

# Lógica Parcial de um Algoritmo da Dificuldade: Repertório a Cappella Soprano-Contralto-Tenor- Baixo para Coros Adultos Amadores

WILLSTERMAN SOTTANI\*

## Resumo

Este artigo busca explorar a natureza da dificuldade e representar, via pseudocódigo, a estrutura de dados de entrada de um algoritmo que capture como essa sensação se desenvolve na relação obra-coro. Em diálogo com áreas como programação, filosofia do valor, análise musical, técnica vocal e cognição musical, estabelecem-se conceitos de dificuldade instantânea, global e média, com formulações matemáticas para os dois últimos. Como critérios de viabilidade de uma obra para um coro, definem-se uma escala de 0 a 10 para a dificuldade média e um prazo máximo de preparação de 11 meses. Após análise de canções polifônicas de Mendelssohn, selecionam-se parâmetros composicionais e geram-se 28 instruções de observação da partitura, validadas por análise de componentes principais. Das instruções, deduzem-se 35 competências do coro correspondentes. As instruções e as competências formam a estrutura de dados de entrada do algoritmo, já disponível como protótipo no site [calculadoracoral.com.br](http://calculadoracoral.com.br).

**Palavras-Chave:** canto coral, escolha de repertório, parâmetros de dificuldade, algoritmo

## Partial Logic of an Algorithm of the Difficulty: Soprano-Alto-Tenor- Bass a Cappella Repertoire for Amateur Adult Choirs

### Abstract

This article aims to explore the nature of difficulty and represent, through pseudocode, the input data structure of an algorithm which captures how such sensation develops in the work-choir relation. Engaging with fields such as programming, value philosophy, musical analysis, vocal technique, and musical cognition, are established concepts of instant, global, and mean difficulty, with mathematical formulations for the latter two. As feasibility criteria of a work for a choir, a scale from 0 to 10 is defined for mean difficulty, with a maximum preparation period of 11 months. Following an analysis of Mendelssohn's partsongs, compositional parameters are selected, generating 28 score observation instructions validated by principal component analysis. From the instructions, 35 corresponding choir competencies are deduced. The instructions and competencies form the input data structure for the algorithm, now available as a prototype at [choralcalculator.com](http://choralcalculator.com).

**Keywords:** choral singing, repertoire selection, difficulty parameters, algorithm

\* Instituto de Artes e Design, UFJF; Instituto de Artes, UNESP - São Paulo, SP  
E-mail: willstermansottani@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0003-1227-4714>

## Introdução

O processo de escolha de repertório é crucial na rotina do regente coral. É nesse ato, geralmente preliminar aos ensaios, que o regente deve ser capaz de determinar quais obras serão interessantes e viáveis para seu coro sob as perspectivas ética, estética e pedagógica. No processo, quando diante de repertório novo para aquele coro, o regente, pela primeira vez, avalia o grau de dificuldade da obra para o grupo, entre outros aspectos, e estima o tempo de ensaio que será demandado. Sua constatação será decisiva para incluir ou não a obra no repertório e programar a temporada de ensaios e apresentações. Se o regente errar na escolha, consequências serão sentidas no decorrer dos ensaios, seja pela escassez de desafios musicais para estimular o coro a crescer musicalmente, seja pelo excesso, que pode levar ao desgaste mental e físico do grupo.

Em revisão de literatura sobre escolha de repertório coral, Sottani (2023) demonstra que, embora a palavra “dificuldade” não esteja entre os critérios de inclusão ou exclusão de títulos naquele estudo, 56% dos trabalhos revisados tratam de dificuldade ao longo do texto, e 42% associam, direta ou indiretamente, um ou mais parâmetros à questão da dificuldade. De acordo com o autor, a presença massiva da menção à dificuldade naqueles trabalhos demonstra a importância dada pela literatura à questão no processo de escolha de repertório coral, mesmo não sendo a dificuldade o critério mais importante do processo.

Todavia, Sottani (2023) constata que a maioria dos parâmetros associados à dificuldade pela literatura é apenas aludida, sem explicações sobre quanto ou como eles corroboram na construção da sensação de dificuldade. Esse descompasso entre a importância dada à dificuldade e o nível de aprofundamento no tema aponta para a necessidade de maior elaboração da discussão no contexto da música coral. Mesmo fora do contexto musical, de maneira mais ampla, Gallego-Durán et al. (2018) afirmam que a dificuldade é pouco tratada como objeto específico de estudo.

Atento a essa carência de discussão, o presente artigo se propõe a explorar a natureza da dificuldade sentida por um coro a respeito de uma obra e representar, por meio de pseudocódigo, uma parte da lógica por trás dessa percepção da dificuldade, descrevendo a estrutura de dados de entrada – ou seja, os parâmetros – para um algoritmo da dificuldade. Por pseudocódigo, entende-se um conjunto de regras, necessárias à programação, estruturadas em uma formulação verbal escrita, não em linguagem de programação, mas já representando um programa (Kitchin, 2017, p. 17; Yanofsky, 2010, p. 257).

Adota-se a hipótese de que seja possível mensurar os parâmetros relacionados à dificuldade de uma obra, e as medidas resultantes poderiam ser as entradas do algoritmo inerente ao processo da dificulda-

de, cujas saídas seriam o grau de dificuldade e uma estimativa do tempo de ensaio. Se esse algoritmo puder ser desvendado, ele também poderá ser implementado e utilizado por regentes como ferramenta de previsão no processo de escolha de repertório, planejamento de ensaios e apresentações, além de avaliação da aprendizagem, contribuindo para amenizar o problema descrito acima.

Dialogando com áreas variadas, como programação, filosofia do valor, análise musical, técnica vocal e cognição musical, este trabalho isola a relação obra-coró e destaca elementos composicionais e competências do coró como parâmetros da dificuldade. Para objetividade da discussão, quaisquer fatores externos a esses dois grupos de parâmetros – como luminosidade ou temperatura da sala de ensaio e revezes enfrentados no dia-a-dia pelos cantores – foram desconsiderados, embora possam, na prática, sim, influenciar a sensação de dificuldade. O artigo relata porções das etapas de fundamentação teórica, análise musical e modelagem da pesquisa de doutorado em andamento do autor.

## Delimitação

Este estudo desenvolve-se no contexto dos coros adultos amadores mistos que buscam montar repertório original para coró *a cappella* na formação soprano-contralto-tenor-baixo (SCTB), um modelo conceitual de categoria de nível básico. Zbikowski (2002, pp. 32, 33) define esse tipo de categoria como aquela da qual o processo de categorização acontece tão espontaneamente quanto possível, retornando os menores lexemas reconhecíveis em um contexto cultural. Ora, o lexema coró remete imediata e simplesmente a um grupo de pessoas cantando, provavelmente distribuídos sonora e espacialmente entre vozes femininas e masculinas. Já um modelo conceitual, para Zbikowski (p. 46, 111), contém os atributos mais importantes da categoria, de acordo com os objetivos da categorização. No caso da categoria básica coró, os atributos de um modelo conceitual poderiam ser: vozes de pessoas de ambos os sexos, especialmente adultas, e somente suas vozes; necessária distribuição em soprano, contralto, tenor e baixo; e participação mais pelo desejo que pela obrigação de cantar.

A inauguração da associação *Sing-Akademie zu Berlin*, em 1791, pode ser adotada como marco zero do florescimento desse tipo de formação coral amadora. Além de ter contribuído na consolidação da música escrita somente para vozes, excluindo mesmo a – até então – tradicional participação facultativa de instrumentos musicais em repertório *a cappella*, o *Sing-Akademie* – ainda em atividade nos dias de hoje – foi o primeiro coró com os naipes de soprano e contralto constituídos por mulheres adultas (*Sing-Akademie zu Berlin*, n.d.-a, n.d.-b).

Esse coro transformou o conceito de música *a cappella* e iniciou um movimento que se espalhou pela Europa à época de sua fundação (Young, 2001).

O repertório produzido sob influência desse novo movimento *a cappella* em suas primeiras décadas pode ser considerado como arquetípico da música feita para a formação coral em questão. Típico, por reunir atributos que correspondem ao padrão de tipicidade, como diria Zbikowski (2002, p. 31), adequado a um coro similar ao modelo conceitual discutido acima. Arquetípico, por conter as obras mais antigas compostas tendo em mente especificamente esse modelo conceitual de coro.

Esta pesquisa assume tal repertório arquetípico como um sólido ponto de partida para compreensão do processo de dificuldade no contexto da música coral amadora. Por uma questão de padronização, optou-se por examinar o trabalho de apenas um compositor que houvesse publicado, com a mesma editora, um grande número de canções polifônicas em ciclos.

Assim, tornaram-se de particular interesse para este estudo os cinco ciclos de Felix Mendelssohn (1809-1847), opus 41, 48, 59, 88 e 100 (Bartholdy, 1877a, 1877b, 1877c, 1877d, 1877e), totalizando vinte e oito canções, todas publicadas pela *Breitkopf und Härtel* e compostas de 1834 a 1847 (Todd, 2001). Desde 1819, Mendelssohn foi aluno de Carl Friedrich Zelter (1758-1832), o segundo regente titular do *Sing-Akademie zu Berlin*. Enquanto compositor e, eventualmente, regente, Mendelssohn manteve relação com aquele coro até a morte de Zelter e, depois disso, com vários membros do coro. Ademais, a partir de 1835, Mendelssohn assumiu o cargo de diretor musical da *Gewandhausorchester* em Leipzig, o que incluía a direção do coro, cuja constituição também era amadora e mista de pessoas adultas, como o *Sing-Akademie zu Berlin* (Todd, 2003).

Deve-se esclarecer, portanto, que os resultados desta investigação limitam-se a repertório cujos atributos sejam também típicos do estilo em questão, sendo balizadores importantes – mas não exclusivos – a presença de alturas e durações definidas, texto verbal – independentemente do idioma – e figuras rítmicas representando exclusivamente a duração das vogais.

## Premissas

Assumem-se aqui quatro premissas. A primeira delas é a formulação desenvolvida por Kowalski de que “algoritmo = lógica + controle” (Kowalski, 1979). Essa formulação é amplamente aceita por muitos autores, como demonstra Kitchin (2017, pp. 16-17), que faz um panorama do campo de pesquisa sobre algoritmos. Nessa formulação, em

suma, a lógica corresponde à estrutura de dados e às operações que são realizadas entre os dados, enquanto o controle é a ordem das operações. Essa formulação pode ser aplicada diretamente a esta investigação, de modo que o algoritmo da dificuldade de uma obra coral para um coro seja igual ao conjunto dos parâmetros relacionados à dificuldade e das operações existentes entre os parâmetros, conjunto esse somado à ordem das operações.

Portanto, também assume-se, como segunda premissa, que *a estrutura de dados é parte da lógica*, como o próprio Kowalski (1979, p. 430) já havia afirmado. Tal premissa pode ser resumida da seguinte maneira:

$$\text{EstruturaDeDados} \subseteq \text{Lógica}$$

Isto quer dizer que, ao serem listados, categorizados e explicados parâmetros que estejam relacionados à sensação da dificuldade de uma obra coral, uma parte da lógica do algoritmo dessa dificuldade será tratada.

A terceira premissa é que *algoritmos são parte integrante de qualquer entidade concreta ou abstrata* (Gabbay & Siekmann, 2010, p. 1), o que poderia ser assim representado:

$$\forall \text{Entidade} (\exists \text{Algoritmo} \wedge (\text{Algoritmo} \subseteq \text{Entidade}))$$

Seguindo essa premissa, pode-se afirmar que a dificuldade de uma obra coral para um coro, enquanto processo, seja uma entidade abstrata e contenha um algoritmo intrínseco. Em outras palavras, há um processo cognitivo que constrói a dificuldade de uma obra coral para um coro e pode desconstruí-la ao longo dos ensaios. Esse processo de construção e desconstrução pode ser tomado como a referida entidade abstrata que contém um algoritmo.

A última premissa é que *um algoritmo existe independentemente de implementação em uma linguagem específica* (Goffey, 2008, p. 15). Em termos de lógica simbólica, seria algo como:

$$\forall \text{Algoritmo} (\text{Linguagem} \vee \neg \text{Linguagem})$$

Essa quarta premissa esclarece por que o processo da dificuldade de uma obra coral para um coro, pode conter um algoritmo, mesmo que este não tenha sido escrito. Entendendo o processo da dificuldade como uma entidade, seu algoritmo existe e, logo, alguns aspectos desse algoritmo talvez possam ser discriminados e escritos. É o que se pretende fazer aqui através de pseudocódigo.

## Dificuldade

Nesta seção, discutem-se duas proposições: (1) a dificuldade de uma obra coral para um coro resulta da fricção entre as complexidades da obra e as competências do coro; e (2) uma importante manifestação da dificuldade é o tempo necessário para que a obra seja aprendida pelo grupo. No decorrer da discussão, são definidos conceitos de dificuldade instantânea, dificuldade global e dificuldade média, além de se estabelecerem uma escala de medição para a dificuldade média e um referencial de tempo limite ideal para preparação de uma obra coral. Finalmente, apresentam-se implicações possíveis para a discussão.

### Relação Obra-Coro

Broncano-Berrocal (2020) explica a dificuldade do conhecimento em termos de desafios circunstanciais. Uma situação pode apresentar muitos desafios para uma pessoa. Cada desafio será mais ou menos difícil a depender de sua complexidade, dos níveis de habilidade disponíveis e da quantidade de esforço empregado na situação. Em outras palavras, a sensação de dificuldade resulta de um confronto entre a situação e o agente, não podendo a situação ser considerada difícil por si só, sem esse confronto.

A necessidade dessa confrontação é demonstrada, por exemplo, pelo levantamento, feito em Sottani (2023), de 57 elementos composicionais e 29 competências do coro associados à dificuldade, direta ou indiretamente, em 18 trabalhos analisados. De fato, a relação entre obra e coro está presente, ora implícita, ora explicitamente, em trabalhos que tratam de dificuldade de repertório, dos quais são exemplos notáveis Brinson e Demorest (2014) e Mehaffey (2005). Os primeiros categorizam coros por faixas de habilidades em função dos elementos composicionais que eles dominam. Sob outra perspectiva, Mehaffey categoriza peças corais em faixas de dificuldade em função dos tipos de coros que são capazes de realizá-las.

Von Krigstein (2019) acrescenta uma definição neutra para a dificuldade. O autor defende que há tarefas que podem ser consideradas difíceis simplesmente pela baixa probabilidade de sucesso. O artigo de von Krigstein não trata de música, mas intuitivamente, sua definição é amplamente usada no canto coral. Frases como “essa peça é fácil” ou “aquele oratório é difícil” são frequente e acertadamente ditas sem qualquer ligação com um coro específico. Sottani (2023), em sua busca exploratória por catálogos de obras corais, lista vários trabalhos que também determinam o grau de dificuldade de maneira neutra, usando escala numérica ou termos qualitativos sem conexão com um coro ou mesmo com uma categoria de coros específica – e, eventualmente, sem qualquer explicação para a escala. Nota-se que a defini-

ção neutra trazida por von Kriegstein é muito interessante por corresponder a um modo de perceber a dificuldade amplamente praticado. Contudo, o presente artigo *não* a adotará, haja vista que propõe-se aqui desvendar um algoritmo que determine o grau dificuldade de uma obra coral em função um coro.

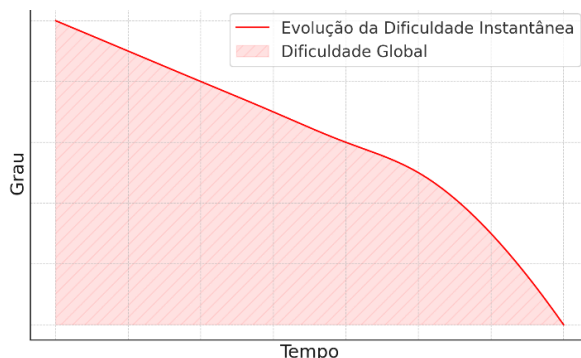
### Tempo

O tempo é reconhecido, por Csikszentmihalyi (2013), Bradford (2015) e Broncano-Berrocal (2020), sob diferentes olhares, como aspecto da dificuldade ou associado a ela de alguma forma. Sottani (2023) confirma o tempo disponível para preparação de uma peça como um aspecto fundamental da sensação de dificuldade no campo da música coral e menciona Gerow (1961), Brunner (1992), Webb (2007), Hyman (2009) e Miguel et al. (2020), que apontam essa relação.

Na verdade, além do tempo de ensaio disponível, o tempo de duração de uma obra musical por si só já impõe certos desafios. Todavia, note-se que o tempo de preparação é proporcional ao conjunto de todos os desafios que constituem uma obra, e não apenas à duração da música. Por exemplo, uma cantata de 30 minutos que seja absolutamente simples diante de um coro altamente habilidoso requererá, para ser preparada, ao menos o tempo da leitura à primeira vista. Por outro lado, uma canção de 5 minutos muito complexa para o mesmo coro poderá demandar vários ensaios, e sua preparação poderá exceder em muito os 30 minutos da obra mais longa.

Gallego-Durán et al. (2018) explicam a dificuldade como um custo de esforço e tempo para o agente, como ilustra a Figura 1. Em seu modelo, portanto, a dificuldade deve ser projetada no tempo, embora com uma diferença fundamental em relação à abordagem do presente estudo. Gallego-Durán et al. tratam do tempo decorrido, a ser coligido após a realização da atividade. Este estudo, por sua vez, busca representar um algoritmo que possa estimar o tempo necessário à preparação de uma obra coral antes do primeiro ensaio da obra, assim como um regente coral experiente o faz, com propriedade, quando escolhe repertório. A propósito, isto implica que *esse regente domina o algoritmo em questão, mesmo que intuitivamente, e estudar sua abordagem pode ajudar a desvendar o algoritmo.*

**Figura 1**  
Projeção Temporal da Dificuldade de uma Atividade



Nota. Os conceitos de dificuldade instantânea e global serão explicados a seguir. Gráfico meramente ilustrativo inspirado em Gallego-Durán et al. (2018).

### Formulação Básica

Dois conceitos estão representados da Figura 1. A *dificuldade instantânea* é o grau de dificuldade sentido a cada momento da atividade. Se aferida periodicamente ao longo da atividade, a dificuldade instantânea gerará uma linha descendente. Por sua vez, a *dificuldade global* ( $D_g$ ) de uma obra para um coro poderia ser calculada como a integral da dificuldade instantânea ( $D_i$ ) diferencial ( $d$ ) enquanto a peça é preparada pelo grupo (intervalo  $p_0$  a  $p_n$ ), em relação ao tempo de preparação ( $p$ ), o que poderia ser representado da seguinte maneira:

$$D_g = \int_{p_0}^{p_n} D_i(p) dp$$

Por acumular dificuldade instantânea diferencial ao longo da preparação da música pelo coro, pode-se referir a esse modelo, que é muito instigante, como acumulativo. Porém, o modelo é também intrincado, por se tratar aqui de uma atividade cujas tarefas têm duração mínima variando desde o tempo de emissão de apenas um acorde até é a duração da música completa. Seriam necessários desdobramentos da fórmula acima para se encontrar um coeficiente que dispense a necessidade de cálculo integral. Por exemplo, esse coeficiente poderia ser encontrado com base em padrões de demanda de ensaio, observados na prática, para correspondências específicas entre elementos composicionais e competências do coro.

Se a dificuldade global ( $D_g$ ) puder ser calculada dessa outra maneira, os dados de entrada deixam de ser a dificuldade instantânea ( $D_i$ ) e o tempo de preparação ( $p$ ) e passam a ser o grau de complexidade dos desafios presentes na obra e o grau de habilidade do coro nas competências relacionadas. Tem-se assim um modelo preditivo, em que o



tempo de preparação é um dado de saída – como acontece na avaliação feita por um regente coral experiente no processo de escolha de repertório. Um teste interessante seria comparar o retorno do modelo preditivo no ato da escolha de repertório com o retorno do modelo acumulativo após todo o processo de preparação da peça escolhida. O modelo preditivo seria validado se retornasse resultados similares ao modelo acumulativo. Caso contrário, ajustes seriam necessários no modelo preditivo.

Assumindo o modelo preditivo, pode-se reconhecer a dificuldade global como a necessidade do coro de superar o conjunto de todos os desafios presentes na partitura, com mais ou menos esforço, ao longo da preparação da música. Sob essa perspectiva, há outra grandeza a se examinar: a densidade média de dificuldade, ou, simplesmente, a *dificuldade média* ( $D_m$ ). Essa grandeza pode ser entendida como a distribuição dos desafios ao longo da partitura e pode ser representada como a razão entre a dificuldade global ( $D_g$ ) e o tempo ( $t$ ) de duração da peça (Sottani, 2023), assim:

$$D_m = D_g / t$$

Nessa fórmula, a dificuldade global ( $D_g$ ) seria inserida indiretamente, conforme o modelo preditivo proposto acima. Aferir a dificuldade média é relevante, porque a observação inicial dos elementos composicionais de uma peça coral pelo regente, com a finalidade de escolha de repertório para um coro, precisa ser ágil e seguir um caminho tão intuitivo quanto possível, *considerando a partitura como um todo*. Assim, no que diz respeito aos elementos composicionais, os dados de entrada poderiam ser representados por valores qualitativos relativos à distribuição *média* da *complexidade* de cada elemento através da música, por exemplo: mais simples que complexo; ou tão simples quanto complexo.

### Escala de Medição

O presente estudo assume a necessidade da confrontação obra-coro e estabelece que um grau máximo de dificuldade média nessa relação, aqui definido como grau 10, corresponderia à situação em que a preparação de uma obra coral por um coro *tende* a ser inviável devido a limitações técnico-musicais do coro em relação às exigências da partitura. A partir do ponto em que a preparação é inviável, o grau de dificuldade média excede o máximo, ou seja, fica acima de 10. Assim, a preparação daquela obra por aquele coro também é irrelevante. E, se não existir possibilidade ou necessidade de preparação, logo não existirá dificuldade real.

Bradford (2015) explica que seria uma proposição natural dizer que uma atividade pode ser considerada difícil a partir do ponto em

que a quantidade de esforço empregada excede certo limite – independentemente do tipo de esforço. A própria autora critica essa abordagem, complementando que, para uma atividade ser considerada difícil, ela deveria demandar certa quantidade de esforço especificamente *intenso* – o que quer dizer que qualquer coisa abaixo disso seria *fácil*.

Embora o autor do presente estudo concorde com a crítica de Bradford, ele insistirá em usar o termo “dificuldade” para um espectro de intensidades de *qualquer* esforço que comece em um valor mínimo acima de zero. Trata-se principalmente de uma simplificação terminológica: “pouco difícil” é o mesmo que “muito fácil”, e vice-versa. Além disso, com os dados de que se dispõe no momento, é inviável determinar o que seria um “limite mínimo de intensidade” (Bradford, 2015, p. 49) do esforço a partir do qual a preparação de uma peça coral deixaria de ser “fácil” e passaria a ser “difícil”. Por isso, no contexto do presente estudo, um grau de dificuldade zero na relação obra-coro somente acontece na inexistência da música ou do coro.

Por sua vez, Csikszentmihalyi (2013), ao discutir equilíbrio entre dificuldade e habilidades na experiência individual, estabelece um modelo em que esse equilíbrio seria mais eficiente para manter o interesse pela atividade quando acima do nível médio da pessoa (p. 291). Esse modelo pode ajudar a estabelecer, na escolha de repertório, o limite mínimo de um intervalo aproximado de graus de dificuldade média dentro do qual o interesse do coro pela peça a ser ensaiada seja mais provável. Estando dentro desse intervalo, a obra ofereceria desafios para o coro aprimorar competências e, ao mesmo tempo, não sobrecarregaria o grupo, conforme indicação, por exemplo, de Miguel et al. (2020), Laprade (2009) e Brunner (1992). A partir de Csikszentmihalyi, pode-se dizer então que o grau 5 de dificuldade média seja o limite mínimo do intervalo de interesse. O que requer mais investigação, assim como a definição de quão abaixo do grau 10 estaria o limite máximo desse intervalo.

O outro dado de saída do modelo preditivo proposto é o tempo de ensaio que uma obra demandará do coro. O valor pode ser expresso em diversas grandezas: minutos; encontros; semanas; ou meses. Considerando-se que a produção de um coro amador geralmente forma ciclos de um ano, e assumindo-se que o grupo tem, pelo menos, um mês de férias por ano, um limite máximo de tempo para a preparação de uma obra dentro do ciclo seriam 11 meses. Se convertido para minutos ou encontros, esse mesmo limite poderá variar a depender da rotina do coro – quantidade de ensaios semanais e tempo de dedicação a uma mesma obra em cada ensaio.

Obviamente, não se pretende aqui excluir o processo de aprendizagem contínuo e acumulativo que pode, sim, ultrapassar o tempo de

um ano. No entanto, para funcionamento prático do modelo, é necessário estabelecer algum tipo de referencial. Permanece aqui aberta para estudos futuros a questão de como seria a formulação da viabilidade se, ao invés de avaliar apenas uma obra em relação a um coro, o algoritmo avaliasse todo o repertório do programa para o mesmo prazo máximo.

### Implicações

À medida que um coro prepara um programa, espera-se que o grupo desenvolva competências e seus níveis de habilidade. Portanto, a abrangência do que aqui se chama grau 10 de dificuldade média pode aumentar conforme as capacidades do coro avançam, como se ilustra nos parágrafos a seguir.

Uma vez que os elementos composicionais presentes na partitura de uma obra coral A, por exemplo, são permanentes, perto do final de sua preparação por um coro, a dificuldade instantânea pode diminuir mais rapidamente que no início. A representação gráfica pode resultar em uma curva de decaimento acelerado, como na Figura 1. Em um final hipotético de um processo de aprendizagem bem-sucedido, a curva de dificuldade pode até mesmo cair ao ponto de resultar em tédio – conforme explica Csikszentmihalyi (2013).

Uma vez adquiridas novas competências ou aprimoradas competências prévias durante a preparação da obra A, desafios maiores passam a ser viáveis para o coro, os quais passam então a ser abrangidos pelo grau 10 de dificuldade média. Então, se o coro empreende, a seguir, a preparação de uma obra B com elementos composicionais similares aos da obra A, o grau de dificuldade instantânea inicial para a obra B provavelmente será menor do que foi para a obra A. Logo, a aferição da dificuldade média da obra B resultará valor menor que o aferido para a obra A anteriormente.

Conclui-se que o grau de dificuldade média de uma obra poderá variar conforme a condição técnica do coro, que, por sua vez, varia conforme uma grande diversidade de fatores. Inclusive, deve-se levar em consideração que a rotatividade no corpo de cantores pode reverter parcial ou completamente o efeito da aprendizagem coletiva – de fato, isso acontece rotineiramente no universo dos coros amadores.

Aferir o grau de dificuldade média de uma obra coral ainda no processo de escolha de repertório novo pode auxiliar o regente na reflexão sobre o subsequente processo de aprendizagem durante os ensaios e a programação da apresentação. Por exemplo, comparem-se, no contexto de um coro, uma obra curta com alta dificuldade média e uma obra longa com baixa dificuldade média. As duas poderão demandar o mesmo tempo de ensaio, uma pela alta dificuldade média,

a outra pela longa duração – como demonstrado anteriormente em Sottani (2023). É possível que a primeira traga grandes contribuições em aprendizagem para o coro, enquanto a segunda oferecerá mais tempo de apresentação. Em vista disso, o regente precisa avaliar se é possível ou interessante trabalhar as duas obras ou apenas uma e qual delas na montagem de um programa, tendo sempre em mente o potencial de aprendizagem do coro e o tempo disponível.

Adicionalmente, estimar a demanda de ensaios pode ajudar o regente: a evitar obras que, mesmo apresentando uma dificuldade média acessível ao coro, seja inviável pelo tempo de ensaio demandado; a determinar o tempo ideal de preparação de uma obra coral viável; e a programar uma longa série de ensaios. Note-se que o tempo estimado de ensaio não é apenas o tempo necessário para a preparação da obra, mas sim o tempo *ideal* dentro do qual o grupo potencialmente terá interesse no processo de aprendizagem. Uma vez que o tempo de preparação faz parte da formulação da dificuldade no modelo acumulativo, um tempo mais estendido reduzirá a dificuldade média, podendo reduzir também o interesse em função de tédio. Por outro lado, um prazo apertado aumentará a dificuldade média, podendo diminuir o interesse em função da sobrecarga.

## Método

Adotando-se o modelo preditivo, buscou-se elencar, como parâmetros que influenciem a percepção da dificuldade na relação obra-coro, elementos morfológicos e sintáticos da composição coral e as competências do coro a eles relacionadas. Partindo-se do repertório delimitado, 236 elementos composicionais foram listados e avaliados quanto a sua viabilidade e eficácia no processo de escolha de repertório, dado que o modelo preditivo deve retornar resultados semelhantes aos da avaliação do regente experiente nesse processo. Os elementos viáveis e eficazes foram selecionados e reduzidos a 28 variáveis que, validadas por análise de componentes principais (ACP), induziram a elaboração de uma lista de 35 competências relacionadas.

### Instrumento SHMRG

O instrumento de coleta de dados de elementos composicionais foi construído em Excel e permitiu reunir em larga escala informações composicionais das 28 canções, convertendo eventuais valores nominais em valores numéricos. Ele inclui uma seção de registro de cada canção, seguido de cinco seções relacionadas ao que LaRue (1992, pp. 10-12) designa como os quatro elementos contribuintes – Som, Harmonia, Melodia e Ritmo – e o quinto elemento integrador – Acreção,

de “*Growth*” em inglês. Por isso, será usado aqui o termo *instrumento SHMRG*, e sua construção reproduziu o entendimento de Sottani (2023, pp. 148-149) para os cinco elementos.

O elemento acreção de LaRue (1992) é relacionado ao que Zbikowski (2002) chama de sintaxe. Para este, a sintaxe musical é idiossincrática a cada composição, e sua estrutura somente se revela ao longo da duração da música (Zbikowski, 2002, p. 52). A sintaxe de Zbikowski, assim como o elemento acreção de LaRue, cumpre a função de unificar, conectar os outros elementos em uma composição musical, criando um sistema coesivo e ordenado. Para LaRue, o elemento acreção permeia os demais elementos e, portanto, estará presente em toda a análise.

A avaliação que um regente faz no processo de escolha de repertório para estimar o grau de dificuldade de uma obra coral para o grupo que ele rege pode, intuitivamente, orientar-se pelas mesmas categorias de parâmetros nas quais se organiza o instrumento SHMRG. Não é difícil prever que, ao olhar pela primeira vez para a partitura, pensando em seu coro, o regente experiente avaliará aspectos gerais da sonoridade, da harmonia, das melodias de cada naípe, do tratamento do tempo e do ritmo e dos elementos integradores, em especial, o texto. A correspondência entre a abordagem inicial e intuitiva do regente e a proposta de LaRue (1992) faz deste uma escolha metodológica especialmente adequada para orientar a coleta de dados de parâmetros composicionais.

Dentre os parâmetros avaliados no instrumento SHMRG, foram destacados aqueles cuja observação, na rotina de um regente de coro, fosse *viável desde o momento da escolha de repertório e, a priori, eficaz para uma avaliação do grau de dificuldade da obra em relação ao coro*. Então, além da relevância de cada parâmetro, sua viabilidade foi julgada com base no tempo demandado para sua avaliação. Como o regente pode ter de lidar com uma quantidade considerável de partituras, sua análise preliminar precisa fornecer uma visão rápida e eficaz sobre o repertório, agilizando o processo de escolha.

De fato, avaliar alguns parâmetros foi muito trabalhoso, às vezes demandando longa reflexão antes de uma decisão, devido ao potencial de os parâmetros estarem sujeitos a intenso debate, especialmente em se tratando da conversão valores qualitativos em valores numéricos, como, por exemplo: contraste entre registros vocais demandados; “cor” harmônica; e contraste entre tensão e relaxamento rítmico. Outros requereram análise profunda da partitura antes da coleta de dados para preenchimento do instrumento SHMRG – em outras palavras, uma análise meticulosa paradoxalmente antes mesmo de uma eventual análise preliminar com vistas à escolha de repertório –

como, por exemplo, a classificação detalhada de funções harmônicas. Parâmetros assim foram excluídos das etapas subsequentes.

### Redução de Dados

Uma vez selecionados apenas os parâmetros viáveis e eficazes, realizou-se uma *redução de dados* a partir de relações observadas entre eles. Essas relações induziram a elaboração de 28 *instruções de observação Q*, de “questão”, contemplando todos os parâmetros selecionados – cada instrução direcionando a observação simultânea, pelo regente, de um grupo de parâmetros. As instruções Q foram então sumarizadas e, assim, revelaram parte da estrutura de dados de entrada do algoritmo, como se verá mais adiante.

Para verificar a coerência das relações implícitas nas instruções Q, as relações foram representadas matematicamente, e os dados numéricos, então reduzidos, foram analisados. Cada instrução foi representada como um conjunto de operações, o qual passou a ser tratado como uma *variável Q*. Um princípio fundamental para se construir as fórmulas das variáveis Q foi multiplicar os pontos de dados de diferentes tipos de magnitude e adicionar os pontos de dados do mesmo tipo de magnitude, seguindo-se alguns ajustes conforme necessário. O caso da instrução Q24 (Tabela 1) é relativamente simples, por envolver apenas 3 parâmetros, e ajuda a ilustrar sucintamente o processo. Outras instruções Q podem envolver quantidades maiores de parâmetros, como a instrução Q14, que envolve 8 parâmetros.

**Tabela 1**  
Transformação da Instrução Q24 na Variável Q24

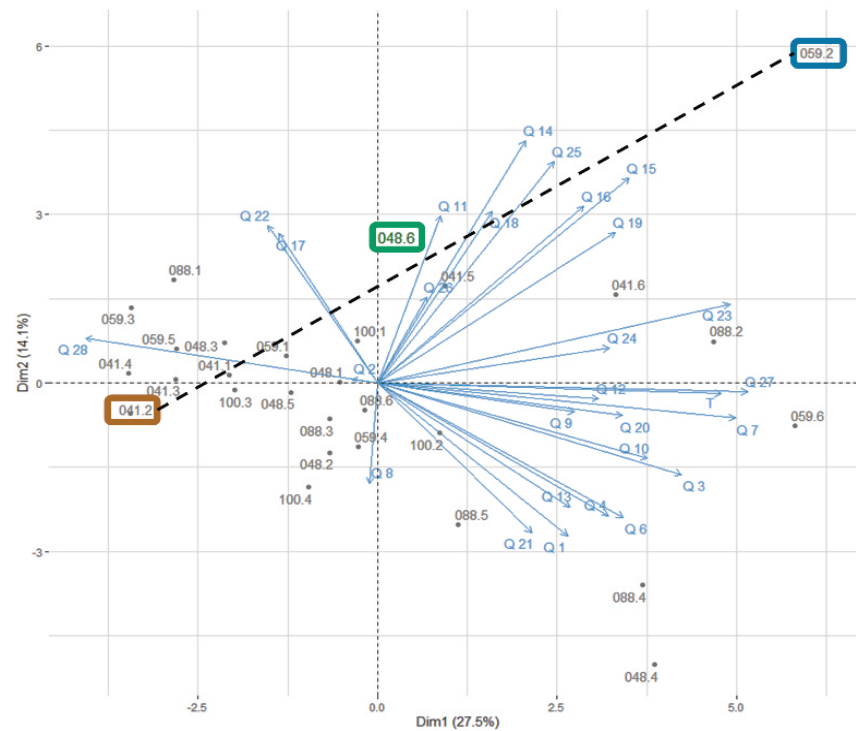
Instrução Q24	Explicação	Variável Q24
Considere como alteração de andamento qualquer indicação de andamento depois do início da música, além de marcadores como: <i>ritardando</i> , <i>ritenuto</i> , <i>fermata</i> , <i>accelerando</i> , <i>affrettando</i> , a tempo. Observe o quanto essas alterações acontecem.	A quantidade de alterações no andamento no interior de seções ao longo da partitura tem o potencial de promover desafios. Esse potencial é multiplicado pela variedade de tipos de mudança. O produto é adicionado à quantidade de mudanças de andamento entre seções.	= “Quantidade de mudanças no andamento entre seções” + “Quantidade de marcadores de alteração no andamento no interior de seções” * “Quantidade de tipos de marcadores de alteração no andamento no interior de seções”

Às variáveis Q, acrescentou-se ainda a variável T, de “tempo”, representando o andamento. Em maior ou menor medida, o andamento influencia o julgamento de praticamente todas as instruções Q, mas a medida metronômica do andamento não foi abordada diretamente em nenhuma delas.

Os dados observados nas 29 variáveis resultantes passaram por uma *análise de componentes principais*, ou ACP (Kuhn & Johnson, 2013, pp. 35-40; Fávero, 2017, pp. 379-429), a qual foi representada visualmente em gráfico bidimensional, com agrupamento de canções e parâmetros por similaridade no espaço de componentes principais – Figura 2.

**Figura 2**

Canções e Variáveis Composicionais no Espaço de Componentes Principais



Nota. Os vetores representam as variáveis Q e T. Os pontos representam as canções no formato 'ooo.n', sendo 'ooo' o opus, e 'n' o número. A linha tracejada inclinada liga as duas canções mais extremas em tendência de desvio padrão (DP). A etiqueta vermelha indica a canção que tende a ter menor DP na maioria de suas variáveis; a etiqueta azul, a canção que tende a ter maior DP; e a etiqueta verde, uma canção que tende a ter DP intermediário. Gráfico elaborado com R Studio; destaques acrescentados com PowerPoint.

Na etapa seguinte, uma vez que a dificuldade de uma obra coral não se manifesta na partitura por si só, mas se constrói na relação obra-coro, buscou-se mapear as *competências C* das quais o grupo dependeria diretamente para lidar com o conjunto das variáveis Q. Assim, com base principalmente em Davids e LaTour (2012) e Jordan (2005), deduziu-se um elenco de 35 competências C.

## Resultados

A ACP mostrou que a dispersão das canções no espaço bidimensional corresponde à impressão que se tem da complexidade das 28 canções analisadas. A maioria das variáveis Q tem desvio padrão (DP) aumentado no sentido à direita da Figura 2, o que corresponde à percepção

de que as canções anotadas mais à direita são as que tendem a agregar mais desafios. Por outro lado, um grupo de canções se aglomera à esquerda da figura, tendendo a agregar menos desafios, enquanto acompanham o aumento do DP de poucas variáveis, especialmente Q28. Uma análise das partituras das canções destacadas na figura confirma, por exemplo, que a canção Op. 59, No. 2, tende a oferecer um conjunto maior de complexidades que a canção Op. 48, No. 6, enquanto a canção Op. 41, No. 2, de fato tende a oferecer menos desafios, com exceção de poucas variáveis, como Q28. Nota-se ainda que o DP dessa variável é praticamente inverso ao de T. Ou seja: quanto maior a complexidade da peça na variável Q28, menor tende a ser o andamento.

Portanto, a ACP das variáveis Q e T e das canções comprova a coerência das relações implícitas nas 28 instruções Q e dá credibilidade ao uso dessas instruções como parte da estrutura de dados de entrada do algoritmo. Conseqüentemente, confirmam-se as instruções Q como uma base sólida para a dedução das 35 competências C do coro.

### Instruções Q

195

A ordem das instruções Q foi preparada para minimizar, tanto quanto possível, a influência de uma instrução sobre as demais enquanto são seguidas pelo usuário de um algoritmo eventualmente implementado. A ordem foi também orientada, em menor medida e não estritamente, pela sequência dos elementos no instrumento SHMRG. Esse ajuste visa a refletir, até certo ponto, o fluxo intuitivo da avaliação de uma obra coral pelo regente durante o processo de escolha de repertório – por outro lado, é um direcionamento para regentes menos experientes nesse fluxo. Além disso, as instruções foram separadas em dois grandes grupos: o primeiro sobre características de cada parte; e o segundo sobre características gerais da partitura. Na Tabela 2, cada uma das 28 instruções Q é apresentada na forma resumida e na forma completa.

**Tabela 2**  
Instruções de Observação da Partitura

Q	Forma Sumarizada	Forma Completa
Elementos Composicionais Relacionados a Registros Vocais		
1	Extremo agudo do soprano, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo agudo do soprano e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
2	Extremo grave do soprano, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo grave do soprano e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.



Q	Forma Sumarizada	Forma Completa
3	Transição médio-agudo do soprano, o quanto e como é usada.	Observe o quanto e como é usada a transição do registro médio para o registro agudo do soprano.
4	Extremo agudo do contralto, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo agudo do contralto e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
5	Extremo grave do contralto, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo grave do contralto e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
6	Transição médio-agudo do contralto, o quanto e como é usada.	Observe o quanto e como é usada a transição do registro médio para o registro agudo do contralto.
7	Extremo agudo do tenor, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo agudo do tenor e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
8	Extremo grave do tenor, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo grave do tenor e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
9	Transição médio-agudo do tenor, o quanto e como é usada.	Observe o quanto e como é usada a transição do registro médio para o registro agudo do tenor.
10	Extremo agudo do baixo, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo agudo do baixo e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
11	Extremo grave do baixo, sua incidência e contexto.	Observe o quanto ocorrem notas no extremo grave do baixo e o contexto: intervalos, dinâmica, ritmo e as vogais e as consoantes envolvidas.
12	Transição médio-agudo do baixo, o quanto e como é usada.	Observe o quanto e como é usada a transição do registro médio para o registro agudo do baixo.
<b>Outros Elementos Composicionais</b>		
13	Tipos de texturas, o quanto e como se alternam.	Observe as texturas e os tipos de organização polifônica ao longo da partitura, além de quanto e como eles se alternam.
14	Sinais de dinâmica, seu uso, o quanto e como se alternam.	Adote como marcador de dinâmica qualquer sinal que indique: <i>ff, f, mf, mp, p, pp, crescendo, diminuendo</i> . Observe os marcadores usados na partitura, o quanto são usados, além de quanto e como eles se alternam ao longo da peça.
15	Sinais de articulação, o quanto são usados e como se alternam.	Adote como marcador de articulação qualquer sinal de: <i>legato, staccato, portato, sforzato, accento, forte-piano, dolce, messa di voce (&lt; &gt;)</i> . Assuma a ausência de sinais como marcador de legato. Observe os marcadores usados na partitura, o quanto são usados e o quanto eles se alternam ao longo da peça.
16	Apojaturas curtas ( <i>grace notes</i> ) e sua incidência.	Observe as apojaturas curtas ( <i>grace notes</i> ) que aparecem ao longo da partitura e o quanto elas aparecem.
17	Tipos de cromatismo e sua incidência em cada parte coral.	Observe os tipos de cromatismo que aparecem ao longo da linha de cada naipe e o quanto eles aparecem.

Q	Forma Sumarizada	Forma Completa
18	Dissonâncias criadas por notas do acorde sobre pedais e com pedais, e sua incidência.	Considere os pedais ao longo da partitura como o contexto desta questão. Inclua em sua consideração: não apenas os pedais produzidos por notas prolongadas, mas também por notas repetidas insistentemente, seja repetição contínua, seja repetição periódica; não apenas os prolongamentos ou repetições presentes no baixo, mas também nos outros naipes. Observe nesses contextos as dissonâncias formadas entre as notas reais dos acordes e entre essas notas e a nota do pedal, além do quanto essas dissonâncias acontecem.
19	Notas sustentadas, sua duração e incidência.	Considere as sílabas mais longas que ocorrem sobre uma única nota sustentada. Observe o quanto elas são longas e o quanto elas aparecem ao longo da linha de cada naipe.
20	Tipos de melisma, sua velocidade, duração e incidência.	Considere como melisma qualquer mudança de nota em prolongamento de sílaba, isto é, sem atacar uma nova sílaba – geralmente indicado na partitura com o sinal de ligadura. Observe os tipos de melisma presentes na partitura, sua velocidade, sua duração e o quanto eles ocorrem.
21	Tipos de contorno melódico, atenção especial a movimento disjuntivo e sua incidência.	Observe o(s) tipo(s) de contorno melódico desenhado(s) para cada naipe ao longo de toda a partitura, os tipos de saltos e o quanto ocorrem saltos grandes, saltos pequenos e graus conjuntos.
22	Razão entre ocorrência e não ocorrência de motivos melódicos.	Considere como motivo melódico um padrão produzido por sequências específicas de intervalos e/ou por sequências específicas de direções melódicas (ascendente e descendente). Considere ainda que, para ser um motivo, esse padrão precisa ser repetido, seja literalmente, seja com variação. Observe na partitura a proporção entre a ocorrência e a não ocorrência de motivos melódicos.
23	Material musical, desconsiderando repetições.	Considere como um indicador de material musical a quantidade aparente de notas articuladas ao longo da partitura, descartando repetições exatas ou quase exatas de trechos da música – sejam as repetições escritas por extenso, indicadas por um <i>ritornello</i> ou implícitas pela presença de várias estrofes. Ignore o andamento e a duração resultante da peça. Observe esse indicador de material musical.
24	Alterações de andamento e sua incidência.	Considere como alteração de andamento qualquer indicação de andamento depois do início da música, além de marcadores como: <i>ritardando</i> , <i>ritenuto</i> , <i>fermata</i> , <i>accelerando</i> , <i>affrettando</i> , a tempo. Observe o quanto essas alterações acontecem.
25	Mudanças de métrica, sua incidência e natureza.	Considere como mudança de métrica a alteração na quantidade de pulsos por compasso – se unário, binário, ternário ou quaternário – ou a alteração na quantidade de subdivisões por pulso – se simples ou composto. Observe as mudanças de métrica ao longo da peça, além de quanto e como elas acontecem.
26	Diversidade de padrões rítmicos.	Considere eventuais padrões produzidos por sequências específicas de figuras rítmicas. Considere ainda eventuais repetições desses padrões rítmicos ao longo da partitura. Observe na partitura a variedade de padrões rítmicos existentes.

Q	Forma Sumarizada	Forma Completa
27	Taxa de sílabas pronunciadas em um pulso ou um compasso em geral.	Considere a velocidade com que cada naipe se move de uma sílaba para outra ao longo de toda a partitura. Ignore as notas, isto é, imagine uma declamação rítmica do texto com a voz impostada. Considere então a influência da velocidade sobre a necessidade de ajustes técnicos para a emissão das sílabas. Observe a taxa de sílabas enunciadas no decorrer de um pulso ou de um compasso no geral.
28	Relação entre o tamanho do poema, desconsiderando repetições, e o tamanho da música, incluindo repetições.	Considere a extensão do poema. Para isso, descarte as repetições de texto ao longo da peça, se houver. Em seguida, considere como “tamanho” da música a quantidade aparente de notas articuladas ao longo da partitura, incluindo todas as repetições musicais – sejam as repetições escritas por extenso, indicadas por um ritornello ou implícitas pela presença de várias estrofes. Ignore o andamento e a duração resultante da peça. Observe a relação entre a extensão do poema e o “tamanho” da música.

Nota. A definição de “tamanho da música” na instrução Q28 não é a mesma coisa que o “indicador de material musical” da instrução Q23. Para “tamanho da música”, todas as repetições musicais são importantes; para o indicador de “material musical”, essas repetições são excluídas.

Cada instrução Q é acompanhada de uma questão: “Em comparação com o estilo delimitado, este aspecto desta peça é...” Para padronização das respostas, foi criada uma lista de valores Q: “A característica não existe ou não se aplica”; “Simples”; “Mais simples que complexo”; “Médio, ou tão simples quanto complexo”; “Mais complexo que simples”; “Complexo”; e “Complexo demais para o estilo”. Em que “simples” ou “complexo” têm como referência o estilo do repertório analisado. Ou seja, “simples” ou “complexo” para o que se espera do estilo.

A intensidade do valor, por outro lado, se refere à distribuição do grau de complexidade, referente à respectiva instrução Q, ao longo de toda a peça, como explicado anteriormente acerca da formulação básica da dificuldade média. Por exemplo, para uma instrução Q, se for observada alta complexidade em apenas um pequeno trecho da peça, a resposta à instrução pode ser: “Mais simples que complexo.” Se for observada alta complexidade na maior parte da música, a resposta pode ser: “Mais complexo que simples.”

Importante esclarecer que não se trata de avaliar o grau de *dificuldade* de cada parâmetro, já que grau de dificuldade será a saída do algoritmo após a confrontação entre os elementos composicionais e as competências do coro. O que a lista de valores Q propõe é uma avaliação da *complexidade* dos parâmetros e suas interações, implícitos em cada instrução Q, em relação à peça como um todo e ao estilo.

## Competências C

Conforme mencionado anteriormente, as competências C foram deduzidas como requisitos diretos para o coro lidar com os parâmetros e suas interações implícitos nas instruções Q. A distribuição e a ordem das competências C procurou seguir, na medida do possível, a ordem da correspondência com as instruções Q.

Tabela 3  
Competências C

C	Competência
Descrição Técnica do Soprano	
1	Limite agudo da tessitura.
2	Limite grave da tessitura.
3	Habilidade de controlar a abertura interna da cavidade oral.
4	Habilidade de modificar vogais para se adaptarem a notas mais agudas.
5	Habilidade de controlar o suporte de ar.
6	Habilidade de executar a própria linha sem se deixar influenciar pelos outros naipes.
Descrição Técnica do Contralto	
7	Limite agudo da tessitura.
8	Limite grave da tessitura.
9	Habilidade de controlar a abertura interna da cavidade oral.
10	Habilidade de modificar vogais para se adaptarem a notas mais agudas.
11	Habilidade de controlar o suporte de ar.
12	Habilidade de executar a própria linha sem se deixar influenciar pelos outros naipes.
Descrição Técnica do Tenor	
13	Limite agudo da tessitura.
14	Limite grave da tessitura.
15	Habilidade de controlar a abertura interna da cavidade oral.
16	Habilidade de modificar vogais para se adaptarem a notas mais agudas.
17	Habilidade de controlar o suporte de ar.
18	Habilidade de executar a própria linha sem se deixar influenciar pelos outros naipes.
Descrição Técnica do Baixo	
19	Limite agudo da tessitura.
20	Limite grave da tessitura.
21	Habilidade de controlar a abertura interna da cavidade oral.
22	Habilidade de modificar vogais para se adaptarem a notas mais agudas.
23	Habilidade de controlar o suporte de ar.
24	Habilidade de executar a própria linha sem se deixar influenciar pelos outros naipes.
Descrição Técnica do Coro Como um Todo	
25	Habilidade de controlar a abertura dos lábios.
26	Agilidade no controle da musculatura adequada para realização de articulações diversas.
27	Agilidade no controle da musculatura adequada para realização de vocalises.
28	Percepção das funções harmônicas das notas.
29	Percepção das estruturas melódicas básicas (escala, pentacorde, tetracordes e arpejos).
30	Memória musical.
31	Leitura melódica.

C	Competência
32	Leitura rítmica.
33	Flexibilidade para execução de variedades rítmicas.
34	Idiomas.* Idioma <i>i</i> . Habilidade na pronúncia <i>i</i> .
35	Agilidade na articulação de sílabas (língua, lábios e mandíbula).

\* Presume-se a possibilidade de um coro cantar em diversos idiomas.

Foram geradas várias listas de valores para padronização das respostas às competências C. Para C1, 2, 7, 8, 13, 14, 19 e 20, uma lista de *valores N*, com nomes de notas e seus registros na escala geral, sendo o Dó Central igual a Dó 4. Para as demais competências, com exceção de C34, adotaram-se os seguintes *valores H* indicando graus de habilidade: “Nenhuma habilidade”; “Mais dificuldade que facilidade”; “Fluência média”; “Mais facilidade que dificuldade”; e “Totalmente fluente”. Para C34, criaram-se uma lista de *valores I*, com nomes de idiomas, e uma lista de *valores HI*, que só difere dos *valores H* no primeiro valor: “Apenas contato inicial”. Pois não faria sentido indicar um idioma como característica de um coro se o grupo tem “Nenhuma habilidade” naquele idioma. Nesse caso, basta não indicar o idioma.

Observe-se, mais uma vez, que não se trata de medir, de antemão, quanta dificuldade o coro terá em determinado conjunto de elementos de uma composição específica. Trata-se de anotar quanta fluência o grupo tem em cada competência da qual ele dependerá diretamente para lidar com composições corais em geral.

### Estrutura de Dados de Entrada

A seguir, apresenta-se a estrutura de dados de entrada construída a partir das instruções Q, das competências C e de suas listas de valores. Os campos adicionais são para: identificação da obra e do coro; obtenção de informações de tempo; e cadastro das extensões requeridas pela partitura. O pseudocódigo foi redigido de modo que possa ser manifesto em dois formulários para inserção dos valores, tendo em vista uma implementação subsequente do algoritmo em linguagem de programação. Uma vez implementado, o algoritmo precisa derivar as escalas nominais em escalas ordinais (Thomas, 2021, p. 56, 141-142) para a conversão dos dados de entrada em valores matematicamente operáveis.

Com a estrutura de dados de entrada abaixo, cumpre-se o objetivo deste artigo, que é representar uma parte da lógica por trás do algoritmo da percepção da dificuldade na relação obra-coro. Tendo como

base essa estrutura e desdobramentos relacionados às operações entre os dados, a ordem das operações e a estrutura de dados de saída, que fogem ao escopo deste artigo, foi implementado um protótipo funcional do algoritmo, disponível para uso público no site [www.calculadoracoral.com.br](http://www.calculadoracoral.com.br).

```
// Pseudocódigo de Inicialização:
// Estrutura de dados de entrada de um
// Algoritmo da dificuldade na relação obra-coro

## Inicializar_CadastroDaObra

### IdentificaçãoDaObra
    "Sobrenome do(a) compositor(a)" (tipo: texto, obrigatório)
    "Nome do(a) compositor(a)" (tipo: texto, obrigatório)
    "Opus" (tipo: número, opcional)
    "Parte do Opus" (tipo: número, opcional)
    "Título da obra" (tipo: texto, obrigatório)
    "Nome ou número do movimento" (tipo: texto, opcional)

### DadosDaPartitura

#### ExtensõesExibidasNaPartitura
    // Para cada parte vocal:
    NomeDaParte // Ex: "Soprano"
        "Som mais agudo" (selecionar Valores N, obrigatório)
        "Som mais grave" (selecionar Valores N, obrigatório)

#### EspecificaçõesDeTempo
    // Para cada seção com andamentos diferentes:
    NúmeroDaSeção // Ex: "Seção 01"
        "Quantidade de compassos, somadas as repetições" (tipo:
número, obrigatório)
        "Metrônomo (bpm) escrito ou estimado" (tipo: número,
obrigatório)
        "Métrica" (tipo: número, obrigatório)

### ApreciaçãoDaPartitura

    // Para cada Instrução Q, onde X é o número da Instrução 1 a
28:
    InstruçãoQX (selecionar Valores Q, obrigatório)

    "Em que idioma o poema está escrito?" (selecionar Valores I,
obrigatório)

## Inicializar_CadastroDoCoro

### IdentificaçãoDoCoro
    "Nome do Coro" (tipo: texto, obrigatório)
    "País" (tipo: texto, obrigatório)
    "Estado/Província" (tipo: texto, obrigatório)
    "Cidade" (tipo: texto, obrigatório)

### DescriçãoTécnicaDoSoprano

    CompetênciaC1 (selecionar Valores N, obrigatório)
    CompetênciaC2 (selecionar Valores N, obrigatório)

    // Para cada Competência C, onde X é o número da competência (3
a 6)
    CompetênciaCX (selecionar Valores H, obrigatório)

// Modelo: DescriçãoTécnicaDoSoprano (Competências C1 a C6)
// Repetir:
// - DescriçãoTécnicaDoContralto (Competências C7 a C12)
// - DescriçãoTécnicaDoTenor (Competências C13 a C18)
```

```
// - DescriçãoTécnicaDoBaixo (Competências C19 a C24)

### DescriçãoTécnicaDoCoroComoUmTodo

    // Para cada Competência C, onde X é o número da Competência
    (25 a 33):
        CompetênciaCX (selecionar Valores H, obrigatório)

    // Para cada idioma, onde X é o número do idioma (1 a 20):
        CompetênciaC34_IdiomaX (selecionar Valores I, obrigatório)
        CompetênciaC34_HabilidadeX (selecionar Valores HI, obrigatório)

        CompetênciaC35 (selecionar Valores H, obrigatório)

### RotinaDoCoro

    "Em média, quantos minutos você dedica ao trabalho de uma mesma
    peça durante um único ensaio desse coro?" (tipo: número, obrigatório)
    "Quantos ensaios esse coro realiza por semana?" (tipo: número,
    obrigatório)

// Fim da estrutura de dados de entrada.
```

## Considerações Finais

O presente artigo explorou a natureza da dificuldade na música coral e representou, via pseudocódigo, a estrutura de dados de entrada de um algoritmo que capture o processo pelo qual a sensação de dificuldade se desenvolve na relação obra-coro. A ideia de um algoritmo intrínseco a esse processo é sustentada por premissas baseadas na literatura da área de programação. Assim, pode-se abordar esse algoritmo sob duas perspectivas: (1) o algoritmo pode ser considerado parte integrante do processo da dificuldade, e estudá-lo ajuda a desvendar esse processo; e (2) a representação escrita do algoritmo pode ser utilizada para prever o grau de dificuldade de uma obra para um coro e o tempo ideal de ensaio para preparação da obra por aquele coro.

Em diálogo com autores de outras áreas, demonstrou-se a necessidade da relação obra-coro para determinação do grau de dificuldade de uma obra, por ser um processo *sentido pelo grupo*. Foram estabelecidos conceitos de dificuldade instantânea, global e média. Para os dois últimos, desenvolveram-se formulações matemáticas básicas seguindo um modelo acumulativo, para o qual foi proposto, como alternativa, um modelo preditivo, ou seja, que tenha o tempo de preparação de uma obra por um coro como dado de saída e não de entrada. Esclareceu-se que a estimativa desse tempo se refere a um prazo ideal para manter o interesse do grupo, limitado a 11 meses. Definiu-se então uma escala de medição de 0 a 10 para graus de dificuldade média, viáveis no universo de um mesmo coro.

Com vistas a listar parâmetros para a estrutura de dados de entrada do algoritmo em questão, escolheram-se os opus 41, 48, 59, 88 e 100 de Mendelssohn, por exemplificarem adequadamente o repertório ar-

quetípico da música *a cappella* para coro adulto amador misto, modelo conceitual da categoria coral de nível básico que delimita esta pesquisa. Levantaram-se 236 parâmetros composicionais, organizados segundo as categorias SHMRG de LaRue (1992), e avaliados quanto à viabilidade e eficácia como dados de entrada para o algoritmo. Os parâmetros viáveis e eficazes, bem como as relações entre eles, foram agregados em 28 instruções de observação da partitura, as quais, convertidas em operações matemáticas, foram validadas por ACP e utilizadas para a dedução de 35 competências do coro correspondentes.

As instruções e as competências foram então convertidas em pseudocódigo para representar a estrutura de dados de entrada de um modelo preditivo do algoritmo da dificuldade da relação obra-coro. Salienta-se que essa estrutura é limitada pelo estilo do repertório escolhido, assim como deve ser qualquer algoritmo escrito a partir dela. Para experimentação de um protótipo baseado na estrutura em questão, já é possível acessar o site [www.calculadoracoral.com.br](http://www.calculadoracoral.com.br).

Confirmar a precisão dos dados de saída do protótipo é tema para nova investigação. Outras questões pendentes mencionadas neste artigo são: comparar os resultados dos modelos preditivo e acumulativo; definir a faixa de graus de dificuldade média que mantém o interesse do grupo; formular a noção de viabilidade do repertório como um todo e não apenas de uma peça isolada. Testagens relacionando coros reais a seu repertório e comparando os resultados a dados de opinião dos coristas poderão contribuir em tais desdobramentos.

Este trabalho traz resultados sólidos, embora suas repercussões práticas estejam apenas começando a ser exploradas. Dada sua consistência, as listas de instruções de observação da partitura e de competências do coro aqui oferecidas trazem contribuição significativa para o campo da regência coral e podem ser utilizadas por regentes, independentemente do restante do algoritmo, no processo de escolha de repertório, planejamento de ensaios e programas de apresentações, além de avaliação da aprendizagem.

## Referências

- Bartholdy, F. M. (1877a). Opus 41, Sechs Lieder für Sopran, Alt, Tenor und Bass (erstes Heft): Im Freien zu singen. [Partitura] Breitkopf und Härtel. <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/28817/oezt>
- Bartholdy, F. M. (1877b). Opus 48, Sechs Lieder für Sopran, Alt, Tenor und Bass (zweites Heft): Im Freien zu singen. [Partitura] Breitkopf und Härtel. <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/29143/oezt>
- Bartholdy, F. M. (1877c). Opus 59, Sechs Lieder für Sopran, Alt, Tenor und Bass (drittes Heft): Im Freien zu singen. [Partitura] Breitkopf und Härtel. <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/49819/oezt>



- Bartholdy, F. M. (1877d). Opus 88, Sechs Lieder für Sopran, Alt, Tenor und Bass (viertes Heft). [Partitura] Breitkopf und Härtel. <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/29145/oezt>
- Bartholdy, F. M. (1877e). Opus 100, Vier Lieder für Sopran, Alt, Tenor und Bass (fünftes Heft). [Partitura] Breitkopf und Härtel. <https://imslp.org/wiki/Special:ImagefromIndex/29142/oezt>
- Bradford, G. (2015). *Achievement* (1st ed.). Oxford University Press.
- Brinson, B. A., & Demorest, S. M. (2014). *Choral Music Methods and Materials: Developing Successful Choral Programs (grades 5 to 12)* (2nd ed). Schirmer/Cengage Learning.
- Broncano-Berrocal, F. (2020). Difficulty and Knowledge. In C. Kelp & J. Greco (Eds.), *Virtue Theoretic Epistemology* (1st ed., pp. 58–92). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108666404.004>
- Brunner, D. L. (1992). Choral Repertoire: A Director's Checklist. *Music Educators Journal*, 79(1), 29–32. <https://doi.org/10.2307/3398573>
- Csikszentmihalyi, M. (2013). *Flow*. Harper & Row, Publishers, Inc.
- Davids, J., & LaTour, S. A. (2012). *Vocal Technique: a Guide for Conductors, Teachers, and Singers*. Waveland Press.
- Fávero, L. P., & Belfiore, P. (2017). *Manual de Análise de Dados: Estatística e Modelagem Multivariada com Excel, SPSS e Stata*. Elsevier.
- Gabbay, D., & Siekmann, J. (2010). Algorithms in Cognition, Informatics and Logic: A Position Manifesto. *Logic Journal of IGPL*, 18(6), 763–768. <https://doi.org/10.1093/jigpal/jzq004>
- Gallego-Durán, F. J., Molina-Carmona, R., & Llorens-Largo, F. (2018). Measuring the Difficulty of Activities for Adaptive Learning. *Universal Access in the Information Society*, 17(2), 335–348. <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0552-x>
- Gerow, M. (1961). Criteria for Choral Program Building. *Music Educators Journal*, 47(6), 69–73. <https://doi.org/10.2307/3389438>
- Goffey, A. (2008). Algorithm. In M. Fuller (Ed.), *Software Studies* (pp. 15–20). The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7725.003.0004>
- Hyman, B. A. (2009). Choral repertoire selection experiences required of undergraduate choral music education majors at selected Indiana universitie [Thesis (Master in Music), Ball State University]. <http://cardinalsolar.bsu.edu/handle/20.500.14291/193587>
- Jordan, J. (2005). *The Choral Warm-Up: Method, Procedures, Planning, and Core Vocal Exercises*. GIA Publications, Inc.
- Kitchin, R. (2017). Thinking Critically About and Researching Algorithms. *Information, Communication & Society*, 20(1), 14–29. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2016.1154087>
- Kowalski, R. (1979). Algorithm = Logic + Control. *Communications of the ACM*, 22(7), 424–436. <https://doi.org/10.1145/359131.359136>
- Kuhn, M., & Johnson, K. (2013). *Applied Predictive Modeling*. Springer New York.
- Laprade, P. (2009). Two-Year College: Choral Repertoire and Standards in the Two-Year College: (Part One): ACDA and R&S in 1968. *The Choral Journal*, 49(12), 55–58. <http://www.jstor.org/stable/23560130>

- LaRue, J. (1992). *Guidelines for Style Analysis* (2nd ed.). Harmonie Park Press.
- Mehaffey, M. W. (2005). Introduction to the Repertoire Resource Guides. In H. J. Buchanan & M. W. Mehaffey (Eds.), *Teaching Music Through Performance in Choir* (Vol. 1, pp. 83–86). GIA Publications, Inc.
- Miguel, F., Pedrozo, W., Tineo, E., Panelli, F., Perez, F., Santos, A., Jacinto, M., & Amaral, R. (2020). Questões Acerca do Repertório no Contexto Coral Adulto e Juvenil. *Revista Vórtex*, 8(2), 1–27. <https://doi.org/10.33871/23179937.2020.8.2.12>
- Sing-Akademie zu Berlin. (n.d.-a). Über uns. Recuperado em 31 out. 2024, de <https://www.sing-akademie.de/198-0-Ueber-uns.html>
- Sing-Akademie zu Berlin. (n.d.-b). 1791-1800. Recuperado em 31 out. 2024, de <https://www.sing-akademie.de/41-0-1791-1800.html>
- Sottani, W. (2023). Dificuldade como critério de escolha de repertório para coro adulto amador: tendências da literatura. *Revista Música*, 23(1), 121–161. <https://doi.org/10.11606/rm.v23i1.212187>
- Thomas, C. G. (2021). *Research Methodology and Scientific Writing*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-64865-7>
- Todd, R. L. (2001). Mendelssohn(-Bartholdy), (Jacob Ludwig) Felix. In *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (2nd ed., Vol. 16). Macmillan Publishers Limited.
- Todd, R. L. (2003). *Mendelssohn: a Life in Music*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195110432.001.0001>
- von Kriegstein, H. (2019). On being difficult: towards an account of the nature of difficulty. *Philosophical Studies*, 176(1), 45–64. <https://doi.org/10.1007/s11098-017-1005-3>
- Webb, J. L. (2007). Promoting Vocal Health in the Choral Rehearsal. *Music Educators Journal*, 93(5), 26–31. <http://www.jstor.org/stable/4488983>
- Yanofsky, N. S. (2010). Towards a Definition of an Algorithm. *Journal of Logic and Computation*, 21(2), 253–286. <https://doi.org/10.1093/logcom/exq016>
- Young, P. M. (2001). Chorus (i) [choir]. 4. From the mid-18th century to the later 19th. In *The New Grove Dictionary of Music and Musicians* (2nd., Vol. 5). Macmillan Publishers Limited.
- Zbikowski, L. M. (2002). *Conceptualizing Music: Cognitive Structure, Theory, and Analysis*. Oxford University Press.