

# Colagem, recorte e erros em um processo composicional utilizando o Music21.

Guilherme Lunhani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Artes e Design – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Juiz de Fora, MG

gcravista@gmail.com

**Abstract.** *This article describes a case study in Computer Generated Assistance, for music analysis and didactic composition. A Python command was programmed to automate routines based on [Music21 2015] library, such: selection, cluster and fragmentation from a document in J.S.Bach's corpus. Some compositional exercises were used to test a operation, called glitch, in this corpus. In addition, [MuseScore 2015] and [Lilypond 2015] were used to edit and diagram scores. At the end, comment on bugs, compositional problems and future plans of composition.*

**Resumo.** *Este artigo descreve um estudo de caso em Assistência Gerada por Computador para análise musical e composição didática. Um comando Python foi programado para automatizar rotinas da biblioteca [Music21 2015] como: seleção, agrupamento e fragmentação de um documento no corpus bachiano. Alguns exercícios composicionais foram usados para testar uma operação glitch, neste corpus. Adicionalmente, [MuseScore 2015] e [Lilypond 2015] foram utilizados para edição. Ao final comentarei bugs, problemas composicionais e planos futuros de composição.*

## 1. Introdução

Este artigo trata de um protótipo de ferramenta, *m21.py*, um binário *Python* para manipulação criativa e analítica do [Music21 2015]. Na seção 2, relacionamos alguns textos à elaboração do programa. Na seção 3 uma justificativa para o projeto.

Uma descrição dos métodos de desenvolvimento, e do método criativo (aplicado aos materiais pré-composicionais gerados), são explicados na seção 4. Na seção 5 são apresentados alguns detalhes da ferramenta, úteis no processo de geração do material. Na seção 6, é apresentado um exemplo prático.

Na seção 7 são apresentados problemas técnicos observados, e uma autocrítica. Na seção 8, os planos futuros de desenvolvimento.

## 2. Trabalhos relacionados

Este trabalho iniciou com a investigação do Music21 que, segundo [Soares 2015]:

É uma biblioteca projetada para trabalhar com manipulação e análise de corpus de arquivos partituráveis. Prepara a conversão entre diversos arquivos de dados musicais.(...) Music21 tem uma abordagem voltada para uma "musicologia assistida por computador" e já tem incorporada em

suas classes algumas ferramentas comuns a esta prática como: numeração de grau funcional de acorde, numeração de classes de altura usando a classificação de Allen Forte : a implementação dos algoritmos de detecção de tonalidade elaborado por Krumhansl (1990) e aperfeiçoada por Temperley (2001), busca de padrões como transposições e inversões e outros.[Soares 2015, p. 71-72]

Por um lado, o desenvolvimento do *m21* busca encorajar a utilização de métodos numéricos aplicados à Análise Musical<sup>1</sup>. Por outro, encoraja a transposição de técnicas, nas palavras de [Cascone 2000], pós-digitais. Isto é, uma tradução de técnicas do universo eletroacústico para o universo da notação em partitura. No caso do universo eletroacústico, Cascone esclarece:

A estética pós-digital foi desenvolvida em parte como resultado de uma experiência imersiva, de um trabalho em ambientes repletos de tecnologia digital: computadores, zumbido de *fans*<sup>2</sup>, impressoras a laser produzindo documentos, sonificação de interfaces de usuário, e o barulho abafado de discos rígidos. Mas mais especificamente, surgia das falhas da tecnologia digital que surgiram neste novo trabalho: falhas, *bugs*, aplicação de erros, quebras de sistema, clipagem, serrilhamento, distorção, quantização, e mesmo o ruído de fundo de placas de som são materiais crus que compositores procuram incorporar em sua música.[Cascone 2000, p. 393]<sup>3</sup>

A tradução do presente artigo, pode ser relatada como uma experiência de *aplicação de erros*: se cruzarmos os conceitos do processamento de áudio digital, com os conceitos da notação tradicional em partituras, podemos simular erros em peças do cânone musical. Estas últimas podem ser encontradas como arquivos de computador, em formato [MusicXML 2015] no [Music21 2015]. Ao selecionarmos uma, e aplicarmos erros como recorte de compassos, agrupamento de notas, desmembramento de acordes, é possível obter harmonias características daquele período que, segundo Soares, existia:

(...) antes da preocupação imediata com os timbres ou da era das manipulações de amostras sonoras - e de certa maneira ainda proto-serialista. Uma música por vezes chamada politonal, polimodal ou usando o termo de Straus (2004): pós-tonal.”.[Soares 2015, p. 18]

---

<sup>1</sup>Por exemplo, a plotagem de um gráfico contendo histogramas de classes de altura de uma peça.

<sup>2</sup>“Ventiladores” do *cooler*.

<sup>3</sup>Tradução de *The “post-digital” aesthetic was developed in part as a result of the immersive experience of working in environments suffused with digital technology: computer fans whirring, laser printers churning out documents, the sonification of user-interfaces, and the muffled noise of hard drives. But more specifically, it is from the “failure” of digital technology that this new work has emerged: glitches, bugs, application errors, system crashes, clipping, aliasing, distortion, quantization noise, and even the noise floor of computer sound cards are the raw materials composers seek to incorporate into their music.*

Não sendo um tipo composição nova, é relevante do ponto de vista didático. Neste sentido foi programada uma ferramenta para ser usada em processos criativos musicais, considerando fatores pedagógicos.

### Questões diversas

O compositor Francisco Zmekhol Nascimento de Oliveira sugeria anotar em partituras, peças com um mesmo processo, mas que segundo a contingência do momento, são diferenciadas por seus eventos musicais. Esta abordagem encontrou respaldo nas estratégias composicionais propostas por [Koellreutter 1987]. Após a geração dos materiais no *m21*, uma improvisação de partituras-planimétricas auxiliou articular sons e silêncios, possibilitando fraseados semelhantes aos corais de J.S. Bach.

## 3. Justificativa

Este trabalho capacitou a produção de um número considerável de exercícios criativos, para piano solo. A intenção é oferecer uma ferramenta para geração de materiais pré-composicionais, de maneira quase imediatista. Pode ser útil em cursos de Composição Assistida por Computador, em universidades ou em oficinas de arte.

A programação de um algoritmo de erro (ver seção 5) foi um processo de aprendizagem da linguagem *Python*, para programar peças pós-tonais de maneira didática. Isto concorda com o discurso de Cascone (é sugerido transpormos o termo “processamento de sinais digitais” para “harmonia”):

Porque as ferramentas usadas neste estilo de música incorporam conceitos avançados de processamento de sinal digital, a utilização das ferramentas por artistas glitch tendem ser baseadas mais na experimentação do que em uma investigação empírica. Desta forma, usos não-intencionais se tornaram uma segunda permissão garantida. Dizem que alguém não necessita de treino para para usar programas de processamento de sinais - apenas “fuçar” até obtermos o resultado desejado. Algumas vezes, não conhecer a operação teórica da ferramenta pode resultar em casos mais interessantes, por “pensar fora da caixa”[Cascone 2000, p. 397]<sup>4</sup>

## 4. Metodologia

### Organização dos códigos

O programa foi separado em três arquivos: *i)* um binário em *Python* que realiza tarefas gerais da linha de comando (*m21*); *ii)* rotinas do Music21 (*m21utils.py*); e *iii)* um para rotinas externas (*tools.py*)<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup>Tradução de *Because the tools used in this style of music embody advanced concepts of digital signal processing, their usage by glitch artists tends to be based on experimentation rather than empirical investigation. In this fashion, unintended usage has become the second permission granted. It has been said that one does not need advanced training to use digital signal processing programs-just “mess around”until you obtain the desired result. Sometimes, not knowing the theoretical operation of a tool can result in more interesting results by “thinking outside of the box.”*

<sup>5</sup>Todos códigos, exemplos e documentação estão disponíveis <https://www.github.com/jahpd/m21>.

## Categorização do software

Nas palavras de [Cope 2008, p. x-xiii], o *m21* pode ser classificado como uma ferramenta para uma Assistência Gerada por Computador (*Computer Generated Assistance* ou CGA). Dentro das sub-categorias de CGA propostas por Cope, o *m21* pode ser incluído nos três modos abaixo: 1) uso de uma Linguagem de Programação em texto (PLs)(*Programming Languages*) ao invés de uma linguagem de programação visual (VPL); 2) o material partitural é gerado para performance humana ao invés de uma performance eletroacústica; 3) utilização de regras diversas (*Rules Based*) e composição dirigida por dados (*Data-Driven*).

## Método de composição

Em geral, o procedimento de composição se deu a partir da execução do comando *m21*, como explicitado nas seções 5. O comando em questão realiza a: *i*) subtração de compassos, aleatoriamente; *ii*) compressão de notas contidas nos compassos restantes em um bloco harmônico; *iii*) embaralhamento de oitavas das notas do bloco, dentro dos limites da tessitura do piano, para derivar novos simultanóides [Koellreutter 1987]; *iv*) eventualmente, erros não previstos acontecem por *bugs* inerentes ao programa desenvolvido. Por exemplo, notas que deveriam ser comprimidas, segundo regra *ii*, não são comprimidas.

O embaralhamento pode resultar em acordes por 5 tipos funcionais, dependendo do grau de erro escolhido pelo usuário (0 a 4): 0) o simultanóide será arranjado em uma posição fechada; 1) o simultanóide será arranjado em uma posição semi-aberta; 2) o simultanóide será arranjado em uma posição super-aberta; 3) uma nota, aleatória, será separada do simultanóide, como uma appogiatura; 4) duas notas, aleatórias, serão separadas do simultanóide (se este tiver pelo menos três notas).

O material resultante do processo acima foi editado no [MuseScore 2015]. Algumas interferências pessoais, não previstas, foram incluídas. Seguimos com a observação de “organicidades” próprias do material gerado: fraseados, pontos culminantes e pontos de relaxamento, criando um pequeno discurso musical.

Por último, a peça foi diagramada no [Lilypond 2015].

## 5. M21

Listamos, na tabela 1, algumas opções úteis do comando `./m21`. Foram usadas para a elaboração de materiais pré-compositivos, apresentados na seção 6.

Um manual de instalação e operação mais detalhado está disponível junto com o código-fonte<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup>Disponível em <https://www.github.com/jahpd/m21/doc/manual.pdf>.

**Tabela 1: Tabela das opções utilizadas para produção e análise de um arquivo partiturável. Fonte: autor.**

Nome	Comando	Abreviação	Execução
<b>Compositor</b>	--composer	-c	Campo de procura no corpus pelo nome de um compositor. Usado em conjunto com a opção "Index".
<b>Index</b>	--index	-i	Indexação de uma peça (catálogo, p.e., bwv123). Usado em conjunto com a opção "Compositor"
<b>Composição Assistida por Computador</b>	--CAC	-C	<i>Flag</i> indicativa de uma operação de transformação em uma partitura. Usada em conjunto, as opções "Compositor" e "Index".
<b>Glitch</b>	--glitch	-g	<i>Flag</i> indicativa do tipo de operação de transformação. A peça é desorganizada e verticalizada em blocos harmônicos, de maneira randômica, limitada apenas por regras de tessitura do piano.
<b>Apresentar em um editor de partituras</b>	--Show	-S	<i>Flag</i> indicativa que, o resultado obtido será executado em um editor de partituras apropriado, no caso deste trabalho, o [MuseScore 2015].
<b>Plotar gráficos analíticos</b>	--plot-*	-	<i>Flag</i> indicativa que um gráfico analítico será gerado. O Símbolo "*" representa a diversidade dos tipos de gráficos possíveis.

## 6. Resultados

Diversas opções diferentes do mesmo comando foram utilizadas para a estruturação das peças didáticas, realizadas por colagem de materiais da bachianos, recorte por erros, e readequações do discurso harmônico pós-tonal. Apresentamos dois exemplos de comandos no Código 1. O primeiro é sua forma em extenso, e a segunda, na sua forma comprimida. Ambos realizam o mesmo procedimento (mas irão gerar resultados diferentes).

Em um momento específico, no dia 08/07/2015, o comando foi executado para a elaboração da peça discutida na 6.1.

```
1 | ./main.py --show --CAC --composer bach --index bwv1 --glitch 2  
2 | ./main.py -S -C -c bach -i bwv1 -g 2
```

**Listing 1: Código utilizado para composição do Coral #1. Na linha 1 apresentamos sua versão extendida, e na linha 2, sua versão comprimida. Fonte: Autor.**

### 6.1. BWV1

Experimentamos uma aplicação de erros no sexto movimento de *Wie schön leuchtet der Morgenstern* (Cantata para a festa da Anunciação, 1725, ver figura 1). Foi gerado um conjunto de simultaneidades apresentados na figura 2.

**Music21 Fragment**

The image displays a musical score titled "Music21 Fragment" for BWV1. It consists of five staves, each representing a different vocal or instrumental part: Horn 2, Soprano, Alto, Tenor, and Bass. The notation is in 4/4 time and includes various musical symbols such as notes, rests, and bar lines. Measure numbers 1, 2, 3, and 4 are indicated at the top of the staves. The score is presented in a clean, black-and-white format, typical of a printed musical score.

**Figura 1: Fragmento do sexto movimento do BWV1. Fonte: [Music21 2015].**

Cada bloco harmônico são notas de um determinado compasso, escolhido ao acaso pelo programa, comprimidas em um único evento. É também interessante observar uma direcionalidade na tessitura, que vai da região média aos graves, percebida após repetidos usos do comando descrito.

# Music21 Fragment

Music21

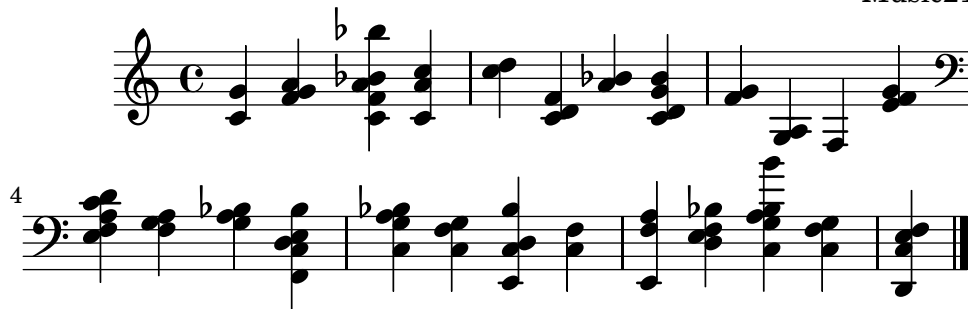


Figura 2: Sequência de simultanéides gerados. Fonte: Autor.

Detalhamos o método composicional um pouco mais:

- A ordem dos simultanéides foi mantida;
- Foram escolhidos pontos que delimitam fraseados (silêncio como articulado de frases);
- Foi estabelecido que a quantidade de notas em um bloco como fator de tensão;
- Improvisamos dinâmicas como um dispositivo de ênfase do fraseado harmônico;
- Foram modificados um si bemol para si natural no terceiro simultanéide, e um si natural para si bemol no anti penúltimo simultanéide, para criar uma unidade harmônica.
- Aplicação de Deslocamento, retardamento ou subtração de elementos de notas.

A peça finalizada está na figura 3.

## Breve Análise

As ferramentas analíticas do *m21* auxiliaram na observação de semelhanças e diferenças entre a peça original e a peça variada. Por exemplo, com BWV1 de J.S.Bach, plotamos um histograma na figura 4, a partir do comando abaixo

```
1 | ./m21 --show --composer bach --index bwv1 --plot-histogram-pitch-space
```

Este histograma revela fatos analíticos óbvios, como uma ênfase do *pitch class* 5, Fá, 1º grau; Dó, 5º grau, seguido de outras classes, como Lá (3º grau) e Sol (2º grau); outros, como Ré (6º grau) e Si bemol, possuem a mesma quantidade. Por último Mi (7º grau) e si natural possuem os menores números, talvez como dispositivos cadenciais (quinto compasso, primeiro a terceiro tempo, da figura 1).

Um histograma também foi gerado para a peça resultante (figura 5). É possível notar que algumas proporções foram mantidas de maneira aproximada, mesmo com uma quantidade de eventos diminuta. Com a segmentação da peça, um centro tonal ainda é mantido (com os 1º e 5º graus em maior número), embora de maneira ambígua (2º, 3º e 6º graus possuem a mesma quantidade de aparições).

## 7. Conclusão

Duas funcionalidades do Music21 foram observadas: Musicologia Assistida por Computador e Composição Assistida por Computador (CAC). Da documentação e do corpus do *software*, programei rotinas que lidassem com aquelas tarefas que considere demasiadamente laboriosas. Para isso proponho comandos que podem auxiliar em tarefas cotidianas, composicionais ou analíticas.

para Glerm Soares

## Coral #1

Após uma extração de alturas do BWV1 em 08/7/2015

Bach / music21

Guilherme Lunhani

*Largo*

Piano

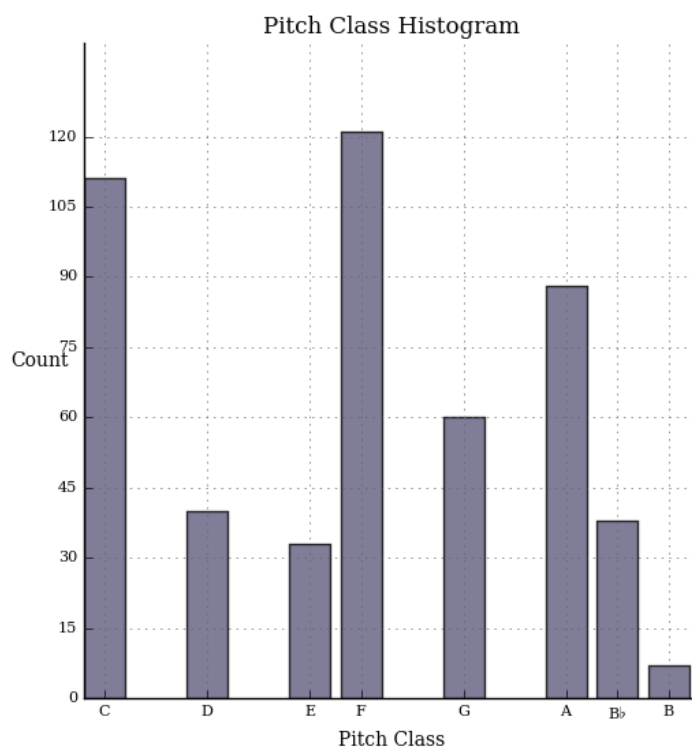
*f* *ff* *p* *f*

*ff* *sfz* *mp*

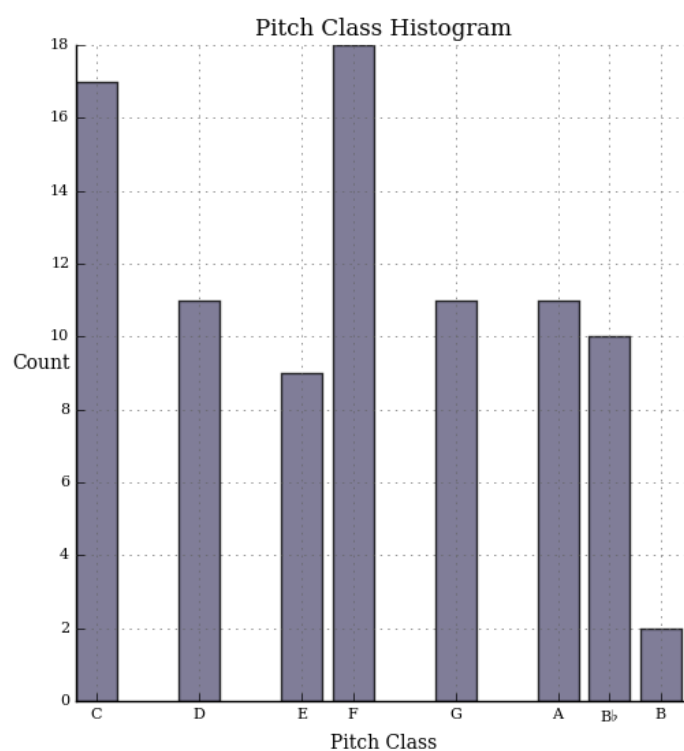
*pp* *sfz* *f* *mf*

Figura 3: Peça resultante das intervenções. Fonte: autor.





**Figura 4: Histograma de *pitch-class* do BWV1. Fonte: Autor**



**Figura 5: Histograma de *pitch-class* da peça Coral #1. Fonte: Autor**

Da rotina para composição/análise, cito a busca no corpus, de uma obra específica ou obras pelo nome do compositor. Das rotinas analíticas, enumero *a)* identificação dos graus *b)* estruturação intervalar de blocos harmônicos *c)* plotamento de histogra-

mas de classes de altura. Das rotinas composicionais, enumerei procedimentos para uma composição por fragmentação (*glitch*): *d*) colagem de fragmentos de uma partitura *e*) compressão de melodias em blocos harmônicos dos fragmentos resultantes *f*) troca de oitavas com as notas deste bloco *g*) possível fragmentação do bloco resultante em figuras ou arpejos Existe adicionalmente um *bug* que ocorre por fatores lógicos, próprio da atividade de programação realizada, mas ainda não resolvido. Possivelmente o compositor pode lidar com dados nulos. Caso a peça de entrada seja muito grande, pode acontecer do programa não responder.

Foi observado uma versatilidade de materiais pré-composicionais gerados, bem como a possibilidade de improvisar com estes materiais. O exemplo apresentado na seção 6 foi feito em algumas horas. Com isso espero oferecer aos docentes e discentes em composição musical uma ferramenta alternativa para atividades diáticas em processos criativos. r

## 8. Planos Futuros

Correção do *bug* e implementação de um novo comando que fragmente várias obras do corpus em um único material pré-composicional (comando `--p○○p` ou `-p`). Continuação de novas composições para o ciclo.

## 9. Agradecimentos

Ao Guilherme Rafael Soares por apresentar a biblioteca *music 21*. Aos desenvolvedores do *muscore* e *lilypound*. FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa.

## Referências

- Cascone, K. (2000). The aesthetics of failure: 'post-digital' tendencies in contemporary computer music. *Computer Music Journal*.
- Cope, E. D. (2008). Prefacio a OM composer's book vol. 2. In *OM Composer's Book*, volume 2, pages ix–xv. Editions Delatour.
- Koellreutter, H. J. (1987). *Introdução à estética e à composição musical contemporânea*;. Movimento, 2 edition.
- Lilypond (2015). Lilypond.
- MuseScore (2015). Musescore.
- Music21 (2015). Music21.
- MusicXML (2015). Musicxml.
- Soares, G. R. (2015). Luteria composicional de algoritmos pós-tonais v1.1final.