o indicador de cromato de sódio, que reage com íons de metal, formando precipitados coloridos. A coloração obtida será analisada por meio do aplicativo *PhotoMetrix*.

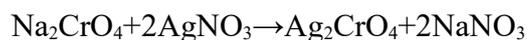
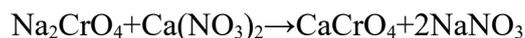
As reações de precipitação são aquelas em que ocorre a formação de um sólido insolúvel (precipitado) a partir da mistura de duas soluções aquosas de sais. Essas reações podem ser representadas por uma equação geral do tipo:



Onde AB e CD são os sais solúveis e AD e CB são os produtos, sendo que um deles é o precipitado.

O cromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{CrO}_4$ ) é um sal amarelo que reage com íons metálicos como o chumbo ( $\text{Pb}^{2+}$ ), o bário ( $\text{Ba}^{2+}$ ), o cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o prata ( $\text{Ag}^+$ ), formando precipitados de cores diferentes, como o cromato de chumbo ( $\text{PbCrO}_4$ ) de cor laranja, o cromato de bário ( $\text{BaCrO}_4$ ) de cor amarela, o cromato de cálcio ( $\text{CaCrO}_4$ ) de cor amarela e o cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ) de cor vermelha. Essas reações podem ser usadas para identificar a presença desses metais em uma amostra de água, conforme as equações abaixo:





O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo *PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

- Parte experimental.

Materiais:

- Pipeta de 5 mL.
- Pipeta de 1mL.
- Tubos de ensaio.
- Amostras padrão de água e com **NaCl** dissolvido nas concentrações de 0,025%, 0,05% e 0,10% m/v.
- Precipitante: solução de nitrato de prata com concentração entre 0,100 mol/L.
- Indicador de cromato de potássio 5% (m/v).
- Amostra desconhecida.

### **Procedimento**

- Em três tubos de ensaio colocar 10 mL de cada uma das amostras padrões de cloreto de sódio preparadas com concentrações de 0,025%, 0,05% e 0,10% m/v.
- Adicionar 4,5 mL de solução de nitrato de prata.
- Adicionar 0,5 mL de solução de cromato de potássio. Observar a coloração da solução resultante e presença de precipitado.
- Captura de Imagens:
- Utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função Univariate e plote seu gráfico.
- Importante: Garanta uma iluminação constante durante as capturas.

Controle negativo:

- Caso esteja testando a especificidade do método, ao usar uma amostra que não contenha NaCl (controle negativo), a cor deve ser marrom.

Agora utilize a curva criada e utilize-a para identificar a concentração da sua amostra desconhecida, realizando o procedimento da mesma forma que com as amostras padrões anteriores.

## **Resultados**

Existem três reações acontecendo no experimento, a primeira entre o nitrato de prata e o cloreto de sódio, a segunda entre o cromato de potássio e o cloreto de sódio ao mesmo tempo que a reação do cromato de potássio com o nitrato de prata. Escreva cada uma delas.

Ao comparar as amostras de diferentes concentrações, espera-se observar uma variação na intensidade da cor. A amostra com maior concentração de NaCl deverá apresentar maior tom amarelado.

Utilização do *PhotoMetrix*:

A análise no *PhotoMetrix* permitirá quantificar a intensidade da cor e correlacioná-la com as concentrações conhecidas das amostras.

Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1 Qual é a importância das reações inorgânicas na análise de amostras de água?**

- A) Irrelevante
- B) Fundamental para identificar e quantificar íons metálicos
- C) Utilizada apenas em ambientes laboratoriais
- D) Aplicável somente em amostras específicas

**2 Como as reações de precipitação são utilizadas para detectar a presença de íons metálicos?**

- A) Não são aplicáveis em detecção
- B) Formam precipitados insolúveis
- C) Produzem gases
- D) Tornam a solução transparente

**3 Qual é o papel do indicador de cromato de sódio no experimento de quantificação de sal?**

- A) Não desempenha função relevante
- B) Gera precipitados coloridos
- C) Indica a acidez da solução
- D) Inibe a formação de cor

**4 Por que é utilizado o nitrato de prata como precipitante na reação?**

- A) Não é utilizado como precipitante
- B) Forma precipitados coloridos com íons de cloreto
- C) Gera soluções transparentes
- D) Induz a formação de gases

**5 Como a lei de Beer-Lambert é aplicada na quantificação da concentração de sal?**

- A) Não está relacionada à quantificação
- B) Relaciona a absorvância com a concentração
- C) Mede a temperatura da solução
- D) Avalia a viscosidade da amostra

**6 Qual é a importância do controle negativo no experimento?**

- A) Não tem relevância
- B) Garante a especificidade do método
- C) Aumenta a concentração de sal
- D) Diminui a intensidade da cor

**7 Explique como a coloração resultante na reação entre o indicador de cromato de sódio e o nitrato de prata é interpretada.**

- A) A coloração não é relevante
- B) Indica a presença de íons sulfato
- C) Sugere a presença de cloreto e sua intensidade está relacionada à concentração de

NaCl

D) Não há relação entre a coloração e o tipo de íon presente

**8 Como as amostras com diferentes concentrações de sal podem ser comparadas visualmente?**

A) Não é possível a comparação visual

B) Pela variação na intensidade da cor

C) Através da turbidez da solução

D) Pela mudança na temperatura da amostra

**9 Por que é crucial garantir uma iluminação constante durante as capturas de imagem?**

A) Não impacta na análise

B) Evita variações na percepção da cor

C) Aumenta a absorvância da luz

D) Diminui a sensibilidade do *PhotoMetrix*

**10 Como o *PhotoMetrix* pode ser uma ferramenta eficiente para análises colorimétricas em campo ou em laboratório?**

A) Não é eficiente para análises em campo

B) Não quantifica a intensidade da cor

C) Captura imagens e quantifica a intensidade da cor, utilizando a lei de Beer-Lambert

D) Requer equipamento adicional para funcionar em laboratório

### **Conclusão.**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

### **Referências.**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

<https://www.infoescola.com/quimica/funcoes-organicas/> ; acessado em 17/10/2023

Melo; Soares; Gonçalves e Nogueira; Preparação de nanopartículas de prata e ouro: um método simples para a introdução da nanociência em laboratório de ensino; Educação • Quím. Nova 35 (9) • 2012

Respostas: QUALIFICAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE METAIS EM AMOSTRAS DE ÁGUA POR COLORIMETRIA

1. B
2. B
3. B
4. B
5. B
6. B
7. C
8. B
9. B
10. C

## EXPERIMENTO 3: EXPRESSANDO A CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES AQUOSAS

### Objetivos

- Compreender os conceitos de concentração em soluções aquosas.
- Realizar diluições sucessivas de uma solução de permanganato de potássio.
- Observar as mudanças de cor associadas à diluição.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para quantificar a concentração das amostras.

### Introdução

As soluções aquosas são amplamente utilizadas em química e têm suas concentrações expressas de diferentes maneiras, como porcentagem em massa por volume (% m/V). A diluição de soluções envolve a adição de solvente para diminuir a concentração do soluto, mantendo a quantidade total de soluto constante.

O permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) é um sal violeta intenso que serve como um indicador visual em soluções aquosas, mudando de cor conforme a concentração diminui.

O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo *PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

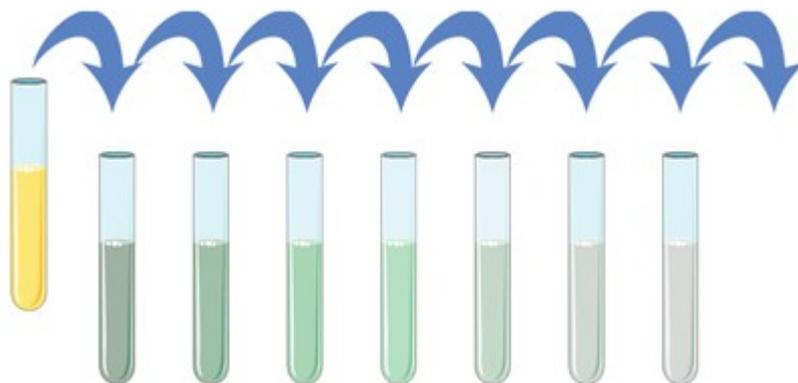
### Parte experimental

#### Materiais

- Permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) solução 1% m/V.
- Béqueres ou recipientes apropriados como balão volumétrico.
- Pipetas de diferentes volumes (1 mL, 5 mL).
- Água destilada.

### Parte Experimental

- Identifique os béqueres de 1 a 6.
- Coloque 50 mL da solução de permanganato de potássio 1% m/V no béquer 1.
- Nos béqueres subsequentes, adicione 25 mL de água ao béquer 2, e 25 mL da solução do béquer 1. Depois de misturar adicionar 25 mL de água ao béquer 3 e 25 mL da solução do béquer 2. E assim por diante até ter a solução do béquer 6. Esse método se chama diluição seriada.



- Agite cada béquer para garantir uma mistura homogênea.
- Observe a mudança de cor após cada diluição.
- Calcule a concentração de permanganato em cada um dos béqueres, lembrando da relação entre concentração e volume  $C1.V1 = C2.V2$
- Utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função *Univariate* e plote seu gráfico.
- **Importante:** Garanta uma iluminação constante durante as capturas.

## Resultados

Quais as concentrações de permanganato de potássio em cada béquer?

Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1 O que é expresso em termos percentuais na concentração de soluções aquosas?**

- A) Volume do solvente
- B) Quantidade total de soluto
- C) Quantidade de soluto em gramas para cada 100 mL de solução
- D) Concentração molar

**2 Qual é o objetivo da diluição de soluções?**

- A) Aumentar a concentração do soluto
- B) Diminuir a quantidade total de soluto
- C) Aumentar a quantidade total de soluto
- D) Diminuir a concentração do soluto

**3 Qual é a cor do permanganato de potássio em soluções aquosas?**

- A) Azul
- B) Vermelho
- C) Violeta
- D) Verde

**4 O que acontece com a cor do permanganato de potássio à medida que a concentração diminui?**

- A) Torna-se mais intensa
- B) Não há alteração na cor
- C) Torna-se menos intensa
- D) Torna-se amarela

**5 Qual é a função do aplicativo *PhotoMetrix* no experimento?**

- A) Medir a temperatura das soluções
- B) Capturar imagens das amostras e calcular a concentração do soluto
- C) Determinar a viscosidade das soluções
- D) Analisar a acidez das soluções

**6 Como é realizada a diluição nos béqueres?**

- A) Adicionando mais soluto
- B) Adicionando mais água
- C) Removendo parte do solvente
- D) Aquecendo a solução

**7 O que representa o termo "ppm" na expressão da concentração?**

- A) Partes por milhão
- B) Porcentagem por milhão
- C) Peso por milhão
- D) Volume por milhão

**8 O que é necessário para calcular a concentração de permanganato em cada béquer?**

- A) Observar a mudança de cor
- B) Apenas agitar o béquer
- C) Medir o volume de água
- D) Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix*

**9 O que é importante garantir durante as capturas de imagem com o *PhotoMetrix*?**

- A) Mudanças na iluminação
- B) Variações de temperatura
- C) Iluminação constante
- D) Uso de diferentes filtros de cor

**10 Qual é a finalidade de adicionar água nos béqueres durante a diluição?**

- A) Diminuir a quantidade total de soluto
- B) Aumentar a concentração do soluto
- C) Manter constante o volume total de solução
- D) Evitar a mudança de cor

### **Conclusão.**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

### **Referências.**

- Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

• <https://www.todamateria.com.br/concentracao-de-solucoes/>; acessado em 12/10/2023

Respostas: Expressando a concentração de soluções aquosas.

1. C)
2. D)
3. C)
4. C)
5. B)
6. B)
7. A)
8. D)
9. C)
10. C)

## EXPERIMENTO 4: REAÇÕES DE OXIRREDUÇÃO

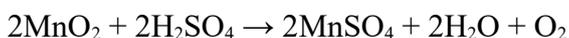
### Objetivos

- Investigar reações de oxirredução em soluções de álcool etílico com diferentes concentrações.
- Utilizar uma solução de permanganato de potássio com ácido fosfórico como agente oxidante.
- Observar as mudanças de cor associadas à ocorrência de reações redox.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para quantificar o teor alcoólico nas amostras.

### Introdução

As reações de oxirredução envolvem transferência de elétrons entre substâncias químicas. No contexto do experimento, exploraremos a oxidação do álcool metílico (metanol) com diferentes concentrações em solução aquosa, utilizando uma solução de permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) e ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

As reações apresentadas no experimento são:



O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo *PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

### Parte experimental

#### Materiais

- Soluções de álcool metílico em álcool etílico com concentrações de 50%, 25%, 12,5%, e 6,25% v/v.
- Uma solução alcoólica de concentração de metanol desconhecida.

- Solução de análise contendo 1% de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) e 15% v/v de ácido fosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).
- Ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 10% v/v.
- Béqueres ou recipientes apropriados.
- Pipetas graduadas até 5 mL.
- Tubos de ensaio.

### **Procedimento:**

Identifique os béqueres de 1 a 5 para representar as diferentes concentrações de álcool metílico.

Adicione 5 mL de cada solução de álcool metílico nos respectivos béqueres.

Adicione 1 mL de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 10% em cada béquer para acidificar as soluções.

Adicione 1 mL da solução de análise ( $\text{KMnO}_4$  e  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) em cada béquer, observando possíveis mudanças de cor.

Agite cada béquer para garantir uma mistura homogênea.

Registre visualmente as mudanças de cor após a adição da solução de análise e aguarde 5 minutos.

Utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função *Univariate* e plote seu gráfico.

**Importante:** Garanta uma iluminação constante durante as capturas.

### Resultados

Explique a diferença das cores do  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{MnO}_2$  e  $\text{MnSO}_4$  em solução aquosa, e também explica a diferença entre etanol e metanol. Tente explicar por que o permanganato reage de forma diferente com cada uma dessas substâncias.

Avalie as mudanças de cor após a reação, observando a intensidade da coloração.

Utilize o *PhotoMetrix* para quantificar a intensidade da cor e relacioná-la com as concentrações conhecidas. Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Respostas as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**01 Qual é a definição principal das reações de oxirredução apresentadas no texto?**

- A) Troca de íons entre soluções aquosas.
- B) Transferência de elétrons entre substâncias químicas.
- C) Mistura de ácidos e bases.
- D) Separação de compostos iônicos.

**02 O que o aplicativo *PhotoMetrix* mede nas soluções analisadas no experimento?**

- A) Temperatura das soluções.
- B) Absorbância da luz.
- C) pH das soluções.
- D) Concentração de íons.

**03 Qual é o agente oxidante utilizado no experimento?**

- A) Ácido fosfórico.
- B) Ácido sulfúrico.
- C) Peróxido de hidrogênio.
- D) Permanganato de potássio.

**04 O que é usado como agente redutor na oxidação do álcool etílico?**

- A) Água.
- B) Permanganato de potássio.
- C) Álcool etílico.
- D) Ácido fosfórico.

**05 Qual é o objetivo do ácido sulfúrico no procedimento experimental?**

- A) Oxidar o  $\text{MnO}_2$ .
- B) Reduzir o  $\text{MnO}_2$ .
- C) Aumentar a concentração de álcool etílico.
- D) Neutralizar o permanganato de potássio.

**06 O que a lei de Beer-Lambert relaciona na análise colorimétrica?**

- A) Temperatura e pressão.
- B) Absorbância da luz e concentração.
- C) Volume e massa das soluções.

D) pH e concentração de íons.

**07 Qual é a função do ácido fosfórico no experimento?**

A) Agente redutor.

B) Agente oxidante.

C) Neutralizar o ácido sulfúrico.

D) Agente catalizador.

**08 O que representa a função *Univariate* do aplicativo *PhotoMetrix* no experimento?**

A) Análise multivariada de dados.

B) Estudo de diferentes variáveis.

C) Comparação de várias soluções.

D) Análise de uma única variável.

**09 O que acontece após a adição da solução de análise nas soluções de álcool metílico?**

A) Decantação.

B) Mudanças de cor.

C) Precipitação.

D) Evaporação.

**10 Qual é a importância da iluminação constante durante as capturas de imagem no experimento?**

A) Não interfere nos resultados.

B) Garante condições ideais para a análise.

C) Causa mudanças nas soluções.

D) Diminui a intensidade da cor.

**Conclusão**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

**Referências**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

<https://clubedaquimica.com/2022/06/27/tudo-sobre-as-reacoes-de-oxirreducao/>;  
acessado em 09/11/2023.

RESPOSTAS: EXPRESSANDO A CONCENTRAÇÃO DE SOLUÇÕES  
AQUOSAS.

1. B)
2. B)
3. D)
4. C)
5. B)
6. B)
7. D)
8. D)
9. B)
10. B)

## EXPERIMENTO 5: ANÁLISE DE pH COM DIVERSOS INDICADORES

### Objetivos

- Compreender o conceito de pH e a variação da acidez ou alcalinidade em soluções.
- Utilizar indicadores para determinar o pH de diferentes amostras.
- Comparar os resultados obtidos com diferentes indicadores.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para quantificar o pH das amostras.

### Introdução

Os ácidos e bases constituem dois grupos fundamentais de substâncias químicas que desempenham papéis cruciais em diversos processos químicos e biológicos. Essas substâncias são comumente encontradas em nosso cotidiano, desempenhando funções vitais em áreas que vão desde a química laboratorial até a biologia celular.

**ÁCIDOS:** Os ácidos são substâncias que, quando dissolvidas em água, liberam íons de hidrogênio  $H^+$ . Caracterizam-se por sua capacidade de doar prótons a outras substâncias. Exemplos cotidianos de ácidos incluem o ácido clorídrico encontrado no suco gástrico e o ácido cítrico presente em frutas cítricas.

**BASES:** As bases, por sua vez, são substâncias que, em solução aquosa, liberam íons hidroxila  $OH^-$ . Ao contrário dos ácidos, as bases têm a capacidade de aceitar prótons. Um exemplo clássico de base é a soda cáustica utilizada em produtos de limpeza.

**INDICADORES:** Os indicadores são substâncias que mudam de cor em resposta a variações no pH de uma solução, permitindo-nos determinar se uma substância é ácida, básica ou neutra. Essas mudanças de cor são particularmente úteis para observações visuais e são aplicadas em diversos campos, desde a análise laboratorial até atividades didáticas.

A lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução

O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida. O aplicativo

*PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

## **Parte experimental**

### **Materiais:**

- Soluções com pH 5, 6, 7, 8 e 9 (pode-se utilizar ácidos e bases diluídas para ajustar o pH).
- Indicadores: azul de bromotimol, fenolftaleína e avermelhado de metila.
- Béqueres ou tubos de ensaio.
- Pipetas de 5 mL.
- Bastão de vidro para homogeneização.

### **Procedimento:**

#### **Análise com azul de bromotimol:**

Adicione 5 mL da amostra em cada tubo de ensaio.

Adicione 4 gotas de azul de bromotimol.

Observe a mudança de cor e utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função Univariate e plote seu gráfico.

#### **Análise com fenolftaleína:**

Repita o procedimento, adicionando 5 mL da amostra em cada tubo de ensaio.

Adicione 4 gotas de fenolftaleína.

Observe a mudança de cor e utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função Univariate e plote seu gráfico.

#### **Análise com avermelhado de metila:**

Repita o procedimento, adicionando 5 mL da amostra em cada tubo de ensaio.

Adicione 4 gotas de avermelhado de metila.

Observe a mudança de cor e utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função Univariate e plote seu gráfico.

## **Resultados**

Compare os gráficos e formule uma hipótese sobre o comportamento de cada indicador.

Avalie as mudanças de cor após a reação, observando a intensidade da coloração.

Utilize o *PhotoMetrix* para quantificar a intensidade da cor e relacioná-la com as concentrações conhecidas. Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1 O que caracteriza os ácidos?**

- A) Liberação de íons hidroxila (OH<sup>-</sup>).
- B) Capacidade de aceitar prótons.
- C) Liberação de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>).
- D) Capacidade de doar prótons.

**2 Qual é um exemplo de ácido que usamos em casa?**

- A) Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- B) Ácido clorídrico (HCl).
- C) Ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>).
- D) Ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

**3 O que caracteriza as bases em solução aquosa?**

- A) Capacidade de aceitar prótons.
- B) Liberação de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>).
- C) Liberação de íons hidroxila (OH<sup>-</sup>).
- D) Capacidade de doar prótons.

**4 Qual é um exemplo clássico de base utilizada para limpar encanamentos?**

- A) Amônia (NH<sub>3</sub>).
- B) Ácido clorídrico (HCl).
- C) Ácido acético (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>).
- D) Soda cáustica (NaOH).

**5 O que são indicadores em química?**

- A) Substâncias que não mudam de cor.

- B) Substâncias que reagem com ácidos.
- C) Substâncias que mudam de cor em resposta a variações no pH.
- D) Substâncias que neutralizam bases.

**6 Qual é a função do azul de bromotimol na análise?**

- A) Medir a intensidade da cor.
- B) Determinar a concentração do soluto.
- C) Mudar de cor em resposta a variações no pH.
- D) Neutralizar ácidos.

**7 Qual é o pH de uma solução básica?**

- A) Menor que 7
- B) Igual a 7
- C) Maior que 7
- D) Igual a 0

**8 Qual é a função da fenolftaleína na análise?**

- A) Medir a intensidade da cor.
- B) Determinar a concentração do soluto.
- C) Mudar de cor em resposta a variações no pH.
- D) Neutralizar bases.

**9 O que é usado como ferramenta para medir a intensidade da cor na análise?**

- A) Microscópio.
- B) Termômetro.
- C) Fotômetro.
- D) *PhotoMetrix*.

**10 Qual é a característica principal do aplicativo *PhotoMetrix*?**

- A) Medir a intensidade da cor por meio de um algoritmo.
- B) Alterar a cor da solução experimental.
- C) Neutralizar ácidos e bases.
- D) Produzir soluções coloridas em laboratório.

**Conclusão**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

A lei de Lambert-Beer, que relaciona a absorbância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. Pesquise e formule uma hipótese de como a curva obtida com o aplicativo se relaciona com a lei de Lambert-Beer. Dica: lembre-se que  $y=ax +b$

### **Referências**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

<https://www.manualdaquimica.com/fisico-quimica/indicadores-acido-base.htm>;

acessado em 09/11/2023.

Respostas: Análise de pH com diversos indicadores.

1. C)
2. B)
3. C)
4. D)
5. C)
6. C)
7. C)
8. C)
9. C)
10. A)

## EXPERIMENTO 6: IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS METIL

### CARBONÍLICOS PELA REAÇÃO DE IODOFÓRMIO

#### Objetivos

- Demonstrar a reação de iodofórmio para identificar a presença de grupos metil carbonílicos em compostos orgânicos.
- Observar a formação do precipitado amarelo de iodofórmio.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para qualificar a presença de grupos metil carbonílicos nas amostras.

#### Introdução

Grupos funcionais são conjuntos de átomos que conferem propriedades e reatividade específicas às moléculas orgânicas. Os hidrocarbonetos são compostos formados apenas por carbono e hidrogênio, e podem ser classificados em alifáticos ou aromáticos, dependendo da estrutura da cadeia carbônica. Os metis carboxílicos são um tipo de ácido carboxílico, que contém um grupo carboxila ( $-\text{COOH}$ ) ligado a um radical metila ( $-\text{CH}_3$ ). Os ácidos carboxílicos são funções orgânicas oxigenadas, ou seja, que apresentam um átomo de oxigênio na sua estrutura.

A síntese do iodofórmio ( $\text{CHI}_3$ ) se dá através:



O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo *PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

#### Parte experimental

**Materiais:**

- Três padrões de acetona com concentrações 2%, 4% e 8% v/v.
- Removedor de esmalte comercial.
- Solução de iodo (I<sub>2</sub>) em água 2%.
- Solução de hidróxido de sódio (NaOH) 3M.
- Tubos de ensaio.
- Pipeta de 5 mL.
- Pipeta graduada de 1 mL.
- Bastão de vidro.

**Procedimento:**

- Adicione 5 mL da solução padrão a ser testada em um tubo de ensaio.
- Adicione com 1 mL da solução de iodo 2% e 1 mL da solução de NaOH.
- Agite suavemente os tubos de ensaio.
- Observe as mudanças de cor e a formação do precipitado amarelo de iodoformio.
- Observe a mudança de cor e utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função Univariate e plote seu gráfico

**Teste removedor de esmalte.**

- Adicione 0,5 mL da solução comercial removedora de esmalte.
- Adicione 4,5 mL de água.
- Faça o teste adicionando 1 mL da solução de iodo e 1 mL a solução de NaOH e verifique com o aplicativo a concentração de acordo com a cor formada.

**Resultados**

Registre as observações sobre a formação do precipitado amarelo de iodoformio para cada composto orgânico.

Pesquise e escreva as reações que ocorreram no procedimento.

Sabendo que fizemos uma diluição do volume inicial do removedor de esmalte, qual é a concentração final do

Compare as reações nos tubos de ensaio e um controle negativo com água.

Avalie as mudanças de cor após a reação, observando a intensidade da coloração.

Utilize o *PhotoMetrix* para quantificar a intensidade da cor e relacioná-la com as concentrações conhecidas. Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1 Quais são os grupos funcionais presentes nos hidrocarbonetos mencionados nas equações químicas da introdução que reagem com  $I_2$ ?**

- A) Amina e éster
- B) Álcool e cetona.
- C) Hidroxila e aldeído
- D) Metil e carboxila

**2 Como os hidrocarbonetos podem ser classificados, de acordo com a introdução?**

- A) Em ácidos e bases
- B) Em aromáticos e alifáticos
- C) Em saturados e insaturados
- D) Em redutores e oxidantes

**3 O que caracteriza os ácidos carboxílicos, conforme mencionado?**

- A) Possuem átomos de oxigênio na sua estrutura
- B) São compostos aromáticos
- C) Apresentam duplas ligações
- D) Contêm apenas carbono e hidrogênio

**4 O que são metil carboxílicos?**

- A) Ácidos carboxílicos com um grupo metil ligado a um radical
- B) Hidrocarbonetos alifáticos
- C) Compostos aromáticos
- D) Cetonas com estrutura ramificada

**5 Qual é a função do aplicativo *PhotoMetrix* no experimento mencionado?**

- A) Medir a temperatura das soluções
- B) Analisar a condutividade elétrica dos compostos
- C) Medir a intensidade da cor e calcular a concentração

D) Determinar a pressão atmosférica no laboratório

**6 O que é utilizado como padrões de acetona no experimento?**

A) Iodo (I<sub>2</sub>)

B) Hidróxido de sódio (NaOH)

C) Propanona

D) Acetato de etila

**7 Qual é o procedimento para testar o removedor de esmalte no experimento?**

A) Adicionar iodo diretamente

B) Misturar com ácido sulfúrico

C) Diluir com água e testar com a solução de iodofórmio

D) Aquecer a solução a altas temperaturas

**8 O que indica a formação do precipitado amarelo de iodofórmio?**

A) Presença de ácidos carboxílicos

B) Indicação de bases fortes

C) Confirmação de grupos metil carbonílicos

D) Mudança no pH da solução

### **Conclusão**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

### **Referências**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

<https://www.infoescola.com/quimica/sintese-organica-do-iodoformio/>

Respostas: IDENTIFICAÇÃO DE GRUPOS METIL CARBONÍLICOS PELA REAÇÃO DE IODOFORMIO.

1. B)
2. A)
3. A)
4. C)
5. C)
6. C)
7. C)
8. C)
9. C)

# EXPERIMENTO 7: IDENTIFICAÇÃO DE AMIDO EM AMOSTRAS DE LEITE

## Objetivos

- Identificar a presença de amido em uma amostra de leite.
- Utilizar a solução de iodo (I<sub>2</sub>) em conjunto com iodeto de potássio (KI) como indicador para a reação de identificação de amido.
- Utilizar o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras.
- Analisar as imagens para quantificar a presença de amido na amostra.

## Introdução

A densidade é uma propriedade física que relaciona a massa e o volume de um material. A densidade absoluta é a razão entre a massa e o volume de um material, e a densidade relativa é a razão entre a densidade absoluta de um material e a densidade absoluta de uma substância padrão, geralmente a água. A densidade pode ser expressa em diferentes unidades, como g/cm<sup>3</sup>, g/mL ou kg/L.

Um reconstituente de densidade é uma substância que é adicionada a um material para aumentar a sua densidade, geralmente com o objetivo de mascarar uma adulteração ou fraude. Por exemplo, no leite, podem ser adicionados sal, açúcar, amido ou soro de leite para aumentar a densidade e compensar a adição de água, que diminui a densidade. Essas substâncias alteram a composição e as propriedades do leite, podendo causar prejuízos à saúde do consumidor e à qualidade do produto.

A diluição é um processo que consiste em reduzir a concentração de um soluto em uma solução, adicionando-se mais solvente. A concentração é a quantidade de soluto dissolvido em uma certa quantidade de solução ou de solvente. A concentração pode ser expressa em diferentes formas, como concentração em massa, concentração em quantidade de matéria (molaridade), fração mássica, percentual ou partes por milhão. A diluição pode ser calculada usando a relação  $C_1V_1 = C_2V_2$ , onde C<sub>1</sub> e C<sub>2</sub> são as concentrações inicial e final da solução, e V<sub>1</sub> e V<sub>2</sub> são os volumes inicial e final da solução.

O aplicativo *PhotoMetrix* é um software que permite medir a intensidade da cor de uma solução por meio da análise de uma foto tirada com um smartphone. O aplicativo usa um

algoritmo que compara a cor da solução com uma escala de cores pré-definida e calcula a concentração do soluto de acordo com a lei de Beer-Lambert, que relaciona a absorvância da luz com a concentração e o comprimento do caminho óptico da solução. O aplicativo *PhotoMetrix* é uma ferramenta simples, barata e eficiente para a realização de análises colorimétricas em campo ou em laboratório.

## **Parte experimental**

### **Materiais:**

- Amostra de leite.
- Solução de Lugol: Solução de iodeto de potássio (KI) a 1% e I<sub>2</sub> 2%.
- Solução de leite teste, contendo amostras conhecidas com amido 1%, 0,5% e 0,25%.
- Amostras de leite desconhecidas.
- Tubos de ensaio.
- Pipetas graduadas.
- Banho Maria.

### **Procedimento:**

- Em tubos de ensaio numerados, adicione 2 mL da amostra padrão de leite a ser testada.
- 1 mL da solução de Lugol.
- Agite e coloque os tubos em Banho Maria para acelerar o processo de formação da cor.
- Utilize o aplicativo *PhotoMetrix* para capturar imagens das amostras na função *Univariate* e plote seu gráfico.
- **Importante:** Garanta uma iluminação constante durante as capturas.

## **Resultados**

A reação entre amido e a solução de iodo resulta na formação de um complexo estável com coloração azul ou roxa, o que permite a fácil identificação da presença de amido.

Pesquise e escreva as reações que ocorreram no procedimento.

Compare as reações nos tubos de ensaio e as amostras desconhecidas.

Avalie as mudanças de cor após a reação, observando a intensidade da coloração.

Utilize o *PhotoMetrix* para quantificar a intensidade da cor e relacioná-la com as concentrações conhecidas. Compare com seus colegas os resultados e veja como as análises diferem do valor real fornecido por seu professor.

Responda as perguntas seguir e depois faça uma breve conclusão do experimento realizado.

**1 O que é densidade absoluta?**

- A) A razão entre a densidade de um material e a densidade padrão.
- B) A razão entre a massa e o volume de um material.
- C) A densidade relativa de um material em relação à água.
- D) A concentração de um soluto em uma solução.

**2 Qual é o objetivo do reconstituente de densidade mencionado?**

- A) Reduzir a densidade de um material.
- B) Aumentar a densidade de um material.
- C) Manter constante a densidade de um material.
- D) Remover a densidade de um material.

**3 Como a diluição é definida no contexto químico?**

- A) Adição de soluto a uma solução.
- B) Aumento da concentração de uma solução.
- C) Redução da concentração de uma solução.
- D) Remoção do solvente de uma solução.

**4 Como a diluição pode ser expressa em termos de concentração?**

- A) Fração mássica.
- B) Percentual.
- C) Molaridade.
- D) Todas as anteriores.

**5 Qual equação é usada para calcular a diluição?**

- A)  $C_1V_1 = C_2V_2$ .

B)  $PV = nRT$ .

C)  $E = mc^2$ .

D)  $F = ma$ .

**6 O que é o aplicativo *PhotoMetrix* capaz de medir?**

A) Massa de um material.

B) Temperatura de uma solução.

C) Intensidade da cor de uma solução.

D) Volume de um solvente.

**7 Como a lei de Lambert-Beer relaciona a absorbância da luz com a concentração?**

A)  $E = mc^2$ .

B)  $PV = nRT$ .

C)  $A = \log(I_0/I)$ .

D)  $C_1V_1 = C_2V_2$ .

**8 Qual é o propósito da solução de Lugol no experimento?**

A) Aumentar a densidade do leite.

B) Testar a presença de amido nas amostras de leite.

C) Diluir as amostras de leite.

D) Servir como reconstituente de densidade.

**9 O que é formado pela reação entre amido e a solução de iodo (Lugol)?**

A) Um complexo estável com coloração azul ou roxa.

B) Uma solução ácida.

C) Um precipitado branco.

D) Gás oxigênio.

**10 Qual é a importância da iluminação constante durante as capturas de imagem?**

A) Não afeta o resultado do experimento.

B) Garante uma cor mais intensa nas amostras.

C) Evita a formação do complexo estável.

D) Facilita a reação de diluição.

## **Conclusão**

Resumo dos principais resultados, identificação de limitações e sugestões para continuidade ou aplicação do estudo. Breve visão geral do experimento, comparação dos resultados obtidos com as expectativas prévias e com outros dados disponíveis. Relato de erros, incluindo a explicação das fontes de erro ou variação que possam ter impactado os resultados.

## **Referências**

Tito, Canto; Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna; 3ª edição.

[https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2013/anais/arquivos/RE\\_0036\\_0027\\_01.pdf](https://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2013/anais/arquivos/RE_0036_0027_01.pdf);

acessado em 30/11/2023

Respostas: Identificação de amido em amostras de leite.

1. B)
2. B)
3. C)
4. D)
5. A)
6. C)
7. C)
8. B)
9. A)
10. D)