

Mandrit: A system for visualization and analysis of rhythm

Rute Maxsuelly^{1*}, Giordano Cabral¹ Horhanna Almeida¹ Ricardo Scholz¹

¹Mustic[†] Centro de Informática/Universidade Federal de Pernambuco

Av. Jornalista Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária(Campus Recife) – 50.740-560, Recife, PE

rmam2@cin.ufpe.br, grec@cin.ufpe.br, hao@cin.ufpe.br, reps@cin.ufpe.br

Abstract. Diante do desafio representacional de comunicar informações musicais visualmente, desenvolvemos o Mandrit: um sistema de geração automática de visualizações musicais para análise do ritmo. Que plota gráficos para diferentes obras musicais representando suas propriedades com assinaturas rítmicas de dados extraídos dos arquivos digitais MIDI. Como resultado parametrizamos e apresentamos novas formas de visualizar o ritmo por suas métricas. Estimulamos com este artigo a discussão e necessidade do desenvolvimento de ferramentas para geração de visualizações musicais, como meio para auxiliar músicos e estudiosos nos processos de análise musical, de ensino, criação de composições e complementar performances musicais.

1. Introduction

Os seres humanos são visuais. Assim, é inerente que a comunicação de uma mensagem seja feita rapidamente se ela for representada visualmente. Diante dos diversos desafios representacionais da Música, uma arte rica em informações abstratas e complexas que possuem caráter subjetivo. É neste sentido que surge a necessidade contínua de estudos analíticos na área de Musicologia, visto que é uma informação comunicável desde tempos remotos. Sendo assim, a relação do seu aspecto representacional está associado a "uma dimensão estética de informação, memória, cognição, sensibilidade e conhecimento da obra musical" [1].

Temos como base teórica, a Visualização Computacional da Música uma área interdisciplinar, também chamada de *MuVis* que possui uma comunidade em crescimento que realiza o seu 1º Simpósio de MuVis em 2018 [2], e por sua ampla aplicabilidade reúne estudos de diversas áreas como Visualização de Informação, Musicologia, MIR, Educação e Design. Constituída pela contribuição, documentação e compartilhamento dos pesquisadores com seus estudos práticos, voltados para o desenvolvimento de ferramentas, algoritmos, técnicas e métodos. Tendo como objeto de estudo as informações musicais e a criação de visualizações musicais aplicada em diversos contextos, seja para comunicação visual de conceitos musicais [3], para auxiliar na execução e no processo de ensino-aprendizagem de música [4], análise musical [5], ou até mesmo na criação de composição ou performance artística.

Enfatizamos que exploramos neste trabalho, o elemento rítmico enquanto informação a ser comunicada visualmente. Sabendo das potencialidades dos recursos de

software - pelo processamento, tratamento e manipulação de dados de arquivos digitais-, desenvolvemos o sistema Mandrit: Um gerador de visualizações musicais, que plota gráficos para comunicar e demonstrar informações do ritmo de uma obra musical.

2. Geração de Visualizações

Para o desenvolvimento do Mandrit realizamos um estudo de caso aplicando a abordagem Design Thinking (DT), formulada e ampliada pela IDEO [6], que nos auxiliou a explorar o processo de geração de visualizações personalizadas através de um processo estruturado pelas etapas de: problematização, ideação, prototipação e avaliação.

Com isto fizemos uma imersão no problema complexo que é comunicar visualmente uma informação musical. E através de uma pesquisa qualitativa-quantitativa, centrada no usuário realizamos coletas de dados e de feedbacks, com grupos focais e em sessões individuais. Conversarmos com especialistas e experimentadores das áreas de Música e Visualização de Informação, e colaborativamente com eles verificamos as possibilidades gráficas e desafios de representar e comunicar visualmente informações musicais.



Figure 1: Desenhando informações musicais

Após uma sequência de workshops e tutorias, buscando explorar o processo de criação e transposição da comunicação visual de uma informação musical. Percebemos uma preocupação dos participantes em representar a funcionalidade dos instrumentos musicais da obra musical que buscavam desenhar, referenciando termos como demarcação do tempo, intensidade, silêncios, pausas, andamento e também utilizando formas gráficas e cores para

*Supported by FACEPE.

[†]<https://mistic.cin.ufpe.br/>

facilitar o reconhecimento de eventos musicais associados as visualizações.

Com as prototipações em papel obtivemos um direcionamento de possibilidades representativas do conteúdo musical, pelo ponto de vista do usuário e com as demandas de suas necessidades mais recorrentes, referente ao foco deste artigo: a análise do elemento rítmico e a geração de visualizações que comuniqueem sua assinatura musical.

2.1. Prototipação Computacional Mandrit

As prototipações computacionais, nos permitem utilizar tecnologias e recursos de software para desenvolver visualizações com a exploração de dados de arquivos digitais de músicas. Além de possibilitar projetar sistemas através de protótipos, realizando em paralelo simulações e validações com usuários, que podem contribuir diretamente com a verificação e direcionamento da viabilidade do projeto e utilização de determinada tecnologia. Para desenvolver visualizações computacionais musicais, definimos um processo estruturado de prototipação dividido nas três etapas demonstradas no fluxograma da figura 2

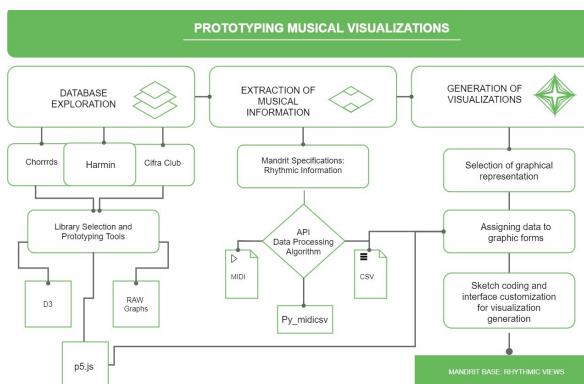


Figure 2: Experimentos Iniciais

A primeira "Exploração de bases de dados" é fazer uma pesquisa de similares onde verificamos ferramentas já existentes e filtramos métodos já utilizados para desenvolver visualizações musicais. A segunda etapa é a extração "Extração de informações rítmicas" e a "Geração das visualizações". São nestas duas últimas que desenvolvemos o Mandrit¹, assim nomeado pois faz referência a "mandalas do ritmo", que através de atribuições da informação rítmica as formas gráficas e pelas manipulações computacionais gera três tipos de modelos gráficos para comunicar o ritmo. Com seu desenvolvimento pudemos realizar testes mais focados no processo de automatização e na geração de uma visualização, com a criação de algoritmos estruturamos um espaço gráfico configurável para plotar as representações escolhidas de acordo com dados extraídos de músicas através de seus arquivos MIDI.

2.2. Extração de dados rítmicos do MIDI

As informações do ritmo são armazenadas em um arquivo digital MIDI, como um metadado, ou seja precisamos

realizar especificações para extraí-lo. Tendo em vista que buscamos por desenvolver uma assinatura visual do ritmo, inicialmente determinamos quais propriedades do elemento rítmico atribuir a visualização a ser plotada, o tipo de instrumento que realiza a execução musical, os dados da subdivisão do compasso e quantidade de notas com seus respectivos valores. Para captar essas informações desenvolvemos um algoritmo de extração rítmica de arquivos MIDI, e fazemos a transformação, organização e armazenamento destes dados em variáveis de maneira estruturada em formato de planilha como demonstra a tabela 1, um recorte de alguns dados da música "Bateria04" que produzimos para desenvolver o algoritmo de extração e processamento estruturado dos dados do ritmo.

X	Y	Total_de_notas
2	0	49
2	1	48
2	2	65
2	3	56
2	4	71
2	5	55
2	6	69
2	7	56
2	8	33

Table 1: Rhythmic data extracted

Em que *X* equivale a track do instrumento tocado, *Y* a subdivisão do compasso e *Total de notas* o acúmulo de notas respetivo aquele determinado tempo. Ou seja, nesta música exemplar demonstramos a sequência da track 2 com seus respectivos valores de tempo e quantidade de notas.

Com isto montamos a base de dados Mandrit, que possui uma coleção com mais de 60 arquivos de músicas já estruturados em formato CSV, e completamente processadas de acordo com suas informações rítmicas. Assim, para realizarmos a transposição dessas informações e torná-las comunicáveis visualmente com assinaturas do ritmo, utilizamos como input as informações de cada obra musical. Passando à etapa de geração das visualizações, aplicamos um processo cíclico de validações e selecionamos alguns esboços desenvolvidos com prototipação em papel para transformá-los em modelos gráficos.

2.3. Generating Mandrit graphics

Para gerar visualizações comunicáveis graficamente, automatizadas, generalizadas e aplicáveis a diferentes músicas, atribuímos as informações elementares do ritmo a estruturas visuais e formas gráficas.

Para isto, realizamos experimentos práticos com auxílio de recursos de software, ou seja, utilizamos funções computacionais de ordenação, rotação e translação para dispor os parâmetros musicais em uma área configurável com as representações gráficas - sejam elas: pontos, linhas, círculos, polígonos, cores, e pelo dimensionamento e manipulação de cada propriedade visual para associar aos dados das planilhas, em cada linha e coluna trazendo as

¹DOI Mandrit: <https://zenodo.org/record/4118575>

propriedades da coleção de tracks, subdivisão do compasso e total de notas de cada música a ser plotada da base de dados do Mandrit.

Por uma escolha de pesquisa, as visualizações geradas pelo Mandrit são estáticas e bidimensionais, com as figuras geométricas e orientações associadas aos aspectos das métricas do compasso. Nos primeiros experimentos, como demonstra a figura 3, observamos com o resultado das manipulações e plotagens gráficas os desafios de processar visualmente o grande volume de dados de uma sequência temporal.

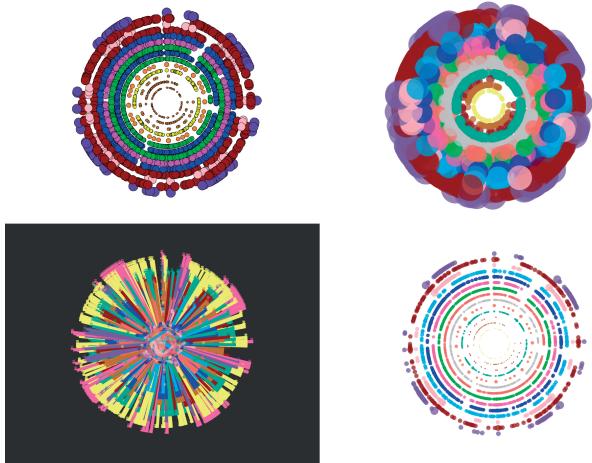


Figure 3: Experimentos Iniciais

Além disso, notamos que os arquivos MIDI utilizados nestas primeiras prototipações, dificultaram a estruturação dos dados devido a desorganização do arquivo MIDI produzido, como a disposição de tracks aleatoriamente sem nenhuma ordenação ou descrição instrumental. Sendo assim, passamos a utilizar o Musescore² como nossa fonte de download dos arquivos, por ser uma plataforma direcionada a produções profissionais e estruturadas de acordo com a partitura musical.

2.3.1. Visualizing the rhythm

Após modelagens e remodelagens do processamento visual, buscando melhorar a visualização e comunicar o ritmo evitando as poluições gráficas, para obter clareza na leitura e um resultado gráfico mais intuitivo e compreensível. Selecionamos alguns valores generalizáveis de acordo com os parâmetros musicais e as estruturas visuais como descrevemos na tabela 2.

Com a associação dos parâmetros musicais e visuais, além de valorizar a assinatura rítmica, obtivemos valores generalizáveis para configurar os espaços gráficos e apresentar resultados comunicáveis. Os valores parametrizados são embasados em testes de fidelidade e avaliações de usuários em relação a leitura das visualizações. Assim, definimos os três tipos de gráficos gerados pelo Mandrit. São eles: *Polar Bubble Chart*, *Polar Radar chart* e *Radial Column*.

²Musescore: <https://musescore.com/sheetmusic>

Musical Parameters	Visual Parameters	Generalizations
Amount of notes	Rotation and Translation Geometric shapes: Circles, Polygons and straight segments.	Variation data from matrix of each song
Tracks	Spacings equidistant	Smaller radius = 100; Larger radius = 300;
Temporal cycle and Granularity	Length of circumference	64; ou 32; ou 8;
Ordering of Notes	Ratio between bubbles; Alignment of positions	Smaller size = 1; Bigger size = 3;
Analysis Window	Reference Variation of the measure	2 to 5;

Table 2: Parameters Music Visualizations

São gráficos projetados, pelos elementos dispositos numa área polar, ou seja com rotação angular em função da subdivisão do compasso da música. Além de aplicarmos uma padronização com um range de cores para as tracks, que tem como papel ser uma entidade representativa de determinado dado quantitativo, transmitindo equilíbrio, composição, proporção e harmonia as visualizações. No entanto as diferenças gráficas das visualizações do Mandrit estão relacionadas a modificação das suas formas geométricas.

Com o *Polar Radar Chart*, demonstrado na figura 4, seu modelo gráfico é formado de polígonos irregulares que são traçados através da variação da quantidade de notas de acordo com os valores da sequência musical. E consequentemente de acordo com os dados armazenados de cada música, que são plotados através de rotações, conexões de vértices e com o deslocamento do tempo do compasso gerando a figura resultante, que dependendo do instante na sequência musical apresenta acentuações rítmicas na visualização, auxiliando a verificar se é longa ou curta a ocorrência das notas.

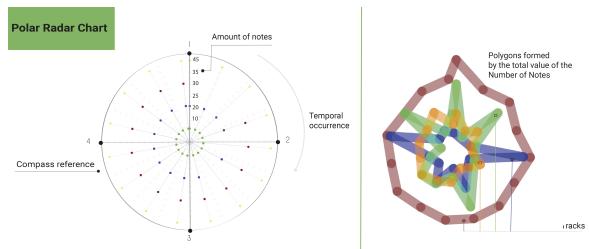


Figure 4: Polar Radar Chart

Enfatizamos, que ao utilizarmos a projeção polar e cíclica priorizamos o aspecto temporal do ritmo e como resultado temos uma visualização completa de toda a música com sua assinatura rítmica. Com uma hierarquização de instrumentos com maior quantidade de notas e uma organização na orientação polar ou seja com variações angulares em relação a um centro, com rotações no sentido horário. De acordo com a subdivisão do compasso durante a sequência musical, demarcando o ritmo e fazendo referência a um relógio e uma metáfora ao aspecto temporal, além de ter como referência a representação do ritmo de [7].

Buscando compreender melhor o comportamento

dos dados temporais, geramos a visualização *Radial Column* da figura 5. Que nos permitindo visualizar apenas as sequências temporais em relação as tracks, ou seja o tempo deixa rastros em formato de segmentos de retas girando a partir do centro direcionado como um eixo polar, movendo-se em rotações angulares explorando toda área determinada pela visualização cíclica.

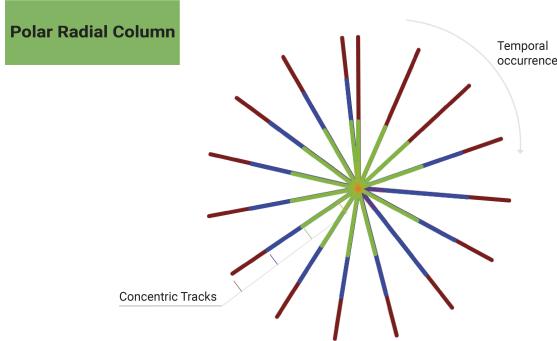


Figure 5: Radial Column

Com ele foi possível trazer uma limpeza visual do dado temporal, pois os dados se mantiveram agrupados, sendo mais visíveis seus intervalos e silêncios. No entanto, nele perdemos a informação crucial que é a quantidade de notas.

Por isso desenvolvemos por último o *Polar Bubble Chart*, que agrupa os dados da quantidade de notas e a ocorrência do tempo em apenas uma forma geométrica que é o círculo. Onde seu volume demonstra a variação da quantidade de notas, e sua posição angular é determinada e registrada graficamente pela subdivisão do compasso de acordo com o comprimento da sequência temporal, tudo isto varia dependendo da música e da matriz de dados da planilha da base Mandrit.

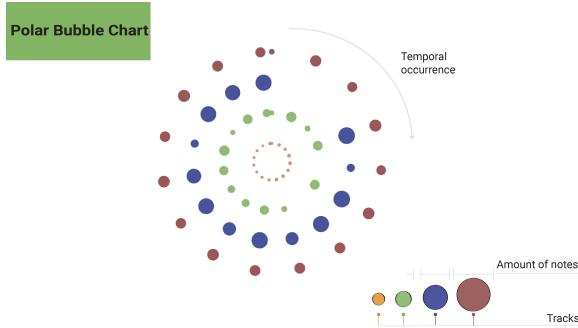


Figure 6: Polar Bubble Chart

O processo de projeção gráfica das informações musicais, permitiu gerar modelos gráficos personalizáveis para o Mandrit, que podem ser manipulados e alterados via código como demonstrado na figura 7, se necessário melhorar a visualização dependendo do volumes de dados de determinada música.

Neste exemplo, precisamos aumentar a proporção do raio central da visualização das tracks para ocupar melhor o espaço gráfico. Por isso os parâmetros vi-

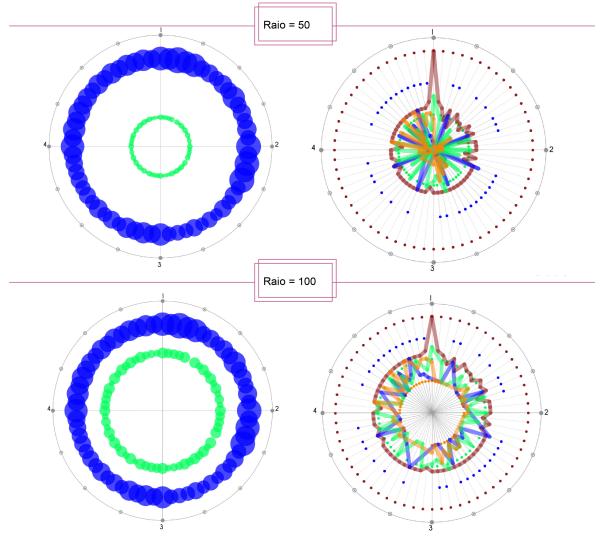


Figure 7: Parâmetros Visuais

suais podem ser dados por inputs, de acordo com os parâmetros musicais e variar o tamanho do ciclo temporal de acordo com a granularidade e janela de análise, permitindo que usuários relacionem as informações rítmicas contidas na visualização melhorando a pregnância da forma, e apliquem a organização visual.

É importante destacar que durante todo processo de prototipação, além das especificações da projeção gráfica associada aos parâmetros musicais, também implementamos melhorias na interface incluindo legendas e aspectos interativos para possibilitar a seleção do tipo de visualização, e até mesmo permitindo ocultar tracks para analisar separadamente. E ainda desenvolvemos um cursor animado que auxilia no acompanhamento da execução musical como demonstra a figura 8.

O cursor movimenta-se de acordo com a métrica do ritmo de acordo com arquivo de som da música tocada e associada aos dados extraídos pela base de dados do Mandrit. Com estas visualizações, e podendo alterar para os três modelos gráficos para uma mesma música é possível identificar e perceber individualidades musicais em relação aos aspectos rítmicos em função das tracks(pistas), subdivisões do compasso e as quantidades de notas. Assim, passamos a realizar análises musicais comparativas com as visualizações do ritmo para avaliar o sistema e sua utilidade comunicativa.

3. Análises Musicais

Paralelo ao processo de prototipação realizamos análises musicais, coletando feedbacks relatados por potenciais usuários e especialistas de Música. Que auxiliaram em comunicar visualmente as assinaturas do ritmo. Ao realizarmos diversas plotagens para visualizar diferentes músicas, utilizamos as imagens gráfica para fazer análises musicais qualitativas e quantitativas quanto a percepção visual, musical e comunicativa dos gráficos do Mandrit.

A exemplo destas melhorias contínuas, temos o

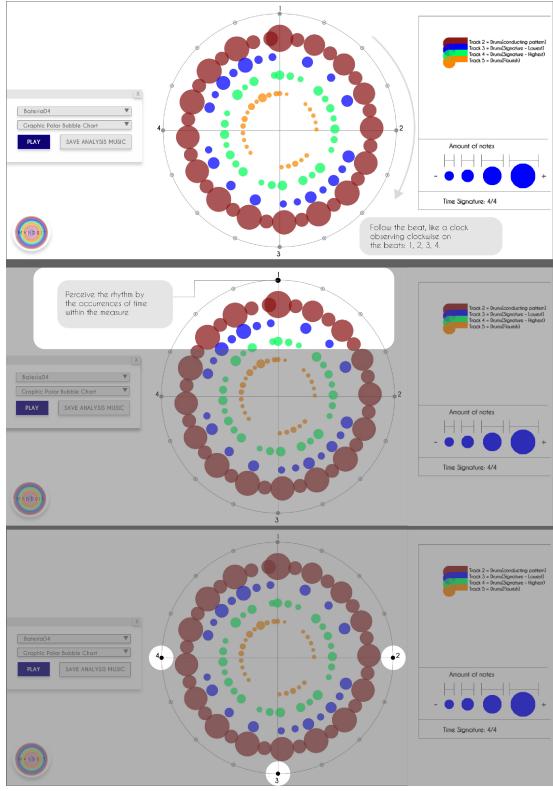


Figure 8: Tutorial Mandrit

parâmetro musical da janela de análise, que permitiu facilitar a leitura visual e o acompanhamento musical da regularidade de cada ciclo do compasso. Simplificando e generalizando as subdivisões do compasso em batidas, com uma linguagem musical já estabelecida e mais aproximada dos profissionais de música, utilizando marcações do tempo com base na contagem 1,2,3,4 do ritmo. Por exemplo como demonstramos na figura 9 com músicas em diferentes compassos 2/4, 3/4, 4/4 e 5/4, tendo as referências da subdivisão do compasso nas linhas cinzas da visualização.

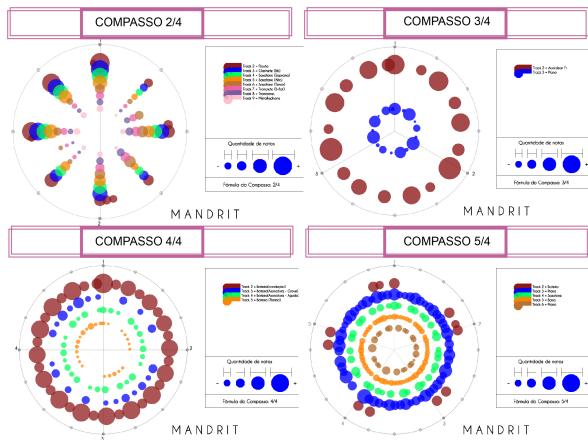


Figure 9: Compassos

Com isto facilitamos análises comparativas e discursivas de músicas com o mesmo compasso, para compreender complexidades através das visualizações. Como por exemplo, na figura 10 em que buscamos analisar os resultados gráficos em quatro músicas de gêneros musicais

diferentes.

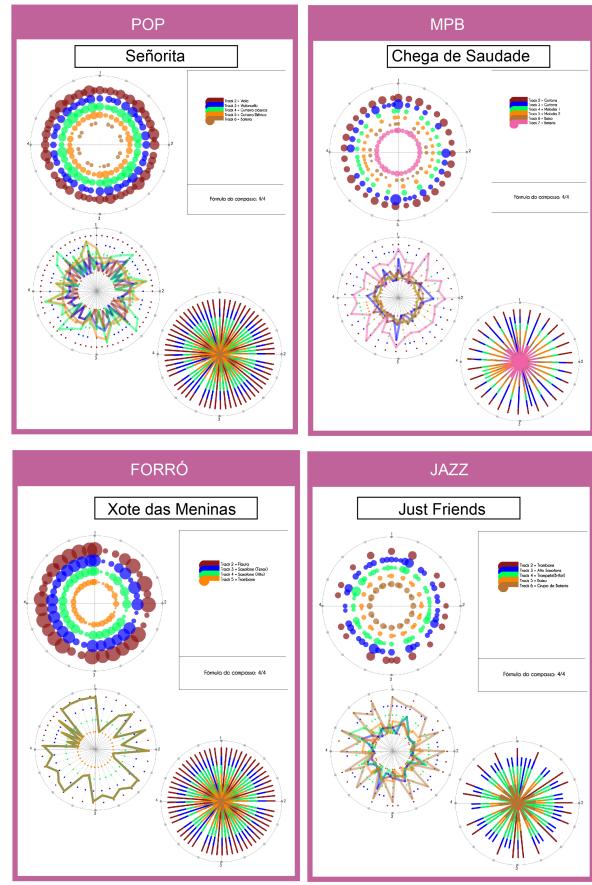


Figure 10: Gêneros Musicais

Nestas músicas plotadas referenciamos seus compassos, pelas divisões equivalentes a suas métricas. E demonstramos a música "Asa Branca- Luiz Gonzaga" no compasso 2/4 com a divisão da circunferência em 2 batidas. Assim como "João e Maria - Chico Buarque" em 3/4 e suas 3 batidas com uma produção de apenas dois instrumentos. Também utilizamos um arquivo produzido por um colaborador, na música "Bateria 04" de compasso 4/4 e suas 4 batidas. E por último uma análise mais complexa, com a música "Take five - Dave Brubeck" de 5/4 em 5 batidas. Sendo assim a personalização gráfica varia de acordo com o compasso de cada música carregada.

As visualizações musicais geradas pelo Mandrit também possibilitaram identificar características macroestruturais do ritmo em músicas brasileiras como demonstramos nos resultados gráficos da figura 11. Todas músicas em compasso 2/4, mas com suas assinaturas representativas individuais que podem gerar diversas impressões qualitativas e interpretativas. Suas diversas variações visuais heterogêneas ou homogêneas respectivas aos seus ritmos, aspectos instrumentais, sincronização temporal e repetições sequenciais executadas nas obras musicais cada uma com sua originalidade.

A música I "Aquarelas do Brasil- Ary Barroso" uma das canções mais gravadas do Brasil, considerada clássicos da MPB, possui uma assinatura cílica simétrica em relação ao execução musical, ou seja, possui uma

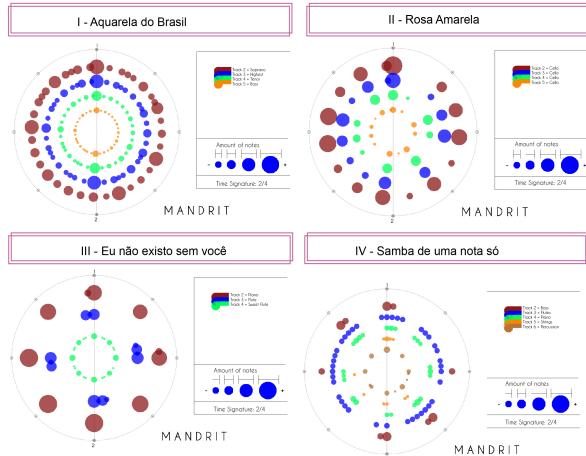


Figure 11: Análise de Músicas 2/4

proporção e equilíbrio na variação das quantidades de notas bem demarcada nos quadrantes da área polar, enriquecida por diversas notas durante todo ciclo temporal. E também pela maior presença de valores em determinados instantes representados pelos círculos demonstrados em dimensões maiores. Semelhante a música II "Rosa Amarela" de Villas Lobos, ambas estruturadas pela temática de música popular, enfatizam a cultura e costumes e em relação a visualização explorando bem a área gráfica preenchida por informações musicais.

No caso da música II, encontramos seu arranjo com todas as tracks de Violoncelo, o que nos trouxe provocações em relação a como analisar músicas mais precisamente produções com instrumentos com o mesmo timbre, pois como demonstra a visualização os instrumentos executam o mesmo ritmo, mas microvariações são percebidas podendo considerar que as diferentes tracks são equivalentes a expressividade de cada músico. Assim nesta visualização, percebemos fatores como a sincronia e busca notável pela estética musical regrável, familiar de uma sinfonia ou concerto, além do fator da execução instrumental do violoncelo que fornece o andamento e enriquece a dinâmica musical. Já nas músicas (III) "Eu não existo sem você" de Tom Jobim e (IV) observamos na mesma métrica 2/4 das respectivas obras, visualizações simplificadas com uma visualização limpa conforme com seu ritmo de compasso simples.

4. Discussion Results

Por fim, trazemos os dados quantitativos referentes aos resultados gráficos das análises musicais das visualizações do Mandrit. Onde 17 entrevistados e potenciais usuários, preencheram o último formulário de avaliação disponível online, com apresentação da aplicação Mandrit através de descrições textuais, tutoriais, vídeos e modelos gráficos visualizações de 10 músicas: Baião e Xote das Meninas - Luiz Gonzaga, Maracatu Atômico - , Garota de Ipanema - Antônio Carlos Jobim, Frevo Mulher - Zé Ramalho, Xote das Meninas - Take Five - Dave Brubeck, Yesterday - The Beatles, Machine Gun - Jimi Hendrix, Just Friends - Jonh Klenner, Senorita - Shawn Mendes e Camila Cabello.

Realizamos uma avaliação pela Encontrabilidade das informações musicais associadas as estruturas visuais dos gráficos, questionando aos participantes suas impressões sobre estes aspectos e suas percepções cognitivas durante a leitura gráfica das visualizações. Por esta coleta, obtivemos dados quanti-qualitativos com as vantagens e desvantagens das visualizações para análise do ritmo, e principalmente sugestões e feedbacks em relação a melhorias continuadas para o sistema Mandrit.

Como demonstra o gráfico da figura 14 58,8% do público equivalente a 10 pessoas percebem e identificam a "ocorrências de notas" e "métrica". Apenas 3 (17,6%) participantes reconheceram a fórmula do compasso pelas visualizações e 4 (23,5%) conseguiram perceber acentuações, métricas, duração de silêncios e o próprio compasso. Outros dois entrevistados conseguem perceber as sequências e a notas tocadas em síncope e apenas um deles consegue compreender todas as informações musicais na visualização.

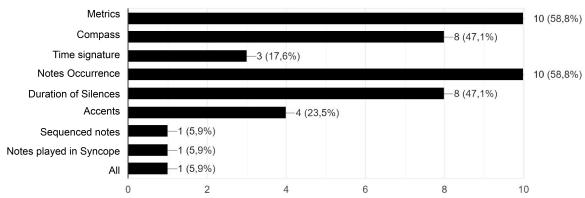


Figure 12: Encontrabilidade Informações Musicais

O que concluímos destes dados é que há uma notável dificuldade dos participantes em perceber as propriedades nos primeiros contatos com a visualização, após um exercício mental de leitura das propriedades visuais associadas a informação musical eles desenvolvem a capacidade de apreender a visualização e compreender os aspectos do ritmo acompanhando a execução musical. Mas de modo geral, consideram um exercício complexo compreender o ritmo nas visualizações estáticas, por haver muitas informações na área gráfica e dificultar a leitura e acompanhamento do ritmo. Com uma avaliação comparativa na figura 13 entre os gráficos gerados pelo Mandrit: Polar Bubble Chart(Gráfico A), Polar Radar Chart (B) e o Radial Column (C).

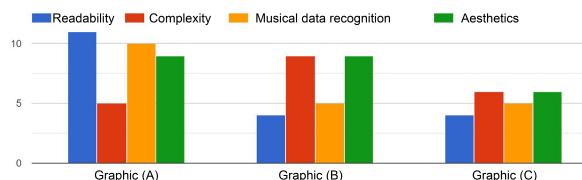


Figure 13: Avaliação comparativa

Em resumo (A), é considerado legível, pouco complexo e com boa estética e é possível reconhecer seus dados musicais. Já em (B) sua legibilidade é pouco considerada, assim também é mais complexo de analisar e consequentemente difícil de reconhecer alguns dados musicais, apesar disso sua estética é valorizada pela maioria. No en-

tanto (C), tem uma avaliação com baixa relevância como um todo, um dos participantes relata que o gráfico de barras de maneira cíclica se torna muito confuso. Assim não é considerado legível, apesar da estética ter sido valorizada por alguns dos entrevistados por sua limpeza visual e considerem pouco complexo, mas não reconhecem bem os dados musicais.

Quando questionados sobre quais das três visualizações geradas pelo Mandrit são mais comunicativas/informativas 58,8% dos participantes selecionaram o Polar Bubble chart selecionaram pois com ele é possível associar a informação musical com a visual.

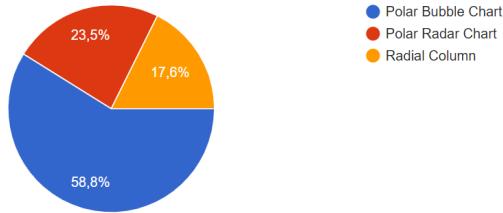


Figure 14: Avaliação Gráficos Mandrit

No entanto 23,5% deles também consideraram o Polar Radar Chart pela sua estética que demonstra os aspectos musicais em formato de polígonos, mesmo considerando sua complexidade caótica, afirmam que músicas possuem muitas informações o que condiz com o gráfico. E 17,6% dos participantes consideraram o Radial Collumn como mais comunicativo e informativo de acordo com os dados coletados.

Durante o desenvolvimento do estudo de caso para desenvolvimento do Mandrit, percebemos diversas barreiras desta área ainda em amadurecimento que é a Visualização Computacional Musical. Seja pelo desafio representacional de transformar os dados musicais até torná-los comunicáveis visualmente, do acesso a arquivos musicais e informações estruturadas e organizadas de obras musicais brasileiras. A necessidade de criações de base de dados para enriquecer o estudo do ritmo, através de tecnologias.

Neste mesmo contexto, consideramos crucial a formação de equipes multidisciplinares, para contribuir juntos com o crescimento e desenvolvimento de pesquisas que reúnem e atraiam artistas e profissionais de música para explorar as capacidades computacionais e utilizar a tecnologia como meio facilitador para apoiar o desenvolvimento de ferramentas que permitam auxiliar na experimentação e criação de processos comunicativos dos conteúdos musicais e ampliar discussões colaborativas entre diferentes áreas.

No entanto, também observamos que a maior dificuldade nesta área interdisciplinar é conectar e encontrar pontes com profissionais da área de Música, devido a garrafais comunicativos, o que gera dependências técnicas.

5. Future perspectives

Durante este estudo de caso, obtivemos como resultado discussões e dados qualitativos que estimularam a continuidade de pesquisas na área de Visualização Computacional da Música pela necessidade de desenvolvimento de sistemas animados e interativos para auxiliar ainda mais a comunicação visual de uma informação musical.

Sendo assim, para trabalhos futuros sugerimos direcionamentos em aplicações técnicas para automatização de conjuntos instrumentais que são a base de arranjos musicais, processos compostionais, mapeamento de tracks individualmente para ter um maior detalhamento de micro variações das informações de cada instrumento. Tratamento de conteúdos musicais auxiliado por visualizações para o reconhecimento de padrões, similaridades correspondências instrumentais, fazendo notar através das formas gráficas e de estruturas visuais justaposições, correspondências, singularidades e complexidades. Além da transcrição musical para criação de visualizações, como animações e aprofundamentos em estudos de dinâmica musical.

Buscando ampliar o acesso a informação musical, disponibilizamos no repositório do Mandrit, uma base de leitura com referências para investigadores e explanações futuras na área de MuVis. Além de todo processo de construção, com tutoriais e a base dados e de visualizações deste projeto.

Acknowledgement

Aos colaboradores do projeto: Giordano Cabral, Horhanna Almeida, Ricardo Sholtz, Delando Júnior, Jader Abreu, Flaviano Dias e Felipe Calegário.

References

- [1] Hugo Carlos Cavalcanti. *Da partitura Musical: Um olhar estético a preservação da memória*. Master Dissertation, Center for Arts and Communication, Postgraduate Program in Information Science, Federal University of Pernambuco, Recife, 2013.
- [2] Delfina Malandrino, Donato Pirozzi, and Rocco Zaccagnino. Visualization and music harmony: Design, implementation, and evaluation. In *2018 22nd International Conference Information Visualisation (IV)*, pages 498–503, Fisciano, Italy, July 2018. IEEE.
- [3] Ulrich Michels. *Atlas de Musica*, 1, volume 1. Alianza Atlas, Madrid, 1987.
- [4] Ethan Hein. *Designing the Drum Loop: A constructivist iOS rhythm tutorial system for beginners*. PhD thesis, Steinhardt School of Culture, Education, and Human Development, New York University, 2013.
- [5] Giordano Cabral and Robert Willey. Analyzing Harmonic Progressions with HarmIn: the Music of Antônio Carlos Jobim. page 12, 2007.
- [6] Tim Brown. IDEO: Design Thinking, 2018.
- [7] Godfried T Toussaint. *The Geometry of Musical Rhythm: What Makes a “Good” Rhythm Good?* CRC Press, 2013.