DOI 10.20504/opus2019c2503

Complexidade e criatividade no processo de produção musical em estúdio: uma perspectiva sistêmica

Gilberto Assis Rosa
Jônatas Manzolli
(Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP)

Resumo: Este artigo propõe que o processo de produção musical em estúdio seja investigado em analogia com os sistemas complexos. De natureza colaborativa, suas etapas (planejamento, gravação, edição, mixagem e masterização) podem ser entendidas como subsistemas cujas interações produzem novidades consideradas aqui como propriedades emergentes. A partir da exploração das diferentes etapas do processo de produção musical, dentro de uma perspectiva sistêmica, este artigo coloca em discussão a figura do(a) artista, as funções dos agentes envolvidos, a criatividade e a visão polarizada entre ações técnicas e estéticas dentro do estúdio de gravação. Como resultado, a analogia do processo de produção musical com os sistemas complexos ressaltou a dificuldade em estabelecer distinções entre ações técnicas e artísticas dentro do estúdio, ao mesmo tempo que possibilitou uma abordagem da criatividade, não como algo individualizado, mas como elemento emergente de uma rede intrincada de inter-relações inerente aos processos colaborativos. Concluímos, também, que qualquer ação dentro do estúdio cria um tipo de reação em cadeia cujo impacto no resultado da obra não pode ser premeditado. Assim, o imprevisível surge durante o processo na forma de novidades ou propriedades emergentes, cujas inter-relações e interações com os demais elementos contribuem para a configuração da obra musical.

Palavras-chave: Produção musical. Sistemas complexos. Complexidade e criatividade.

Complexity and Creativity in the Studio Music Production Process: A Systemic Perspective

This article proposes to investigate the process of music production in the recording studio in analogy to complex systems. Given its collaborative nature, the inherent stages of such music production (planning, recording, editing, mixing and mastering) may be understood as a series of subsystems whose interactions produce novelties that are considered here as emergent properties. Therefore, given the different stages of the music production process from a systemic perspective, this article explores the figure of the artist, the roles of the agents involved, and the creativity and interplay between both technical and aesthetic actions within the recording studio. As a result, the analogy of the music production process in terms of complex systems highlighted the difficulty in establishing distinctions between technical and artistic actions within the studio. At the same time, this analogy allowed an approach to creativity, not as something individualized, but as an emergent element of an intricate network of interrelationships inherent to collaborative processes. We conclude that any action within the studio creates a type of chain reaction whose impact cannot premeditate the final outcome of a work. Thus, the unpredictable arises during the process in the form of novelties or emergent properties whose interrelationships and interactions with other elements contribute to the configuration of the musical piece.

Keywords: Music production; complex systems; complexity and creativity.

ROSA, Gilberto Assis; MANZOLLI, Jônatas. Complexidade e criatividade no processo de produção musical em estúdio: uma perspectiva sistêmica. *Opus*, v. 25, n. 3, p. 50-65, set./dez. 2019.
http://dx.doi.org/10.20504/opus2019c2503

Submetido em 01/06/2019, aprovado em 01/08/2019.

Assistimos, sobretudo a partir da década de 1960, à complexificação do processo de produção musical em cada um de seus estágios[1], seja nas técnicas de captação, procedimentos de edição e sobretudo no processo de mixagem. A música mediada por tecnologias de gravação tem estado cada vez mais dependente de uma extensa cadeia de procedimentos, configurando um processo por vezes bastante colaborativo, por vezes nem tanto, quando levadas em conta as produções individualizadas. De um lado, há o avanço tecnológico que levou ao surgimento de técnicas como a gravação multipistas e as facilidades de edição no domínio digital, do outro, a figura do artista que atua na produção em estúdio buscando estabelecer conexões entre a qualidade técnica e a identidade musical e estética. Esse fluxo de modos de operação e ações que envolvem todo o processo leva à manipulação de roteiros técnicos, dispositivos de gravação e tratamento, entre outros. Todavia, a organização de um plano de produção e a obtenção de um resultado satisfatório é sempre um desafio, pois cada produção musical é única. Vê-se que da colaboração entre os agentes dessa produção surge uma identidade sonora que coloca em xeque a noção de autoria (HODGSON, 2005 apud DAVIS, 2009: 3. FITZGERALD, 1996 apud FRITH; ZAGORSKI-THOMAS, 2016: 157). Portanto, há uma questão que se destaca aqui: como abordar um processo complexo e quase irreversível que gera uma identidade, uma singularidade vinculada aos agentes da produção?

Com o objetivo de investigar essa indagação, este artigo apresenta uma visão teórica que ancora a pesquisa de doutorado sobre os meios de produção em estúdio e o modo como a dinâmica dos vários elementos dispostos para realizar essa atividade se entrelaçam num processo criativo. Partindo do pressuposto de que o desenvolvimento das várias etapas da produção leva a um produto final e que este atinge um grau de identidade musical, a nossa tese é que esta emerge em face da interação entre os vários agentes, entre os agentes e seus suportes de criação e da complexidade envolvida no processo. A contribuição deste artigo é apresentar o referencial teórico e discutir quais são as consequências analíticas e musicológicas derivadas da investigação do processo de produção em estúdio a partir do tratamento teórico aqui demonstrado.

Para realizar o objetivo exposto, construímos um diálogo com a noção de sistemas complexos. Assim, este artigo propõe que o processo de produção musical em estúdio seja investigado em analogia com os sistemas complexos e que suas diversas etapas (preparação, gravação, edição, mixagem e masterização) sejam entendidas analogicamente como subsistemas igualmente complexos que interagem entre si. Essa interação ocorre, também, dentro de cada subsistema, ou seja, entre os vários elementos que os compõem. Dessa rede complexa de interações surgem elementos sonoros novos que não foram previstos e que serão considerados aqui como propriedades emergentes: novidades que surgem de um processo criativo colaborativo.

Nas próximas seções, iniciamos com uma discussão sobre a natureza da produção musical em estúdio de maneira a mostrar sua complexidade e destacar a problemática em estudo. Posteriormente, enunciamos pressupostos do aporte teórico derivado da noção de sistemas complexos. Finalmente, ao juntar os conceitos das seções anteriores, discutiremos como a produção em estúdio pode ser entendida como processo criativo. Em suma, o objeto do artigo é propor um diálogo teórico para o processo de produção de música gravada, ou seja, mediada por tecnologias de gravação e produzida de forma colaborativa dentro de um estúdio. A aproximação com os sistemas complexos ocorre no sentido de favorecer as discussões acerca das etapas do

[1] Pré-produção, produção e pós-produção.

processo, funções dos envolvidos, interações e as questões que envolvem a criatividade (MOREY; McINTYRE, 2011. CSIKSZENTMIHALYI, 1997. McINTYRE, 2008).

Processo de produção

A produção musical em estúdio é frequentemente abordada a partir de uma visão tripartida do processo: pré-produção, produção e pós-produção. Entretanto, destacamos o fato de o processo poder assumir diferentes formas em função do contexto em que se desenvolve. Esse fato amplia sobremaneira o campo de exploração. Por essa razão, optamos por nos basear em um modelo generalizado sugerido por Simon Frith e Zagorski-Thomas (2016):

> **Pré-produção:** Este estágio é tipicamente utilizado para identificar os recursos necessários, encontrar estúdios adequados e principalmente começar a escrever, revisar, re-organizar e ensaiar canções;
> **Produção:** Inclui o fato de gravar todo o material para o projeto. Este estágio convencionalmente inclui gravação, *overdubbing*[2] e, tipicamente, pode envolver um grupo de pessoas que contribuirão criativamente: compositores, músicos, engenheiro de som e o produtor;
> **Pós-produção:** […] o estágio de pós-produção é, na maioria das vezes, a fase em que o projeto se une como uma peça completa. É neste estágio que a mixagem, edição e masterização ocorrem[3] (FRITH; ZAGORSKI-THOMAS, 2016: 156-157, tradução nossa).

As três partes do processo de produção expostas acima podem ser subdivididas em diversas etapas, que variam em função da natureza do projeto de gravação. William Moylan (2002: 307-308) sugere um modelo de oito etapas sequenciais baseadas em um tipo de projeto de gravação bastante específico, aparentemente voltado à música popular e envolvendo, além da voz, outros instrumentistas captados em *takes*[4] sucessivos. Porém, adverte que a sequência de eventos varia em relação à natureza de cada projeto e que algumas etapas podem, inclusive, ser sobrepostas.

As oito etapas propostas por Moylan (2002: 308) são apresentadas a seguir, como subdivisões dos três estágios de produção expostos anteriormente. Objetivamos com isso criar uma visão global do processo de produção a fim de tornar claro e especificar nosso campo estudo.

---

[2] Gravação em camadas. Técnica que permite que novos elementos sejam adicionados aos previamente gravados.

[3] "Pre-production – This is the stage typically used to identify the specific resources needed, to find suitable studios, and importantly to begin writing, revising, rearranging and rehearsing songs"
Production – […] Includes the actuality of recording all the material for the project. […] This stage conventionally includes tracking and overdubbing and can typically involve a number of people, songwriters, performing musicians, the engineer and the producer all giving their creative input.
Post-production – […] the post-production stage is most often the phase where the project comes together as a complete piece. It is the stage where mixing, editing and mastering occurs" (FRITH; ZAGORSKI-THOMAS, 2016: 156-157).

[4] Cada vez que algum elemento é gravado. Os *takes* podem corresponder à gravação de trechos musicais ou à música em sua totalidade.

Pré-produção

(1) "Pré-planejamento de sessão" – Etapa reservada à elaboração do conceito do projeto, ensaios com os músicos, escolha de repertório, definição de instrumentação. Além disso, Moylan considera esta etapa adequada para "[…] selecionar os microfones, determinar as pistas de gravação para cada instrumento, escolher a ordem de gravação das faixas e planejar o palco sonoro[5]"[6] (MOYLAN, 2002: 308, tradução nossa).

Produção

(2) "Sessão de gravação" (faixas-base) – Nesta etapa, Moylan (2002: 308, tradução nossa) sugere a realização de gravações-guia, ou seja, "[…] faixas de referência (voz, acompanhamento etc.) seguidas pela gravação das faixas de base (principalmente os elementos rítmicos)"[7].

(3) "Edição" – Para que novos elementos sonoros sejam gravados, é importante que as gravações prévias sejam editadas. Nesta etapa, ocorre a reorganização das pistas, criação da estrutura básica e delimitação da duração da música (MOYLAN, 2002: 308).

(4) "Sessões para *overdub*" – Etapa reservada para a gravação de elementos suplementares, como *backing vocals*, solos, efeitos sonoros etc. Moylan (2002: 308, tradução nossa) considera este momento propício para a "[…] composição e gravação de quaisquer partes adicionais para preencher os requisitos recém descobertos da peça"[8].

Pós-produção

(5) "Processamento e preparação das sessões de mixagem" – Moylan (2002: 308) reserva esta etapa para um ajuste geral dos elementos gravados e organização de todo o material antes da mixagem propriamente dita. Isso inclui processamentos de timbre e edições finais.

(6) "Sessões de ensaio de mixagem" – Como Moylan propõe suas etapas de produção de gravação baseadas no domínio analógico, as possibilidades de retomadas dos projetos de mixagem são muito mais limitadas do que no domínio digital. No domínio analógico, o iniciar-se a mixagem de uma nova música, altera-se obrigatoriamente todas as configurações da mesa de som e dos equipamentos periféricos, dificultando a retomada da música anteriormente mixada. Muito provavelmente, por conta disso, Moylan (2002) propõe que a mixagem seja ensaiada, "composta" pela "definição de elementos artísticos, tais como: níveis dinâmicos, propriedades espaciais e qualidade sonora para cada fonte e pela consideração das inter-relações da mixagem e dos materiais musicais da peça"[9](MOYLAN, 2002: 308, tradução nossa).

(7) "Sessão de mixagem" – Para Moylan (2002: 308), esta etapa é uma extensão da anterior, é a execução da versão definitiva entre as versões de mixagem ensaiadas por uma ou várias pessoas.

[5] Palco sonoro: frequentemente referido como campo sonoro, imagem fantasma ou espaço virtual, refere-se à localização das fontes sonoras no campo estéreo.
[6] "[…] select microfones, plan track assignments, determine recording order of the tracks, plan soundstage" (MOYLAN, 2002: 308).
[7] "[…] record reference tracks (vocals and accompaniment, etc.) followed by recording the basic tracks (primarily the rhythm tracks)" (MOYLAN, 2002: 308).
[8] "[…] composing and recording any additional parts to fill newly discovered requirements of the piece" (MOYLAN, 2002: 308).
[9] "[…] by defining by the artistic elements of dynamic levels, spatial properties and sound quality for each sound source, and by considering the interrelationships of the mix and the musical materials of the piece" (MOYLAN, 2002: 308).

Trata-se da redução de todas as pistas gravadas para apenas duas, no caso de uma finalização em estéreo.

(8) "Sessão de masterização" – Etapa final do processo; montagem da fita máster com todas as obras mixadas em uma sequência específica. Neste estágio, geralmente ocorre a aplicação de certos processamentos de sinal, visando a algum tipo de coerência entre as diversas mixagens, seja em relação ao timbre ou à dinâmica. Moylan (2002: 311) ressalta que os participantes do processo de produção podem ser convidados a ouvir a fita máster, o que pode resultar em algumas modificações ou na aprovação final. É a partir da fita máster que o álbum, em sua versão final, é destinado a outras mídias, como vinil ou CD.

Apresentaremos, a seguir, a aplicação dos conceitos expostos em um processo hipotético envolvendo a produção de uma canção: no estágio de pré-produção, considerado aqui como equivalente ao que Moylan (2002) sugere como etapa de planejamento[10], os compositores criam a melodia, a harmonia e a letra, notam em partitura e, eventualmente, gravam e enviam ao arranjador (ou arranjadores), que, por sua vez, adiciona suas contribuições: possíveis alterações na letra, na forma da música, na harmonia, sugestões de combinações instrumentais etc. O modo como se dá a colaboração entre o compositor e o arranjador não pode ser claramente definido, pois se encontra dentro de um campo com inúmeras combinações possíveis, algumas delas sugeridas, a seguir, por Morey e McIntyre (2011):

> Eles podem dividir o trabalho igualmente entre a criação de texto e música ou apenas um deles pode escrever um novo texto a uma canção preexistente e então enviar seu texto para que seu parceiro escreva uma nova música. Ambos podem escrever a letra, e apenas um deles criar a melodia. Seis pessoas podem elaborar um arranjo e, a partir dele, apenas uma pessoa escreve a melodia e então todos juntos escrevem a letra[11] (MOREY; McINTYRE, 2011: 1, tradução nossa).

Qualquer que seja o modelo colaborativo, a partir dos *feedbacks*[12], o texto da canção e o arranjo podem sofrer alterações. Quando Moylan (2002: 292) pontua que decisões sobre instrumentação podem ser tomadas tanto em etapas preliminares quanto durante o processo de

[10] "Ideally, the content and scope of recording projects are planned in detail before the recording process begins" (MOYLAN, 2002: 263).

[11] "They could split the work evenly between writing lyrics and writing music, one could rewrite the lyrics to an already existing song and then pass on the new lyrics alone to their partner to write new music to, both could write the lyrics and one could come up with the melody, six people could work out the arrangement and one could take it away to write the top line and then they could all add the lyrics to that top line" (MOREY; McINTYRE, 2011: 1).

[12] Referindo-se aos sistemas dinâmicos, Deborah Tussey (2005) pontua que "[…] a probabilidade de *loops de feedback* aparecerem em um determinado sistema correlaciona-se com o grau de interconexão no sistema. Interconexões mais densas criam mais *feedback*" ("The likelihood of feedback loops appearing in a given system correlates with the degree of interconnectedness in the system. Denser interconnections create more feedback") (TUSSEY, 2005: 107, tradução nossa).

Utilizaremos o termo *feedback* neste trabalho como um tipo de informação das reações dos envolvidos em relação aos efeitos ou resultados de ações e decisões tomadas durante as várias etapas do processo de produção. Essas informações produzem novas ações que realimentam o processo e podem ocorrer em qualquer fase do processo. Quando os *feedbacks* produzem alterações, em etapas consideradas concluídas, desencadeiam uma série de ações que afetam o processo como um todo, alterando, consequentemente, o resultado final. Como os *feedbacks* propõem retomadas na forma de revisões de fases anteriores, referimo-nos a eles como *loops de feedback*.

gravação, reconhece que, embora a etapa de planejamento inclua a definição do conceito da obra, bem como sua composição, arranjo e instrumentação, todos esses aspectos podem ser revistos em qualquer momento do processo de produção.

Ainda dentro da etapa de pré-produção, os músicos ensaiam, adicionam eventuais contribuições ao arranjo e vão ao estúdio para as gravações. No estúdio, estágio considerado "produção", o produtor musical sugere uma estratégia de gravação, envolvendo uma sequência para que os elementos sonoros sejam gravados, determinando, inclusive, os equipamentos que serão utilizados. Os músicos podem ser gravados individualmente, em grupos ou todos ao mesmo tempo, ou seja, a gravação poderá ser feita em partes, fragmentando-se a performance, ou pela captação em tempo real (MOYLAN, 2002: 292).

Tendo em mente o conceito da música a ser gravada, as pessoas responsáveis pela parte técnica e de produção geral decidem tanto a localização dos músicos na sala quanto o posicionamento dos microfones em relação às fontes sonoras (MOYLAN, 2002: 263). Depois de vários *takes*, os envolvidos escolhem, segundo critérios técnicos e subjetivos, aquele que atende melhor às suas expectativas.

No estágio de "pós-produção", esse *take* é editado por algum participante ou mesmo por um novo, que poderá, inclusive, sugerir que alguns elementos sejam regravados ou que novos elementos sejam adicionados. Moylan (2002) ressalta o potencial transformador dessa etapa da produção: a edição permite que o áudio gravado seja moldado fora do tempo real, "[…] grandes sessões da música podem ser rearranjadas, compassos inteiros podem ser trocados e sons dentro de um compasso podem ser reordenados[13]" (MOYLAN, 2002: 313, tradução nossa).

Ainda dentro do estágio de pós-produção, uma vez editado, o material é enviado para a mixagem[14], que poderá ser realizada por um participante, um grupo de participantes ou um novo integrante, que, eventualmente, reavaliará as edições. O responsável pela mixagem, algumas vezes, transforma o material ou adiciona novos materiais aos já gravados. Apesar do senso comum que considera a mixagem como parte do estágio de pós-produção, Richard Burgess (2014: 112) observa que essa prática pode fazer parte tanto da etapa de pré-produção (quando a performance é captada "ao vivo") quanto da pós-produção (quando há fragmentação da performance), através da prática de *overdubbing*.

Durante o processo de mixagem, decisões são tomadas e diversos procedimentos são realizados em função de um conceito preestabelecido pelos responsáveis pela composição e produção: timbres são manipulados, a dinâmica poderá ser processada e efeitos poderão ser adicionados. Outros envolvidos, como músicos ou pessoas próximas, poderão ouvir a mixagem e, por meio das informações geradas a partir de suas reações (*feedbacks*), o processo poderá ser revisto. Depois de aceita como terminada, a mixagem é enviada para a última etapa da pós-produção: a "masterização", vista por Bob Katz (2002: 11, tradução nossa) como "[…] o último estágio criativo no processo de produção de áudio, a ponte entre mixagem e a produção de réplicas"[15].

[13] "The major sections of a piece of music may be rearranged. Entire measures may be exchanged, or sounds within a measure may be reordered" (MOYLAN, 2002: 313).
[14] "Mixing had become a post-production process with the introduction of multi-track machines but still regarded as being part of the producer and/or recording engineer's job description" (BURGESS, 2014: 112).
[15] "Mastering is the last creative step in the audio production process, the bridge between mixing and replication" (KATZ, 2002: 11).

Normalmente desempenhada por uma pessoa sem envolvimento com as etapas anteriores do processo, a masterização é responsável, entre outras coisas, pela adequação da mixagem a certos padrões de mercado e às mídias de destino, tais como CDs, DVDs, plataformas digitais etc.

Moylan (2002) considera a etapa de masterização como o momento das decisões artísticas finais e propõe a seguinte sequência para o processo:

> 1. Criar uma versão final da peça musical trazendo o material musical e suas relações para um formato final (normalmente dois canais, mas também *surround*);
> 2. Criar uma sonoridade final para a peça musical, moldando características gerais da gravação (este é o estágio de masterização da peça musical), e
> 3. Finalmente, todas as fitas máster de todas as músicas do projeto de álbum (ou trilha sonora etc.) são compiladas e manipuladas para que haja consistência entre tudo o que foi selecionado[16] (MOYLAN, 2002: 317, tradução nossa).

Não é incomum que a pessoa responsável pela masterização solicite a revisão de alguns aspectos da mixagem, tais como o volume da voz, a quantidade de reverberação etc. Após a aprovação da etapa de masterização pelos agentes envolvidos, a música gravada atingirá sua versão final, que muito provavelmente estará bastante distanciada da versão inicial concebida pelo autor ou autores no início do processo.

Cada etapa do processo consiste em uma série de decisões e ações que impactam o resultado final do projeto. Essa rede intrincada suscita uma série de indagações, inclusive acerca do papel de cada participante no processo: como categorizar a atuação desses participantes? Como se manifesta a criatividade em um processo coletivo de produção? Considerando que muitos dos procedimentos no decorrer do processo não foram planejados e tampouco executados pelos responsáveis pelas ideias iniciais da composição, os participantes devem ser vistos como coautores? Tendo em vista que o estúdio se apresenta como um ambiente propício à criatividade e que esta emerge de uma rede complexa de interações, e não apenas de uma mente criadora, o processo de produção como processo criativo colaborativo pode ser observado a partir de uma visão sistêmica. Essa visão tende a aproximar procedimentos técnicos de ações estéticas, afastando-se da ideia de que o processo de produção musical se configura como uma sequência linear de procedimentos técnicos. Ao contrário, favorece o entendimento do processo de produção como sequência não linear de ações criativas resultantes da interação de todas as suas etapas e de todos os participantes, ou seja: um processo colaborativo, dinâmico e multifacetado.

[16] "1. Creating a final version of the piece of music, by bringing the musical materials and their relationships to a final format (usually two-channel, but also surround);
2. Creating a final sound for the piece of music by shaping the overall characteristics of the recording (this is the mastered stage of the piece of music); and
3. Finally, all master tapes of all of the songs (piece of music) of an album project (or film soundtrack, etc.) are compiled and shaped for consistency between all selections" (MOYLAN, 2002: 317).

Aporte teórico

Como exposto acima, ao apoiar-se em procedimentos colaborativos, o processo de produção adquire uma dinâmica temporal bastante variada. No mesmo sentido, os modos de organização e criação apresentam-se dentro de um vasto campo de possibilidades. Discutimos a seguir as noções da Teoria de Sistemas Complexos como aporte teórico para ancorar o nosso estudo. De início, citamos o ponto de vista de Morin (2011), segundo o qual um sistema pode ser concebido como uma "[…] associação combinatória de elementos diferentes". Nesse sentido, "[…] toda a realidade conhecida, desde o átomo até a galáxia, passando pela molécula, a célula, o organismo e a sociedade, pode ser concebida como sistema" (MORIN, 2011: 35). Em nosso caso específico, utilizaremos como modelo o sistema complexo. Para esse tipo de sistema, "[…] o todo é maior que a soma das partes" (MORIN, 2011: 20. BURMAKIN, 2004: 35). Nossa abordagem compreende as interações entre as etapas do processo de produção, mas, além disso, prevê interações internas, aproximando-se do que Burmakin (2004) chama de sistema complexo hierárquico: "[…] Composto por subsistemas inter-relacionados, que, por sua vez, também são hierárquicos em sua própria estrutura, até que o subsistema de nível mais elementar seja alcançado"[17] (BURMAKIN, 2004: 37, tradução nossa).

No processo de produção musical, assim como em um sistema complexo, dado o alto grau de imprevisibilidade, a observação isolada de cada subsistema não expressa toda a complexidade envolvida e tampouco antecipa resultados gerais, que só são observados em escalas maiores na forma de propriedades emergentes. Deste ponto nascem dois conceitos que são explorados ao longo deste artigo: complexidade e propriedades emergentes de um sistema. O primeiro, complexidade, será abordado segundo a concepção de Morin (2011): "[…] complexidade não compreende apenas quantidades de unidades e interações que desafiam nossas possibilidades de cálculo: ela compreende também incertezas, indeterminações, fenômenos aleatórios. A complexidade num certo sentido *sempre tem relação ao acaso*" (MORIN, 2011: 35, grifo do autor).

O segundo conceito, "propriedades emergentes" ou fenômenos emergentes, será entendido, a partir da concepção de Goldstein (1999: 2), como uma construção dinâmica que surge ao longo do tempo. Propriedades emergentes como "novidades radicais" (GOLDSTEIN, 1999: 1), serão associadas, em nosso estudo, às novidades que surgem das interações entre as etapas e dentro das etapas do processo de produção musical. Para explicar as propriedades emergentes de um sistema complexo, como visto anteriormente, muitos autores se servem da frase: O sistema é mais do que a soma de suas partes, o que explica o fato das propriedades emergentes não serem dedutíveis das partes do processo. Essa propriedade dos sistemas reflete-se também na natureza irreversível do processo.

Outra questão que emerge da aproximação do processo de produção com os sistemas complexos e que permeia este artigo é a criatividade, entendida aqui a partir de Csikszentmihalyi (1997) como um fenômeno sistêmico e não individual. Consideramos, portanto, que a criatividade emerge da inter-relação das etapas do processo de produção e da interação dos agentes envolvidos a partir de um dinamismo colaborativo com certo grau de complexidade. A questão da criatividade se desdobra, neste artigo, para o questionamento das funções e ações

[17] "[…] composed of interrelated subsystems, each of them being in turn hierarchic in structure until some lowest level of elementary subsystems is reached" (BURMAKIN, 2004: 37).

dos agentes envolvidos no processo: dada a complexidade envolvida, como qualificar suas funções? O que há de técnico e de estético em suas ações?

Mesmo que a visão polarizada entre procedimentos técnicos e estéticos possa ser considerada para propósitos muito específicos, nosso interesse está centrado na contribuição musicológica resultante da união de ambos. Existe um esforço por parte de diversos autores no sentido de minimizar a distância entre esses dois polos. São exemplos: Corey (2010: ix, tradução nossa), que introduz o seu livro *Audio Production and Critical Listening* com a seguinte frase: "A prática da engenharia de áudio abrange arte e ciência"[18]. Moylan (2002: xvi, tradução nossa), na introdução de seu livro *The Art of Recording: Understand and Crafting the Mix*, diz que o objetivo de seu livro é "[…] levar o leitor a considerar a gravação de áudio como um processo criativo" e prossegue dizendo que "[…] o livro explora o processo de gravação como um ato de criação artística e ajuda o leitor a visualizar os dispositivos de gravação como instrumentos musicais"[19]. Além deles, Bob Katz (2002) observa que "[…] o estúdio de masterização é o lugar onde a experiência na arte musical é combinada com a ciência do áudio, e ressalta ainda que seu livro *Mastering Audio: The Art and the Science* "[…] busca constantemente a integração entre arte e ciência"[20] (KATZ, 2002: 11, tradução nossa).

Na Tab. 1 relacionamos os conceitos discutidos com o processo de produção musical em estúdio. Desta forma, propomos uma síntese dos conceitos discutidos e a inter-relação entre eles.

	Pontos de tangência				
Produção musical	Multiplicidade de meios	Trabalho colaborativo	Interação entre etapas	Revisão de etapas anteriores	Novidade, criatividade
Sistemas complexos	Associação combinatória de diferentes elementos	Construção dinâmica ao longo do tempo	Subsistemas inter-relacionados	*Loops de feedback*	Propriedades emergentes

Tab. 1: Descrição esquemática da construção teórica apresentada no artigo. A linha superior apresenta a síntese das características da produção musical, e a coluna inferior destaca as noções correspondentes da Teoria dos Sistemas Complexos.

Criatividade sistêmica no processo de produção

A aceitação de que as linhas que dividem as funções dos agentes no processo de produção vêm se tornando cada vez mais tênues – e que em alguns casos já desapareceram – nos leva incondicionalmente ao questionamento da figura do artista (MOOREFIELD, 2010). Quer dizer, o redimensionamento das funções dos envolvidos na produção em estúdio demanda um novo

[18] "The practice of audio engineering is both an art and a science" (COREY, 2010: ix).
[19] "The book seeks to move the reader to consider audio recording as a creative process. […] the book explores the recording process as an act of creating art, and helps the reader envision recording devices as musical instruments" (MOYLAN, 2002: xvi).
[20] "The mastering studio is the place where experience in the musical art is combined with the science of audio. […] my book constantly tries to integrates the art and the science" (KATZ, 2002: 11).

posicionamento em relação ao processo e à criatividade em si, mais especificamente seus conceitos e derivações, o que nos leva ao questionamento do senso comum, que considera a versão final de uma obra musical gravada como a cristalização das ideias, intenções e realizações de um único artista. Essa centralização do processo criativo em apenas um indivíduo é tida por McIntyre (2008) como uma visão romântica. Para ele, a revisão do conceito de criatividade favorece a atualização da concepção sobre as relações de poder dentro do estúdio:

> Se alguém muda a perspectiva da criatividade, pode-se argumentar que um conjunto diferente de ações práticas, atividades teóricas e, por fim, um novo conjunto de crenças emergirão da reconceitualização da criatividade. Então, essa reconceitualização também estabelecerá uma concepção divergente das relações de poder no estúdio das que emanam de uma crença no romantismo[21] (McINTYRE, 2008: 2, tradução nossa).

Essa postura vai ao encontro do pensamento de Csikszentmihalyi (1997: 23), que considera equivocado o entendimento da criatividade como um tipo de *insight* que ocorre na cabeça de alguém especial, uma vez que as interações entre o pensamento de um indivíduo e seu contexto sociocultural não devem ser descartadas. Partindo dessa proposição, Csikszentmihalyi (1997) define criatividade como "[…] qualquer ato, ideia ou produto que muda um domínio existente ou que o transforma em outro". De modo semelhante, uma pessoa criativa seria "[…] alguém cujos pensamentos ou ações mudam um domínio ou estabelecem um novo"[22] (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 28, tradução nossa). Como exemplo, cita Galileu, que deu início à física experimental, e Freud, que "[…] esculpiu a psicanálise fora do domínio da neuropatologia"[23]. Entretanto, adverte que, se ambos não tivessem seus campos promovidos por seguidores de outros campos, suas ideias, talvez, não prosperassem tanto (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 28). Para Csikszentmihalyi (1997: 25), embora não haja nada de errado com a abordagem na qual um indivíduo acredita em sua própria criatividade, ainda que sua contribuição seja genuinamente nova, uma confirmação social se faz necessária. McIntyre (2008: 2) vê o modelo de criatividade proposto por Csikszentmihalyi como resultado de uma operação dinâmica de um sistema composto por três elementos: "[…] uma cultura que contém regras simbólicas, uma pessoa que traz novidade para o domínio e um campo de especialistas que reconhecem e validam a inovação"[24] (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 6, tradução nossa).

Morey e McIntyre (2011: 1) chamam a atenção para o fato de diversos autores abordarem a criatividade como um fenômeno humano básico e destacam as ideias de Cook, a partir das quais "a criatividade deve resultar de propriedades emergentes de um processo multifatorial no

[21] "[…] if one changes the perspective on creativity it can be argued that a different set of practical actions, theoretical pursuits and eventually a new set of beliefs will spring from the reconceptualization of creativity. Accordingly, this reconceptualization will also set up a differing conception of power relationships in the studio to those that emanate from a belief in Romanticism" (McINTYRE, 2008: 2).

[22] "Creativity is any act, idea, or product that changes an existing domain, or that transforms an existing domain into a new one. And the definition of a creative person is: someone whose thoughts or actions change a domain, or establish a new domain" (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 28).

[23] "[…] carved psychoanalysis out of the existing domain of neuropathology" (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 28).

[24] "[…] a culture that contains symbolic rules, a person who brings novelty into the domain, and a field of experts who recognize and validate the innovation" (CSIKSZENTMIHALYI, 1997: 6).

trabalho"[25] (COOK apud MOREY; McINTYRE, 2011: 1, tradução nossa). Para Cook, entendida frequentemente como o paradigma da criação individual, a criatividade seria melhor compreendida implicitamente em termos sociais: "A musicologia tradicional tem se concentrado quase que exclusivamente no papel criativo dos compositores, quando seria mais produtivo entendê-la distribuída entre os participantes na prática musical, enquanto a própria composição"[26] (COOK, 2010: on-line apud MOREY; McINTYRE, 2011: 1, tradução nossa). Dessa forma, entendido como um campo favorável à criatividade, o processo de produção musical, como um todo, pode ser observado a partir do modelo de um sistema complexo com intervenção humana, e suas diferentes etapas podem ser entendidas como subsistemas igualmente complexos. Os novos elementos ou propriedades emergentes que surgem da interação não linear[27] desses subsistemas dificultam a previsão assertiva do resultado final, como aponta Goldstein (1999: 3, tradução nossa) referindo-se às propriedades emergentes de um sistema complexo: "[…] interatividade não linear produz resultados inovadores que não são suficientemente compreendidos como a soma de suas partes"[28]. Souza e Buckeridge (2004: 408) observam o mesmo que Goldstein quando sugerem que, por serem compostos pela interação espacial e temporal "de muitos elementos e/ou subsistemas diferentes de forma não linear", os sistemas complexos "geram padrões emergentes que são observáveis apenas em escalas maiores".

Ao fazer uma apresentação da Teoria da Complexidade, Tussey estabelece que sistemas adaptativos complexos possuem certas características universais:

> São compostos de múltiplos componentes interconectados; transformam-se em cascata em modo não linear; evoluem e coevoluem ao longo do tempo em um padrão pontual de equilíbrio; produzem comportamentos emergentes. Qualidades que tornam o comportamento do sistema imprevisível a longo prazo, e qualquer intervenção humana tende a produzir consequências não intencionais[29] (TUSSEY, 2005: 105, tradução nossa).

Assim como Tussey (2005), em seu artigo "Music at the edge of chaos", aplicou a teoria da complexidade para a análise do sistema de distribuição musical *Peer-to-peer* (P2P) em uma

[25] "[…] creativity must result from the emergent properties of a multifactorial process at work" (COOK, apud MOREY; McINTYRE, 2011: 1).

[26] "Traditional musicology has focused almost exclusively on the creative role of composers, it is more productive to understand creativity as distributed across the participants in musical practice, while composition itself – often seen as the paradigm of individual creation – is better understood in implicitly social terms" (COOK, 2010: on-line apud MOREY; McINTYRE, 2011: 1).

[27] "[…] o sistema linear é aquele no qual os efeitos dos processos são proporcionais às suas causas; ou ainda, no qual o efeito total dos processos é igual à soma dos efeitos de cada processo individual. No sistema não-linear essa proporcionalidade pode não ocorrer obrigatoriamente. E, no caso dos sistemas com evolução hipersensível às condições iniciais, uma pequena mudança no valor de uma das variáveis no estado inicial pode causar uma grande mudança nos estados subsequentes do sistema" (LOFFREDO D'OTTAVIANO; BRESCIANI FILHO, 2004: 11).

[28] "[…] nonlinear interactivity leads to novel outcomes that are not sufficiently understood as a sum of their parts" (GOLDSTEIN, 1999: 3).

[29] "They are composed of multiple, interconnected components; change cascades through them in a nonlinear manner; they evolve and coevolve over time in a pattern of punctuated equilibrium; and they produce emergent behaviors. These qualities make system behavior unpredictable over the long term and, where humans intervene in such systems, their actions are likely to produce unintended consequences" (TUSSEY, 2005: 105).

analogia com os sistemas adaptativos complexos, estendemos essa ideia para o campo da produção musical. Nossa intenção é observar o processo de produção musical sob uma perspectiva que envolve não linearidade, imprevisibilidade e propriedades emergentes, características intrínsecas aos sistemas complexos.

Discussão

Como visto, o processo de produção musical segue uma ordem aparente de procedimentos, mas que é constantemente revisada: **Pré-produção:** estágio reservado principalmente à elaboração do conceito da obra, escolha de material sonoro, escolha dos participantes, arranjos e opção pelo espaço de trabalho; **Produção:** fase que envolve, sobretudo, o levantamento de material, gravações, *samples*[30], aplicação de estratégias de produção para que não haja um distanciamento do conceito inicial e, finalmente, a **Pós-produção**: destinada à edição, montagem, mixagem e masterização.

Apesar da aparência sequencial, as etapas não ocorrem necessariamente de forma linear. Cada nova etapa demanda uma revisão das etapas anteriores, configurando um tipo de retroalimentação ou *loops de feedback*, conceito que pode ser associado ao que Loffredo D'Ottaviano e Bresciani Filho (2004) se referem como retroações positivas e negativas em um sistema dinâmico:

> Um sistema dinâmico pode se apresentar na condição de estabilidade, na qual é controlado por retroações negativas, que amortecem as influências das variáveis que provocam uma mudança de estado, fazendo com que o sistema retorne ao estado inicial. Mas um sistema pode também se apresentar na condição de instabilidade, na qual é conduzido por retroações positivas, que reforçam as influências das mudanças originais ocorridas nas variáveis, sendo que essas mudanças nas variáveis causam pequenas mudanças de estado, que se acumulam (de forma exponencial), podendo levar a uma condição explosiva ou de colapso. E também o sistema pode se apresentar nas condições de estabilidade e instabilidade, com retroações negativas e positivas, que podem levar o sistema a ter diferentes situações de comportamentos (LOFFREDO D'OTTAVIANO; BRESCIANI FILHO, 2004: 16).

Além do jogo de ações e retomadas configurado pelos *loops de feedback*, um projeto de gravação pode ter sua ordem sequencial alterada em função das características do projeto. Alguns projetos podem requerer procedimentos bastante diferentes dos convencionais, tais como a gravação de elementos adicionais na etapa de mixagem ou dar início ao processo de mixagem antes de todos os elementos terem sido gravados etc. (MOYLAN, 2002: 308). A não linearidade do processo de produção pode ser mais facilmente observada em processos mais individualizados. Neles, um único agente assume várias funções e desenvolve o projeto segundo seus próprios critérios. Essa flexibilização do processo pode, em parte, ser atribuída à tecnologia digital de gravação e edição, que favorece a retomada de etapas do projeto e permite alterações em

[30] "A sample can be a fraction of a waveform, a single note from an instrument or voice, a rhythm, a melody, a harmony, or an entire work or album. Although sampling, particularly when done well, is far from a simple matter, the possibilities it offers are nearly limitless" (KATZ, 2004: 139).

qualquer um de seus estágios. Por ser um processo individualizado, grande parte dos *feedbacks* resultam da própria interação entre o produtor/compositor e seus aparatos tecnológicos. Um exemplo de individualização do processo pode ser visto a partir das produções musicais de Frank Zappa, artista que assume todas as funções no processo, atuando como cantor, compositor, produtor, engenheiro de gravação e masterizador em seus próprios projetos (CHANAN, 1995: 165).

Embora mais facilmente observada em processos individualizados, a não linearidade está também presente em processos colaborativos, não apenas na ordem de execução das etapas, mas, principalmente, dentro de cada uma de suas etapas, como pode ser observado a partir de um exemplo envolvendo o processo de mixagem: ainda que o agente responsável adote uma ordem sistemática de procedimentos, no desenrolar e, sobretudo, ao final do processo ele invariavelmente fará alterações em sonoridades que já havia dado como resolvidas. Isso ocorre porque o processo de mixagem opera em um campo de interação dinâmica entre os elementos que foram gravados, de forma que uma pequena alteração, em um dos elementos, desencadeia uma série de ações cujas consequências acarretam um grande impacto na sonoridade como um todo ao final do processo. Nesse sentido, o processo de mixagem pode ser entendido metaforicamente como o efeito borboleta, ideia surgida a partir de uma questão proposta pelo meteorologista Edward Lorenz por ocasião do 139º Encontro da American Association for the Advancement of Science em 1972: "Pode o bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadear um tornado no Texas?"[31] (VERNON, 2017: 130, tradução nossa). O objetivo dessa questão foi demonstrar que pequenas variações nas condições iniciais de alguns sistemas dinâmicos complexos poderiam gerar efeitos profundos, divergentes e imprevisíveis como resultado (VERNON, 2017: 130,). Três pontos fundamentais que explicam o efeito borboleta são destacados por McMillan:

> - Todos os sistemas dinâmicos complexos são incrivelmente sensíveis às suas condições iniciais;
> - Pequenas variações ao longo do tempo podem levar a grandes mudanças em um sistema não linear;
> - Sistemas dinâmicos complexos são redes interconectadas de *loops* de *feedbacks* altamente responsíveis[32] (McMILLAN, 2008 apud NIJS, 2014: 83, tradução nossa).

Desse modo, longe de ser linear, o processo de mixagem é fruto de um número indefinido de ações realizadas randomicamente, cujos resultados contam com um certo grau de imprevisibilidade. A observação do resultado parcial dessas ações, durante o processo de mixagem, não espelha o resultado final. Dessas ações emergem elementos, entendidos aqui como novas sonoridades na forma de propriedades emergentes do processo.

[31] "Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?" (VERNON, 2017: 130).

[32] "– All complex dynamical systems are exceptionally sensitive to their initial orstarting conditions;
– Small variations over time can lead to major changes in a non-linear system;
– Complex dynamical systems are highly responsive and interconnected webs of feedback loops" (McMILLAN, 2008 apud NIJS, 2014: 83).

Mesmo que a mixagem tenha sido realizada por apenas uma pessoa, os envolvidos na produção darão seu parecer (*feedback*) e, a partir disso, o processo poderá ser retomado e modificado. As retomadas (*loops*) de etapas anteriores a partir de *feedbacks* contribuem para a imprevisibilidade e não linearidade do processo. Nesse sentido, nossa analogia entra em ressonância com o texto de Tussey (2005), que considera que o comportamento não linear de um sistema complexo se deve em parte aos *loops* de *feedback*: "Os efeitos do comportamento de um ator retornam a ele e afetam seu comportamento futuro; os efeitos da mudança dentro de um sistema podem retroalimentar esse sistema e causar mudanças na interação dos sistemas, as quais então retornam para o sistema primário"[33] (TUSSEY, 2005: 107, tradução nossa).

No caso do processo de produção musical, não linearidade e imprevisibilidade podem ser encaradas como idiossincrasias desejadas, e não como barreiras a serem transpostas. Tal processo ocorre em espaços de trabalho colaborativo forjados a partir da interação entre etapas de realização e da inter-relação entre ações humanas e efeitos produzidos por máquinas, muitos deles imprevisíveis. Nesse caso, não linearidade e imprevisibilidade podem ser vistas como condições para transformação de domínios existentes, para a criação de novos ou ainda como parte de um cenário ideal para o desenvolvimento da criatividade.

Considerações finais

Cada uma das etapas do processo de produção musical em estúdio pode ser entendida como um subsistema que guarda um certo grau de complexidade e é realizada pela interação de atores que agem e interagem a partir de *feedbacks*. Tais *feedbacks* surgem de dentro ou de fora do sistema, produzindo alterações no projeto até que a versão final seja aceita pelos envolvidos. Trata-se, portanto, da relação entre criação, criadores, suportes tecnológicos e ambiente de criação.

Do ponto de vista sistêmico, a criação musical colaborativa em estúdio se dá a partir de um movimento dinâmico, não linear e configura-se como um modelo de trabalho que envolve um alto grau de complexidade, a partir do qual emergem elementos em forma de novidades. Nesse processo, as funções dos agentes envolvidos estão de tal forma imbricadas que se torna extremamente difícil delimitar o campo de atuação de cada um. A mesma dificuldade é encontrada no intento de atribuir a parcela de criatividade que compete a cada um dos envolvidos. Uma pequena ideia inicial pode assumir proporções inesperadas ao longo do projeto ou servir de base para novas ideias. Observamos que a criatividade, com sua complexidade inerente, emerge de um processo igualmente complexo, e não propriamente das ideias de um único agente. Daí a necessidade de um redimensionamento da figura do artista/compositor, que pode então ser visto como mais um agente com um certo grau de atuação dentro do processo, e não como o único responsável pelo aspecto criativo da obra.

A analogia do processo de produção com os sistemas complexos ressaltou a dificuldade em se estabelecer distinções entre ações técnicas e artísticas. Tais distinções perdem sentido quando o processo de produção é observado sob o ponto de vista sistêmico, posto que a criatividade emerge da inter-relação das etapas do processo e apresenta-se como resultado da

[33] "[…] The effects of an actor's behavior feedback to that actor and affect its future behavior; the effects of change within one system may both feedback within that system and cause change in interacting systems, which then feeds back to the primary system" (TUSSEY, 2005: 107).

interação entre os envolvidos. Do mesmo ponto de vista, a obra gravada, em sua versão definitiva, é mais do que a soma de cada uma das etapas, pois da observação do processo, em larga escala, nota-se novos elementos que não foram previstos e nem podiam ser observados em etapas individualizadas.

A analogia com o efeito borboleta permitiu uma abordagem do processo de produção, tendo em vista sua sensibilidade às condições iniciais. As características acústicas da sala de gravação e do instrumento a ser gravado, a escolha e o posicionamento dos microfones utilizados, o posicionamento do músico dentro da sala etc. configuram um conjunto de escolhas e ações iniciais cujos efeitos carregam um certo grau de imprevisibilidade. No mesmo sentido, cada ação ou decisão ao longo do processo, seja ela de ordem técnica, como o uso de filtros e *delays* ou explicitamente estrutural, como a alteração de um ritmo ou nota, cria um tipo de reação em cadeia cujo impacto não pode ser completamente premeditado, mas certamente, em algum nível, afetará o resultado final do projeto. Assim, o imprevisível surge em forma de novidades ou propriedades emergentes que interagem entre si e com os demais elementos da composição. Nesse sentido, em um processo criativo e colaborativo, ações técnicas e estéticas misturam-se o tempo todo, na mesma medida em que o processo se funde e se confunde com a própria obra.

Referências

BURGESS, Richard James. *The History of Music Production*. New York: Oxford University Press, 2014.

BURMAKIN, Eugene M. Architecture of Complex Systems. In: HYÖTYNIEMI, H. (Ed.). *Complex Systems:* Science at the Edge of Chaos. Helsinki University of Technology, 2004. p. 35-41.

CHANAN, Michael. *Repeated Takes:* A Short History of Recording and its Effects on Music. UK: Verso, 1995.

COREY, Jason. *Audio Production and Critical Listening*: Technical Ear Training. Waltham: Focal Press, 2010.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. *Creativity*: Flow and the Psychology of Discovery and Invention. New York: Harper Collins, 1997.

DAVIS, Robert. Creative Ownership And The Case Of The Sonic Signature Or, 'I'm Listening To This Record And Wondering Whodunit?'. *Journal on the Art of Record Production*, Issue 04, Conference Papers, Oct. 2009.

FRITH, Simon; ZAGORSKI-THOMAS, Simon. *The Art of Record Production:* An Introductory Reader for a New Academic Field. 2. ed. New York: Routledge, 2016.

GOLDSTEIN Jeffrey. Emergence as a Construct: History and Issues. In: *Emergence:* Complexity and Organization, ed.1, 31 mar. 1999. Disponível em: <https://journal.emergentpublications.com/article/vol1-iss1-1-3-ac/>. Acesso em: 9 jul. 2019.

KATZ, Bob. *Mastering Audio:* The Art and The Science. Waltham: Focal Press, 2002.

KATZ, Mark. *Capturing Sound:* How Technology has Changed Music. Berkeley: University of CA Press, 2004.

LOFFREDO D'OTTAVIANO, Itala M.; BRESCIANI FILHO, Ettore. Auto-organização e criação. *MultiCiência: a mente humana*, v. 3, out. 2004. Disponível em: <https://www.academia.edu/3143929/Auto-organização_e_criação>. Acesso em: 8 jun. 2019.

McINTYRE, Phillip. The System Model of Creativity: Analysing the Distribution of Power in Studio. *Journal on the Art of Record Production*, Issue 3, Nov. 2008.

MOOREFIELD, Virgil. *The Producer as Composer:* Shaping the Sounds of Popular Music. Cambridge: MIT Press, 2010.

MOREY, Justin; McINTYRE, Phillip. "Working out the Split": Creative Collaboration and Assignation of Copyright Across Differing Musical Worlds. *Journal on the Art of Record Production*, Issue 05, July 2011.

MORIN, Edgar. *Introdução ao pensamento complexo.* Trad. Eliane Lisboa. Porto Alegre: Sulina, 2011.

MOYLAN, William. *The Art of Recording:* Understanding and Crafting the Mix. Waltham: Focal Press, 2002.

NIJS, Diane L. W. *Imagineering the Butterfly Effect:* Complexity and Collective Creativity in Business and Policy. Thesis (PhD). Rijksuniversiteit Groningen, 2014.

SOUZA, Gustavo. M.; BUCKERIDGE, Marcos, S. Sistemas complexos: novas formas de ver a Botânica. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 27, n. 3, p. 407-419, 2004.

TUSSEY, Deborah. Music at the Edge of Chaos: A Complex Systems Perspective on File Sharing. *Loyola University Chicago Law Journal*, v. 37, p. 101-167, 2005.

VERNON, James L. Understanding the Butterfly Effect. *American Scientist*, v. 105, n. 3, p. 130, May/June 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1511/2017.105.3.130>.

Gilberto Assis Rosa possui Mestrado em Artes pelo Departamento de Comunicação e Semiótica da PUC-SP e atualmente cursa o Doutorado em Música no Instituto de Artes da Unicamp. É professor nos cursos de Graduação e Pós-Graduação em Música na Faculdades Santa Marcelina (FASM) e no curso de Produção Musical da Universidade Anhembi-Morumbi. Tem experiência na área de Música com ênfase em Tecnologia, Música eletroacústica, Arranjo e Producão Musical. Entre suas produções estão dois CDs para o Selo SESC: *Chiquinha em revista* (2011) e *O que há de concreto na canção*? (2015) e a composição da trilha sonora KHAOS para o Balé da Cidade de São Paulo (2008). Teve suas obras eletroacústicas apresentadas em projetos como 60X60 (NY, 2008-2010), EMM (Electronic Music Midwest) em Kansas City, 2011, Frammentazione na Itália em 2008, ano em que foi selecionado para o projeto Rumos: cartografia artística brasileira. gilassisrosa@gmail.com

Jônatas Manzolli é compositor e matemático, pesquisa a interação entre Música e Ciência em criação musical e ciências cognitivas. Professor titular do Instituto de Artes da Unicamp e coordenador associado do Núcleo Interdisciplinar de Comunicação Sonora (NICS), pesquisador 1B do CNPq. Suas publicações focam, principalmente, os seguintes temas: ambientes interativos para composição, modelos matemáticos e computacionais no contexto da criação e análise da música atual. Sua produção artística relaciona música mista e instrumental, obras multimodais para dança e instalações sonoras. jonatas@nics.unicamp.br