

# A Química e os Instrumentos Musicais

## *Chemistry and Musical instruments*

**Recebido:** 30/09/2022 | **Revisado:**  
10/10/2023 | **Aceito:** 10/10/2023 |  
**Publicado:** 04/04/2024

### **Andréa de Lucena Lira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1846-5864>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail: [andrea.lira@ifpb.edu.br](mailto:andrea.lira@ifpb.edu.br)

### **Jamily Raquel Barbosa Aragão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7594-9390>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail: [amilyraquel2003@gmail.com](mailto:amilyraquel2003@gmail.com)

### **Joyce dos Santos Farias**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4512-9935>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail: [js268256@gmail.com](mailto:js268256@gmail.com)

### **Manoel Vanderson Vieira Batista**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0547-7364>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail:

[manoelvandersonprojetos@gmail.com](mailto:manoelvandersonprojetos@gmail.com)

### **Maysa Alessandra Pereira Guedes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6082-4808>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail: [alessandramaysa.pg@gmail.com](mailto:alessandramaysa.pg@gmail.com)

### **Anderson Sávio de Medeiros Simões**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2506-8020>

Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia da Paraíba

E-mail: [anderson.simoese@ifpb.edu.br](mailto:anderson.simoese@ifpb.edu.br)

**Como citar:** LIRA, A. L.; et al.; A Química e os Instrumentos Musicais. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, [S.l.], v. 1, n. 24, p. 1-15, e14337, Abr. 2024. ISSN 2447-1801.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 Unported License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## **Resumo**

Os conceitos de química têm um papel indispensável na formação dos estudantes e está relacionada com os cursos técnicos de nível médio, inclusive nos instrumentos musicais, através do conhecimento da matéria, das transformações e da energia envolvida. Nesse contexto, foi elaborado um material didático interdisciplinar que possui como objetivo conectar a ciência e a química existente no cotidiano dos estudantes, relacionando-os ao conteúdo específico do curso técnico em instrumento musical. Com base nisso, o presente artigo discorre sobre a química atrelada ao uso, construção e conservação dos instrumentos musicais, que influencia no som, na durabilidade e na qualidade musical produzida. A discussão apresenta uma aproximação entre ciência e arte.

**Palavras-chave:** Ensino; Química; Luthier; Educação profissional; Interdisciplinaridade.

## **Abstract**

The concepts of chemistry play an indispensable role in the training of students and are related to technical courses at the high school, including musical instruments, through the knowledge of matter, transformations and the energy involved. In this context, an interdisciplinary teaching material was developed that aims to connect science and chemistry existing in the students' daily lives, relating them to the specific content of the technical course in musical instrument. Based on this, this article discusses the chemistry linked to the use, construction and conservation of musical instruments, which influences the sound, durability and musical quality produced. The discussion presents an approximation between science and art.

**Keywords:** Teaching; chemistry; Luthier; Professional education; Interdisciplinarity.

## 1 FORMAÇÃO TÉCNICA EM INSTRUMENTOS MÚSICAIS

O Curso Técnico em Instrumento Musical tem como um de seus objetivos formar músicos técnicos de nível médio para exercerem seus conhecimentos na indústria musical e que sejam capazes de executar os conceitos técnicos e práticos trabalhados durante o curso, tornando possível a produção de material musical estruturado e de qualidade, o que suscita num bom preparo dos alunos para a indústria musical e no pensamento crítico aos problemas sociais em forma de arte, a fim de exercer o papel de cidadão crítico.

Suas principais atribuições podem abranger o desenvolver de atividades de performance instrumental, o uso de elementos musicais para arranjos e harmonizações musicais, entender os fundamentos dos processos de criação, produção e difusão da música e realizar produções artístico-musicais. Assim como, aprender a tocar os instrumentos de forma correta, a preservá-los com conhecimento técnico sobre todas as partes estruturais dos instrumentos. Estudar desde a composição de cada instrumento, como é fabricado, qual material é utilizado, os tipos ideais de materiais e suas influências na qualidade e performance sonora.

O Técnico em Instrumento Musical é capaz de selecionar e manipular esteticamente diferentes fontes e materiais utilizados nas composições musicais. Caracterizar, escolher e manipular os elementos sonoros (base formal) e os elementos ideais (base cognitiva). Analisar as combinações e reelaborações imaginativas, a partir da experiência sensível da vida cotidiana e do conhecimento sobre a natureza, a cultura, a história e seus contextos.

Há alguns cursos técnicos que formam profissionais capacitados a construir, restaurar, conservar e afinar instrumentos, considerando os aspectos acústicos, eletrônicos, sonoros e regionais. Estes são voltados, especificamente, para a fabricação de instrumentos musicais. Os egressos se tornam especialistas em matéria-prima, em marcenaria, em física, química, acústica e em técnicas de construção e reparos.

De acordo com Catálogo Nacional de Cursos Técnicos (CNCT), aprovado pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), por meio da Resolução CNE/CEB nº 2, de 15 de dezembro de 2020, que disciplina a oferta de cursos de educação profissional técnica de nível médio para orientar e informar as instituições de ensino, os estudantes, as empresas e a sociedade em geral, o Técnico em Fabricação de Instrumentos Musicais é habilitado para projetar instrumentos musicais; para distinguir acústicas de materiais para a fabricação dos instrumentos; preparar matérias-primas para confecção de instrumentos; confeccionar componentes dos instrumentos e realizar acabamentos, montar, afinar, consertar e vender instrumentos musicais (BRASIL, 2022, p.315).

Da mesma forma, o Técnico em Instrumentos Musicais é habilitado para desenvolver atividades de performance artístico-musical, individualmente ou em diversas formações coletivas, utilizando técnicas de execução e interpretação, fundamentadas nos elementos rítmicos, melódicos, harmônicos, estruturais e estéticos da música, a partir de instrumentos específicos; realizar estudos de improvisação musical como prática de investigação, além de

técnicas de execução e interpretação de acordo com diversas estéticas artísticas; ler e registrar produtos em texto de linguagem musical.

O Ministério da Educação atualiza periodicamente o conteúdo do CNCT para contemplar novas demandas socioeducacionais. Para atuação como técnico, tanto em instrumentos musicais como na fabricação de instrumentos musicais é fundamental o conhecimento interdisciplinar relacionado aos processos de criação, envolvendo pesquisa, idealização, planejamento, execução técnica, fruição e recepção estética.

Os documentos oficiais de Educação nos trazem um direcionamento “no sentido de se produzir um conhecimento efetivo, de significado próprio, não somente propedêutico” (BRASIL, 2000, p. 4), tentando organizar as disciplinas de forma contextualizada e interdisciplinar, objetivando a formação cidadã de sentido universal. Essa contextualização se faz necessária para o melhor entendimento dos assuntos abordados pela disciplina, trazendo um sentido mais amplo para aquilo que está sendo exposto pelo professor em sala de aula, bem como situações vivenciadas no dia a dia, podendo ser relacionadas ao assunto estudado, proporcionando um aprendizado útil para a vida dos educandos e o futuro mundo do trabalho.

Para tanto, a Base Nacional Comum Curricular - BNCC reafirma que “a escola que acolhe as juventudes precisa se estruturar de maneira a garantir a contextualização dos conhecimentos, articulando as dimensões do trabalho, da ciência, da tecnologia e da cultura” (BRASIL, 2018, p.466).

Com relação aos itinerários formativos que consta na BNCC, que é uma flexibilização do currículo, nos termos das Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio - DCNEM/2018, fica explícito que dentro das ciências da natureza e suas tecnologias exista o “aprofundamento de conhecimentos estruturantes para aplicação de diferentes conceitos em contextos sociais e de trabalho” (BRASIL, 2018, p.477).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - PCNEM (BRASIL,2000, p. 6) afirmam que, “o conhecimento científico disciplinar é parte tão essencial da cultura contemporânea que sua presença é indiscutível.” Dessa maneira, “o conjunto dessas aprendizagens (formação geral básica e itinerário formativo) deve atender às finalidades do Ensino Médio e às demandas de qualidade de formação na contemporaneidade, bem como às expectativas presentes e futuras das juventudes” (BRASIL, 2018a, p.479).

De modo geral, faltam recursos bibliográficos para embasamento e intercomunicação da química com os temas abordados nos cursos técnicos integrados ao médio, como consequência, os alunos apresentam dificuldades na aplicação dos conhecimentos científicos teóricos e práticos da química na sua vida cotidiana enquanto profissional técnico capacitado. Nesse contexto, esta pesquisa objetiva desenvolver um estudo bibliográfico aplicado na educação geral ou propedêutica articulada a educação profissional do ensino médio.

Portanto, o avanço desta investigação colaborativa e interdisciplinar envolve as áreas da química e da música, na perspectiva de contribuir com melhorias nas práticas educativas, despertando o interesse na pesquisa e experimentação, bem como o conhecimento sobre os materiais, suas propriedades e todo o conhecimento científico que existe por trás de cada tecnologia utilizada na vida dos técnicos em formação profissional.

## 2 UTILIZAÇÃO E CONSUMO DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS

O instrumento musical é mais do que um simples equipamento que poder emitir ondas sonoras, ele bafeja ao ser humano a promoção de ideias e sentimentos através da música. O músico, ao emitir ondas mecânicas, através dos instrumentos musicais, se torna emocionalmente envolvido com a liberação sonora de forma a libertar não apenas ondas longitudinais e tridimensionais, mas também por apascentar sua imaginação e criatividade.

A música se caracteriza pela qualidade fisiológica do som relacionada à altura (associada a frequência do som, permitindo a distinção entre graves-menor frequência e agudos-maior frequência), intensidade (relacionada com a quantidade de energia transportada pelo som e que permite a classificação em fraco e forte) e timbre (caracterizado pelo formato da onda que permite a distinção de sons de mesma frequência emitidos por diferentes fontes sonoras).

É baseado nestas qualidades fisiológicas do som que surge a busca pelos atributos sonoros e estéticos dos instrumentos musicais. Para muitos fabricantes de instrumentos musicais a seleção dos materiais, a construção, conservação e utilização são fundamentais para se obter um instrumento de qualidade. Considerando a construção dos instrumentos musicais como uma arte, podemos concluir que está vinculada a um conhecimento intuitivo dos construtores. Porém, esta intuição foi substituída pela produção seriada em larga escala. De acordo com Saviani (1988),

Com efeito, se no artesanato o trabalho era subjetivo, isto é, os instrumentos de trabalho eram dispostos em função do trabalhador e este dispunha deles segundo seus desígnios, na produção fabril essa relação é invertida. Aqui é o trabalhador que deve se adaptar ao processo de trabalho, já que este foi objetivado e organizado na forma parcelada. Nessas condições, o trabalhador ocupa seu posto na linha de montagem e executa determinada parcela do trabalho necessário para produzir determinados objetos. O produto é, pois, uma decorrência da forma como é organizado o processo. O concurso das ações de diferentes sujeitos produz assim um resultado com o qual nenhum dos sujeitos se identifica e que, ao contrário, lhes é estranho (SAVIANI, 1988, p.23-24).

Sendo assim, a produção em série permitiu a produção em larga escala e popularização de muitos instrumentos musicais através da alteração do valor agregado ao produto, mas também destituiu o valor do construtor artesão, deixando aquém o conhecimento intuitivo e valorizando os atributos estéticos além dos sonoros. Desta forma, modernas técnicas de fabricação e padronização de componentes foram sendo agregados de maneira a reduzir os preços finais e dar conta da crescente demanda por instrumentos musicais.

Na contramão da industrialização dos instrumentos musicais, perdura a produção personalizada *sui generis* (*hand made*), a customização (*custom shop*), restauração e consertos que alcançam uma maior valorização devido a carga

emocional agregada ao objeto em específico, principalmente quando se trata da qualidade e durabilidade do produto. De um lado o profissional de instrumentos musicais que trabalha com regulagens, construções, pinturas, galvanização, entre outros. E do outro, os músicos profissionais e amadores, os locadores de instrumentos, os estudantes de música e demais população interessada.

De acordo com o jornal o Globo, em 2020 as vendas de equipamentos de *streaming*, livros, *games* e instrumentos musicais cresceram 40,04% em faturamento. A organização que representa a indústria da música gravada em todo o mundo, a Federação Internacional da Industria Fonográfica-IFPI (*Representing the recording industry worldwide*), anunciou um crescimento de 7,4% no mercado global de música gravada em 2020. Os números apontam receitas totais de cerca de 21,6 bilhões de dólares (SBACEM, 2022). De acordo com estudo da Compre&confie, o *e-commerce* brasileiro faturou 9,4 bilhões de reais em abril de 2020, aumento de 81% em relação ao mesmo período em 2019. No período de pandemia e isolamento social houve aumento no volume de compras de alimentos e bebidas, instrumentos musicais e eletrônicos (MUSICA&MERCADO, 2020).

Percebe-se que a área de atuação do profissional da música está em pleno crescimento, principalmente, neste período pós-pandemia, com um aumento nas contratações de profissionais de 2020 para 2021 em todos os estados da federação (QUEROBOLSA, 2022). A impossibilidade da realização de shows presenciais, durante a pandemia, gerou o aumento da produção de *lives* e o crescimento das plataformas de *streaming* de áudio e vídeo. Porém, o avanço da vacinação e a flexibilização no uso de máscaras no país, está permitindo a retomada de shows presenciais e a reconquista no crescimento por profissionais da música e dos instrumentos musicais.

### 3 A MUDANÇA DOS MATERIAIS NOS INSTRUMENTOS MUSICAIS

Averiguando a evolução da música, podemos perceber que as modificações dos meios de produção dos instrumentos musicais exprimem bastante influência na inovação estética e sonora. Conforme Mayer (2022), nos tempos de outrora os instrumentos de cordas eram confeccionados com tripas de animais, logo depois, a tripa foi substituída por nylon ou por perlon - uma fibra sintética muito bem aceita para os violinos, já que é a que menos interfere na natureza do instrumento. Contudo, o mercado atualmente dispõe de diversas opções de cordas e com isso a opção está ligada ao som perscrutado.

A utilização da madeira na confecção dos instrumentos musicais é de suma importância visto que tem um papel crucial na qualidade tonal do instrumento, apesar da tecnologia criar substituintes, percebe-se a grande variação no timbre do instrumento quando não é feito de madeira e assim alguns músicos passam a optar pelos que são feitos com matérias-primas originais, devido às propriedades acústicas.

O dilema na fabricação é que as madeiras que são consideradas de qualidade são madeiras nobres, escassas na natureza. O Brasil, apesar de possuir extensas áreas de florestas tropicais, importa mais de R\$100 milhões por ano em madeiras para fabricação de instrumentos musicais (PORTELA, 2014). Todavia, essas madeiras tradicionais possuem um alto valor econômico, devido a sua escassez e utilização

nobre e, portanto, o elevado preço desta matéria-prima onera consideravelmente a produção de instrumentos (SLOOTEN & SOUZA, 1993).

Os instrumentos mais antigos foram construídos pelos homens a fim de imitar os sons da natureza, por exemplo, os ossos serviam como flautas e apitos. Aos poucos, as confecções foram se evoluindo, no que se refere a bateria podemos defini-la como um conjunto de tambores e pratos, os tambores eram feitos com pedaços de troncos de árvores ocos, cobertos nas bordas com a pele de algum réptil. Durante essa época, cada pessoa tocava uma parte do que conhecemos hoje por bateria, ou seja, um tocava o bumbo, outro tocava a caixa e *etc.* através do desenvolvimento é que foi possível atribuir diversas funções a uma só pessoa devido a criação dos suportes para as caixas e tambores surgiu a ideia de acoplar tudo, originando a bateria. O aprimoramento exige uma qualidade sonora cada vez melhor.

Como surgimento das baterias e das bandas de música, o som do violão tornou-se muito discreto para a combinação tantos instrumentos juntos. Logo, foi preciso amplificar as cordas usando alguns recursos elétricos, transformando o som das cordas em um sinal elétrico para ser amplificado e convertido em algo perfeitamente audível. Assim, surgiram as primeiras guitarras e logo depois a sua evolução em formatos e tecnologias. Os amplificadores também sofreram evoluções nos ajustes que eram realizados por botões analógicos e hoje utilizam conexões e painéis digitais com controles via *Bluetooth*.

#### 4 A QUÍMICA DOS INSTRUMENTOS MUSICAIS

A construção de instrumentos musicais é uma prática presente na sociedade desde a pré-história a milhares de anos atrás com os profissionais da música e também conhecidos *Luthiers*.

*Luthier*, palavra de origem francesa que remete ao Alaúde<sup>1</sup> (*luth*), se refere ao profissional que constrói e restaura instrumentos musicais. Em geral o *luthier* utiliza madeiras diferentes para cada parte de um instrumento, visando um bom desempenho, beleza, durabilidade e buscando o melhor timbre (FLORES, 2015, p. 16).

Antes de fazer a construção ou o reparo de um instrumento musical, o *luthier* pesquisa fornecedores, compra a matéria-prima necessária e define quais técnicas serão usadas no trabalho. No caso de trabalhos personalizados e encomendas, o *luthier* precisa entender as necessidades e preferências dos músicos que contratam o seu trabalho. Portanto, esse profissional precisa entender de música e acústica, dominar técnicas de carpintaria (trabalho com madeira) e desenho e ter conhecimentos de elétrica, física e mecânica.

Os *luthiers* estão presentes durante o processo de construção do instrumento e dão vida e forma para o instrumento musical. Dessa forma, eles se fazem de extrema importância no que se refere à construção de instrumentos musicais com materiais alternativos, o que é uma prática que vem desde o século XI, em que alguns

---

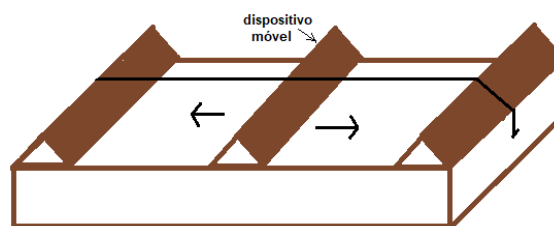
<sup>1</sup> [Música] do árabe al-'aud. Instrumento musical em forma de meia pera, com cravelhas situadas no braço em ângulo reto, usado na Europa nos séculos XVI e XVII. Fonte: <https://www.dicio.com.br/alaude/>

instrumentos eram construídos nos recantos das terras por vassalos, entre eles a rabeça de cordas e a guitarra barroca (ALMEIDA, 2012).

O violão, nome brasileiro dado ao instrumento conhecido como guitarra acústica clássica, faz parte da família dos instrumentos cordofones conforme classificação da organologia<sup>2</sup>. É conhecido por seu braço onde são moduladas as frequências ou notas musicais através de uma escala musical e seu corpo, conhecido como caixa acústica.

Por volta o século VI AC, Pitágoras realizou um experimento com o denominado monocórdio que consistia em fixar uma corda em dois pontos fixos, com um dispositivo móvel que ao ser movido para várias posições produzia sons variados. “Para os pitagóricos, as razões matemáticas subjacentes aos intervalos musicais de oitava, quinta e quarta – consonâncias perfeitas – eram respectivamente 1:2, 2:3 e 3:4 teriam sido reveladas neste experimento. O experimento de Pitágoras com o monocórdio lança questões não apenas na música, mas em arquitetura e em vários outros contextos, tendo como base razões matemáticas” (ABDOUNUR, 2019, p.1).

**Figura 1: Monocórdio de Pitágoras**



Fonte: Autoria própria (2021).

Os violões assim como violinos, violas e violoncelos fazem parte da classe dos cordofones, ou seja, instrumentos de cordas que são característicos por possuírem caixas de ressonância projetadas para a produção de sons a partir das excitações em suas cordas. São confeccionados em formatos e materiais que além de proporcionar uma beleza e estrutura característica do instrumento, favorecem principalmente na beleza e qualidade do seu som (PORTELA, 2014).

A caixa de ressonância, o corpo do violão, é formado por tampas exatamente iguais pela forma, e por duas tiras, que seguem o contorno das tampas e fecham em ambas extremidades, com o qual formam um volume onde se amplificam os tons suaves que emitem as cordas ao vibrar (RODRÍGUEZ, 1985, p. 20).

A madeira é um dos materiais mais antigos empregados na construção, seja na marcenaria ou na *lutheria*. A *lutheria* é a arte responsável pela fabricação e manutenção de instrumentos musicais e encanta a humanidade pelo seu refinamento e busca pela perfeição. Pode-se denominá-la arte, pois na confecção de um instrumento musical são levados em consideração diversos fatores que irão afetar o resultado final, como o tipo (sopro, corda e percussão), a matéria-prima que será

<sup>2</sup> Organologia é a parte da musicologia que trata da classificação dos instrumentos musicais em geral. Podem ser classificados conforme o material de construção, por características de seu som ou pela forma de emitir som - se por cordas, ventilação humana, membrana com e sem altura definida, ou seja, a análise da sonoridade obtida por cada combinação disposta em um instrumento musical.

selecionada (por exemplo, o tipo de madeira), a quem se destina (criança ou adulto) e qual acabamento será dado à peça (SAITO et al, 2020).

Para instrumentos musicais as principais propriedades físicas são: densidade básica, contração (linear, volumétrica, tangencial e radial) e o teor de umidade inicial (TELES, 2005, p.7). Na construção de instrumentos musicais, a madeira destaca-se por influenciar diretamente na sonoridade dos instrumentos compostos pelo material. Assim, a composição, o tipo e a densidade da madeira são fatores variáveis que podem apresentar uma diversidade sonora nos instrumentos de madeira.

De acordo com Rodríguez (1985, p. 11) o som é produzido pela vibração de um corpo e transmitido a nosso ouvido por um meio material, que geralmente é o ar.

A velocidade do som não é igual para todos os meios em que se propaga, e assim, para o ar, é de 340 m/s; os líquidos conduzem melhor o som que os gases, e os sólidos são os que melhor conduzem e, por tanto, mais veloz. Existe uma relação direta entre a velocidade de condução do som e a densidade e rigidez do corpo que o conduz, de forma que o aço, elemento muito denso e muito rígido, transmite o som a mais de 5000 m/s; a madeira, material pouco denso, porém muito rígido, o transmite entre valores de 1000 a 3600 m/s (RODRÍGUEZ, 1985, p.11)

O teor de umidade inicial é uma propriedade muito importante, visto que o período de secagem é influenciado por este fator. O teor de umidade é a quantidade de água que uma peça de madeira contém, expressa como porcentagem do seu peso seco em estufa. Um alto teor de umidade inicial está diretamente relacionado com a densidade da madeira, ou seja, o teor de umidade inicial diminui com o aumento do peso específico. Por conseguinte, aquelas madeiras tropicais que apresentam baixa densidade e, portanto, altos teores de umidade inicial são geralmente fáceis de secar sem apresentar defeitos graves (TELES, 2005, p.8). Além disso, os diferentes padrões de cores e desenhos da madeira podem tornar o instrumento musical mais atrativo visualmente. Assim, o conhecimento das propriedades anatômicas e físico-mecânicas é necessário para que se possa realizar uma boa escolha de matéria-prima para confecção de instrumentos musicais.

A madeira é um composto orgânico e vegetal, que pode ser encontrado em florestas naturais ou em florestas plantadas. Por isso, trata-se de um material renovável. Apresenta o CH<sub>2</sub>O, um monossacarídeo, como seu componente orgânico elementar, formado a partir da fotossíntese que ocorre nas folhas pela combinação do gás carbônico (CO<sub>2</sub>) do ar com a água (H<sub>2</sub>O) do solo e absorção de energia calorífica. Além disso, em sua composição química formada por centenas de glicoses (CH<sub>2</sub>O-açúcares), a madeira apresenta grande quantidade de carbono (50%), assim como oxigênio (44%) e hidrogênio.





Em termos moleculares, a madeira apresenta três componentes orgânicos principais. A celulose, um polímero constituído por várias centenas de glicoses que representa 50% da madeira, que forma filamentos que reforçam as paredes das fibras longitudinais, vasos e traqueídeos. A hemicelulose, um polissacarídeo, que junto com a celulose forma as paredes das fibras. E, por fim, a lignina uma macromolécula que funciona como cimento ligando as cadeias de celulose, provendo rigidez e resistência à compressão às paredes das fibras. O teor de cada um desses elementos na madeira varia de acordo com a espécie da árvore (Tabela 1).

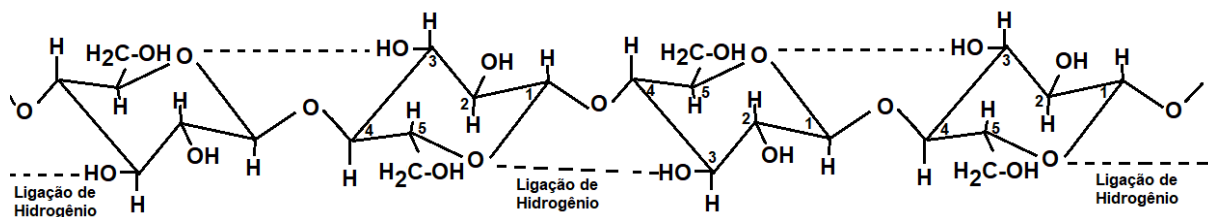
**Tabela 1:** Composição orgânica das madeiras (HELLMEISTER, 1983).

| Substância   | Coníferas (%) | Dicotiledôneas (%) |
|--------------|---------------|--------------------|
| Celulose     | 48 a 56       | 46 a 48            |
| Hemicelulose | 23 a 26       | 19 a 28            |
| Lignina      | 26 a 30       | 26 a 35            |

Fonte: HELLMEISTER, 1983.

A celulose é um polímero constituído por centenas de glicoses, formando cadeias muito estáveis através de ligações de hidrogênio intramoleculares, entre as hidroxilas (OH) ligadas aos carbonos na posição três e o oxigênio do anel (BOBBIO, 1992, p.59).

**Figura 2:** Polímero de celulose



Fonte: Adaptado de BOBBIO (1992).

Essas cadeias podem facilmente se colocar paralelamente umas às outras, formando uma estrutura linear estabilizada pelas ligações de hidrogênio entre as moléculas, formando regiões de ordem cristalina muito alta, o que provavelmente contribui para a insolubilidade e para a pouca reatividade da celulose.

A hemicelulose é constituída por diversas unidades, pentoses e hexoses, de diferentes estruturas, como mais frequentes, ligadas entre si. Diferem da celulose por terem baixa polimerização e não produzirem fibras, nem regiões cristalinas.

A lignina é um composto fenólico de alta densidade, formado pelos mesmos elementos químicos da celulose. Exerce a função de adesivo entre os diversos tecidos

da madeira, dando-lhes dureza e resistência. A lignina pode ser amolecida por aquecimento até uma temperatura próxima a 100°C. Geralmente se utiliza o vapor d'água para o aquecimento, flexibilidade e moldura das peças dos instrumentos.

Assim, após essa pequena contextualização sobre a química da madeira, é importante pontuar que dentro dos instrumentos de madeira existem uma diferença entre as madeiras utilizadas em sua construção. Como por exemplo o violão, em que o tipo de madeira pode influenciar fundamentalmente na sonoridade, em especial quando a diferença existe em partes essenciais do instrumento, como o tampo. Pois, diferenças como a densidade do tipo de madeira que compõe o violão podem fazer diferença na propagação e dissipação do som. Até mesmo o corte feito no mesmo tipo de madeira pode resultar numa vibração diferente.

De acordo com Soares (2014, p. 17) a densidade é uma propriedade muito importante, na escolha da madeira para construção do violão. As madeiras, se muito leves, absorvem demais o som, e se muito duras podem vibrar demasiadamente. Além de observar as peças a que se destina, por exemplo, o peso específico de uma madeira para o tampo deve ser menor do que aquela usada para o fundo/lateral. O tampo do violão é a peça que transmite a vibração das cordas ao serem tocadas, então a madeira com a qual esta peça será feita deve ter, entre outras qualidades, uma excelente velocidade de propagação sonora (distância percorrida pela onda sonora por unidade de tempo). É no tampo que inicia a reverberação<sup>3</sup>, influenciando drasticamente na sonoridade do instrumento. Sendo assim, existem madeiras nobres que trazem um médio-agudo mais nítido para o instrumento, tornando o violão mais adepto a harmônicos bem elaborados e excelentes para solos. Já tem outras madeiras nobres que trazem um som mais grave, encorpado e robusto que preenchem o ambiente.

As peças de madeira, como as lâminas do tampo e do fundo são trabalhadas e coladas com cola branca PVA (poliacetato de vinila) para obtenção das dimensões necessárias para o desenho requerido. O PVA é um adesivo resultante da polimerização do acetato de vinila, sendo popularmente conhecido como “cola branca”. A adesão das superfícies envolve fatores químicos e mecânicos. Como a madeira é porosa, um dos mecanismos de adesão é o travamento mecânico.

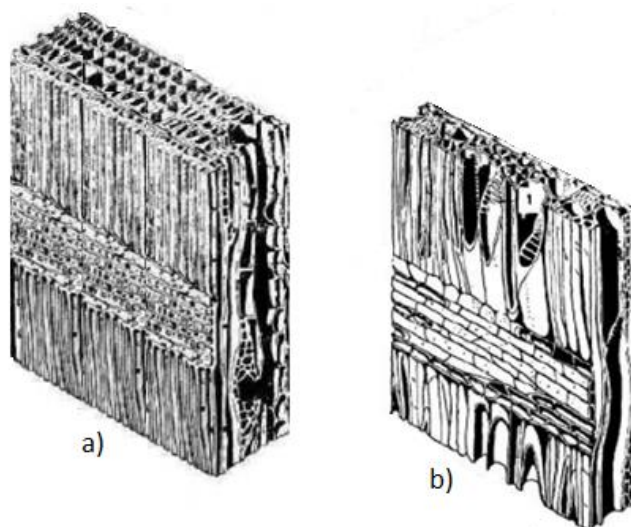
O travamento mecânico efetivo ocorre quando um adesivo penetra além dos detritos da superfície e das fibras danificadas na madeira sólida com duas a seis células de profundidade. [...] As forças atrativas entre as moléculas de adesivo e madeira contribuem muito para a adesão. Embora ligações covalentes - ligações químicas entre o adesivo e a madeira - pareçam plausíveis com alguns adesivos, não existe evidência de que contribuam para a força das ligações adesivas. No entanto, as forças de atração inter-moleculares, como as forças de Van der Waal, forças dipolo-dipolo e ligações de hidrogênio ocorrem com tanta frequência que devem ser muito importantes para a resistência da ligação, especialmente devido à alta área de contato do adesivo com a madeira (FRIHART, HUNT, 2010, p. 1).

---

<sup>3</sup> Reverberação é um efeito sonoro que acontece quando o intervalo de tempo da chegada de sons ao ouvido humano é inferior a 0,1s. A sensação que se tem é de um prolongamento do som emitido.

Uma visão ampliada da superfície da madeira mostra a existência de picos, vales e fendas, repletas de fibras soltas, logo os adesivos devem ser fluidos o suficiente para fluir nestes orifícios microscópicos e na estrutura capilar da madeira. O adesivo aplicado se solidifica, num período de horas a dias, por mecanismos que envolvem perda de solvente por evaporação e difusão na madeira, por resfriamento da fundição e por polimerização química em estruturas reticuladas que resistem ao amolecimento com o aquecimento.

**Figura 3:** Estrutura das madeiras: (a) Coníferas, e (b) Dicotiledôneas



Fonte: Adaptado de LEPAGE, 1986.

As madeiras moles (*softwoods*), ou de coníferas, pertencem ao grupo das gimnospermas, que apresenta como características distintivas a folhagem na forma de agulha e a ausência de frutos (sementes descobertas). As madeiras duras (*hardwoods*), ou de folhosas, pertencem ao grupo das angiospermas dicotiledôneas, que apresenta como características distintivas folhas largas e sementes encerradas em frutos (CARVALHO et al, 2009, p. 2191).

Segundo Mayer (2021, p. 6) os instrumentos de sopro possuem origem em objetos ociosos existentes na natureza e que foram modificados ao longo do tempo por diversas culturas que se utilizaram de madeira, bambu e chifre de animais. Essas matérias primas, com a evolução das ciências e suas descobertas de novos materiais, foram substituídas por outros que deram mais durabilidade e melhor acabamento, melhorando assim o desempenho dos mesmos.

Por esses instrumentos serem feitos à base de madeira gera toda diferença no timbre. São instrumentos de timbre mais doce e aveludado.

As madeiras mais usadas para composição desde a antiguidade eram: ébano e o cedro (algumas palhetas também eram feitas de bambu). São instrumentos utilizados em orquestras e no jazz, por sua variedade nos timbres e suavidade sonora, ganham bastante espaço nos solos.

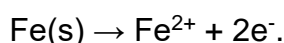
Uma curiosidade é que apesar de feito de metal o saxofone pertence à família das madeiras pelo seguinte motivo, suas características estruturais e seu timbre se

assemelham às dos instrumentos do naipe de madeira, isso porque, o som dele é gerado através de uma palheta de bambu, que quando é soprado, a vibração do som é produzida.

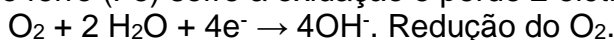
O saxofone é um instrumento de sopro com tubo de liga metálica e forma cônica. Foi inventado em 1840 na Bélgica e patenteado na França em 1846 por Adolphe Sax (1814-1894). O instrumento foi concebido pelo seu inventor para produzir timbres suaves, próximos dos instrumentos de cordas (violino, viola, violoncelo) e, ao mesmo tempo, podendo tocar com a intensidade sonora dos metais (trompete, trombone, trompa). Desde o início, o saxofone surgiu como uma família de instrumentos transpositores de mesma digitação e diferentes tamanhos, cobrindo uma extensa tessitura (praticamente a totalidade de um teclado de piano) e podendo ser usado em naipe nas mais diversas formações musicais.

Nos instrumentos de sopro metálicos acontece à oxidação, corrosão, visto que é composto geralmente por cobre, outro tipo de metal ou liga metálica. Tais elementos reagem com a umidade do ar, impossibilitando o uso devido ao mau cheiro causado por esse fenômeno.

Reação de oxirredução para formação da ferrugem, que acontece nas cordas dos instrumentos:



Nessa etapa, o ferro (Fe) sofre a oxidação e perde 2 elétrons.

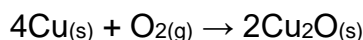


Logo, a corrosão do metal é iniciada depois da oxidação, que por sua vez é o início do processo de degradação do metal. Depois vem a ferrugem, que é quando o metal que está corroído é oxidado e começa a liberar o hidróxido de ferro ( $\text{Fe(OH)}_2$ ), que é o responsável pela coloração castanha da ferrugem.

Para evitar esse processo nos instrumentos, é fundamental lavar as mãos antes de manuseá-los e passar um pano seco após o uso, bem como higienizar e secar os bicos. Tal cuidado evita que o suor, gordura e a saliva promovam esse tipo de reação química, favorecendo uma durabilidade e melhor sonoridade.

A produção de pratos de percussão se dá pela fundição de uma liga metálica formada por cobre, prata e estanho, e quando produzido, é laminado e reaquecido, resfriado e endurecido em água para ser martelado e tomar a sua forma original, a circular (JENKINS, 2009).

Quando exposto ao ar por muito tempo, fica revestido com uma camada de óxido marrom escuro do metal que entra em sua composição.



Após a exposição ao ar, o bronze oxida, mas apenas na sua camada externa. Esta pátina<sup>4</sup> consiste em óxido de cobre, que eventualmente se converte em carbonato de cobre. A camada de óxido protege o metal interior da corrosão adicional.

A solda que geralmente chamamos de solda de estanho não é, na realidade, composta apenas por estanho. Sua composição varia – a mais comum contém aproximadamente 60% de estanho e 40% de chumbo. O percentual de estanho pode aumentar, o que aumenta também a qualidade da solda. Preocupações ambientais com a soldadura. No processo de fabricação atual dos equipamentos eletrônicos existe a preocupação de evitar o uso de substâncias nocivas ao meio ambiente. Um bom exemplo é o chumbo, utilizado nas ligas destinadas a soldar componentes. As novas ligas desenvolvidas pelos fabricantes recebem o selo *Lead-free* (isenta de chumbo). Apesar de não muito difundido ainda, alguns fabricantes têm adotado o mesmo procedimento para a construção dos instrumentos de metais no processo de soldagem.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso técnico integrado é uma modalidade de ensino no qual o estudante realiza a formação técnica ao mesmo tempo que cursa o ensino médio. Estes cursos devem atender, simultaneamente, aos objetivos da Educação Básica do Ensino Médio e também as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Profissional Técnica de Nível Médio, atendendo tanto a estas Diretrizes, quanto às Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, assim como às Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica e às diretrizes complementares definidas pelos respectivos sistemas de ensino.

A grade curricular do curso técnico integrado mescla as disciplinas que compõem a formação geral do Ensino Médio com as matérias técnicas e teóricas do Curso Técnico. O conteúdo visa contemplar uma formação diversificada e atualizada, capaz de preparar o estudante para os desafios do mundo do trabalho e da vida em sociedade. Porém, o que nos deparamos na prática é o desenvolvimento de disciplinas conteudistas que não se comunicam entre si, seja na formação geral, seja na formação técnica profissional, nem muito menos entre formação geral e formação profissional. Temos a esperança de plantar, com este estudo, a semente da integração curricular entre a formação geral e a técnica em muitos cursos existentes nos Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, de forma a contribuir e motivar trabalhos futuros vinculados a esta perspectiva nas demais áreas da formação básica.

O presente artigo centra sua atenção no desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar. A proposta é comportar e acomodar estudos que fazem referência da química com os cursos técnicos da área de música, através de bibliografias que retratem a história científica, a origem de determinados materiais, sua utilização e evolução tecnológica. Nesta pesquisa, buscamos resgatar não somente uma interessante ligação entre química e música, mas também este espírito de busca de

---

<sup>4</sup> Pátina é um produto da corrosão, ou oxidação das ligas metálicas bronze e latão, e possui coloração azul esverdeada (CAMPOS, 2010).

um ensino interdisciplinar, multifacetado, aproximando o ensino de ciências a tantas outras experiências vivenciadas pelos estudantes de formação técnica profissional.

As ideias abordadas neste trabalho mostram uma aplicação prática de que a química está em tudo. Nesse sentido, acreditamos que a discussão apresentada venha contribuir no sentido de motivar os alunos a estudar e compreender a química e relacioná-la com aplicações práticas diárias enquanto profissionais da música. Há, naturalmente, muitas outras questões a serem aprofundadas sobre o assunto, questões estas que o reduzido espaço deste artigo não nos permite abordar. Mas, que estarão em trabalhos futuros complementares. A aproximação entre ciência e arte presente neste artigo comprova a importância de uma aproximação e discussão maior para professores e estudantes de química e música.

## REFERÊNCIAS

- BACKUS, John. **The acoustical foundations of music**. New York: W.W. Norton, 1977.
- BERNARDES, José Antônio Branco. **Orquestração: Instrumentos de metal e seu uso na primeira metade do século XVIII**. Campinas, 2016.
- BOBBIO, Florinda Orsati; BOBBIO, Paulo Anna. Introdução à química dos alimentos. 2ª edição. São Paulo – Livraria Varela, 1992.
- BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB. 9394/1996**. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm). Acesso em: 27 ago. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf). Acesso em: 27 ago. 2021.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio) – Parte I – Bases Legais**. Brasília, 2000a. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf/BasesLegais.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.
- BRASIL. Conselho Nacional de Educação. **Catálogo Nacional de Cursos Técnicos**. 4ª edição. Brasília, 2022. Disponível em: <http://cnct.mec.gov.br/cnct-api/catalogopdf>. Acesso em: 29 set. 2022.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio) – Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em 04 maio de 2021.
- CARVALHO, Walter; CANILHA, Larissa; FERRAZ, André; MILAGRES, Adriane Maria Ferreira. Uma visão sobre a estrutura, composição e biodegradação da madeira. Química Nova. Vol. 32, nº. 8, 2191-2195, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/g9LMKTVzkCkFWHj5NJ9XGwv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2022.

FLETCHER, Neville Horner; ROSSING, Thomas D. The physics of Musical Instruments. Springer Study Edition, Australia, 1991. ISBN-13:978-0-387 -94151-6

HELLMEISTER, João Cesar. Madeiras e suas características. 1983, Anais. São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 1983. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001665734>. Acesso em: 22 set. 2022.

JENKINS, Lucien. **Manual Ilustrado dos Instrumentos Musicais**. O Guia completo – como escolher e usar instrumentos eletrônicos, acústicos e digitais. Irmãos Vitale S/A Industria e Comércio, São Paulo, 2009.

LEPAGE, Ennio Silva. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: Editora IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo. V. 2. 1986.

MACONIE, Robin. **The science of music**. Oxford: Claredon Press, 1997.

MAYER, Gabriela. **Curiosidades: Instrumentos musicais e a evolução dos materiais**. A Matéria, 19ª edição. Universidade Federal de São Carlos. Disponível em: <https://www.jornalamateria.ufscar.br/news/19a-edicao-curiosidades-os-instrumentos-musicais-e-a-evolucao-dos-materiais>. Acesso em: 04 de ago de 2022.

MUSICA&MERCADO. Com pandemia, venda online de instrumentos musicais cresce 252,4%, de acordo com pesquisa da Compre&confie. Disponível em: <https://musicaemercado.org/e-commerce-de-instrumentos-musicais-cresce-2524-de-acordo-com-pesquisa/>. Acesso em: 20 ago. de 2022.

PORTELA, Marcelo Santos. **Estudo das propriedades acústicas da madeira Amazônica marupá para tampo de violão**. Tese (Doutor em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 154f. 2014.

QUEROBOLSA. Profissional de música: tudo sobre a profissão. Guia de profissões. Disponível em: <https://querobolsa.com.br/carreiras-e-profissoes/profissional-de-musica>. Acesso em: 28 set. 2022.

SBACEM. Crescimento na Música: IFPI divulga relatório de 2021. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://sbacem.org.br/crescimento-na-musica-fpi-divulga-relatorio-de-2021/>. Acesso em: 20 mai de 2022.

SLOOTEN, Harry Jan Van der; SOUZA, Mário Rabelo de. **Avaliação das espécies madeiras da Amazônia selecionadas para a manufatura de instrumentos musicais**. Manaus: INPA, 1993. 141 p.

VALLE, Ângela do; MORAES, Poliana Dias de; SZÜCS, Carlos Alberto; TEREZO, Rodrigo Figueiredo. **Estruturas de madeira**. UFSC – Florianópolis, 2012. Disponível em: <https://giem.ufsc.br/files/2017/02/Apostila-Estrutura-de-Madeira.pdf>. Acesso em: 02 set. 2022.

VIEIRA FILHO, José. **Manual de reparo e manutenção de instrumentos musicais de sopro**. FUNARTE, Rio de Janeiro, 2015. 236 p. ISBN 978-85-7507-168-7. Disponível em: <https://www.funarte.gov.br/wp-content/uploads/2018/06/Manual-de-Reparo-e-Manutencao-Online-19-6-18.pdf>. Acessado em: 22 out 2021.

WALLACE, Alves Sampaio; CHAIM, Daniel Faria; NEVES, José Manoel Souza das. **Consumidor e mercado musical: Análise de influências midiáticas e consumidores fiéis em segmentos de mercado**. XIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e IX Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos – SP, 2009.