



Artes sonoras em redes digitais: a origem de uma nova cultura colaborativa

ÁLVARO BARBOSA

Universidade de São José, Macau, S.A.R. China

Centro de Investigação em Ciência e Tecnologia das Artes, Portugal

Centro de Estudos de Comunicação e Cultura, Portugal

Resumo

Atualmente, fazem parte da nossa vida diária diversas ferramentas colaborativas *on-line* usadas por comunidades dispersas geograficamente para lazer e trabalho. A noção de expandir esta mesma funcionalidade à prática colaborativa da música tem uma longa história no imaginário das civilizações modernas, mas só se tornou numa realidade no final dos anos 90, quando artistas e investigadores académicos começaram a tentar desenvolver sistemas tecnológicos para este efeito. No entanto, esta visão quase utópica, de mundo onde os músicos se pode interconectar à distância como se partilhassem o mesmo espaço performativo, deparou-se um constrangimento físico e técnico, designado por latência de rede, que impede o sincronismo musical tal como o conhecemos. Este artigo apresenta uma panorâmica sobre as origens da prática de Artes Sonoras em Redes Digitais, tendo em perspectiva proporcionar uma visão geral de diferentes abordagens e estratégias, com exemplos de projetos pioneiros representativos em termos de inovação e relevância histórica. Em particular, salienta-se que a cultura colaborativa de artes sonoras em redes digitais vai muito para além de uma simples evolução dos anteriores paradigmas de comunicação acústica, proporcionando uma nova cultura de composição e improvisação, assim como um contexto inovador para criatividade e novidade estilística musical.

1. Introdução

O desenvolvimento das redes informáticas digitais nas últimas décadas, em particular com a Internet como o mais poderoso paradigma de comunicação global, introduziu formas inovadoras de comunicação entre os seres humanos, limitando os constrangimentos das fronteiras geográficas. Hoje, diversas ferramentas colaborativas são amplamente usadas *on-line* por comunidades transnacionais, tais como *chat rooms* multimédia, sistemas de realidade virtual, redes sociais com diferentes níveis de sofisticação, editores multimédia partilhados, sistemas de

videoconferência, espaços virtuais partilhados na *cloud* para troca ou partilha de documentos digitais, ou até mesmo o simples e poderoso *e-mail*. Estas são ferramentas essenciais em qualquer modelo colaborativo moderno, tanto para indivíduos como para organizações.

Esta evolução à escala planetária não se reflete apenas na produtividade e lazer, mas tem também um impacto profundo em muitos dos processos de construção e disseminação cultural. Particularmente no domínio da música e artes sonoras surgiram muito cedo projetos experimentais e de investigação que recorreram à utilização da internet, ou outras tipologias de redes de comunicação, como parte integrante do processo criativo e performativo. Este artigo introduz uma análise destes desenvolvimentos iniciais, apresentando um paradigma que pode espelhar e inspirar realidades distintas em outros domínios culturais, artísticos ou sociais, com ênfase sobretudo nas dinâmicas que é possível estabelecer em processos criativos colaborativos.

Na sua origem a música tem um carácter colaborativo. Em comunidades tribais primitivas, a partilha da prática musical em ocasiões de socialização comum, sempre foi um contexto chave no processo de produzir sonoridades como uma forma de expressão estética. No entanto, com o desenvolvimento da música enquanto indústria, surge o conceito de públicos e audiências, que se torna massificado, passando a música a ser uma arte apresentada em palco, e mais tarde gravada e distribuída em diferentes formatos por diversos canais.

Na era da Internet e das redes globais, esta cultura colaborativa é aplicada às práticas de produção e *performance* musical, de forma democratizada e sem fronteiras geográficas, recuperando de certa forma o espírito e função social que a música tinha nas suas origens.

Neste sentido, o espírito de criar sons musicais como uma experiência criativa partilhada apresenta-se como um testemunho vivo da relevância desta dimensão Cultural.

Ao conectar comunidades e públicos de todo o mundo, esta rede global rapidamente se desenvolveu como um ecossistema virtual, onde diferentes formas de Arte Sonora se desenvolvem rapidamente, proporcionando um novo espaço para a exploração criativa.

Este artigo proporciona uma visão geral de como artistas, investigadores e utilizadores comuns da Internet, iniciaram a exploração deste

recurso como um meio de criação artística coletiva nas Artes Sonoras, dando origem a uma nova cultura colaborativa.

2. A Internet como um Meio Acústico

O imaginário de um mundo inter-conectado à escala global tem as suas origens muito antes da era da Internet. Podemos encontrar referências a esta ideia na literatura de ficção com descrições de uma rede tecnológica que permite aos seres humanos realizar sessões de tele-presença a longa distância. O exemplo mais emblemático que ilustra esta ideia é inspirado em músicos que se comunicam acusticamente à distância e tocando uma peça musical, introduzida no livro de contos *Une Ville Idéale* escrito por Jules Vern em 1875. Neste livro o autor descreve, o que hoje seria identificado como um concerto de *Networked Music*, em que um pianista localizado em Moscovo partilha o palco remotamente com vários pianos localizados em salas de concerto dispersas pelo mundo fora (Verne, 1875).

O mesmo conceito de desempenho musical remoto, como inspiração para demonstrar o potencial das redes globais, emerge de forma recorrente ao longo do tempo. Um exemplo mais recente surge na capa do Volume 44, Edição 12 da prestigiosa publicação *Communications of ACM*, publicada em 2001, como uma edição especial dedicada a tecnologias colaborativas. Também aqui nos deparamos com uma ilustração que representa uma orquestra em que músicos individuais se transformam em instâncias remotas, colaborando através da representação abstrata de uma rede digital.

Apesar destas noções especulativas sobre um mundo inter-conectado onde músicos podem tocar música remotamente como se estivessem no mesmo espaço físico, quando a rede Internet se tornou numa



Figura 1. Comunicação do ACM, 2001

realidade no final dos anos 90 e investigadores académicos começaram a tentar desenvolver sistemas tecnológicos que suportam esta ideia, surgiu um constrangimento técnico nunca antes antecipado.

Os sistemas que operam sobre redes de computadores para transportar som por longas distâncias, introduzem atrasos no transporte de dados designados como latência de rede, o que se torna fracturante no processo de comunicação musical não permitindo a sincronização dos músicos e transformando-se num obstáculo praticamente incontornável na concretização desta visão idealizada de uma orquestra global.

A primeira experiência documentada de colaboração musical através da internet, no âmbito académico de investigação artística, científica e tecnológica, foi conduzida pela Universidade de McGill em conjunto com a Universidade de Stanford em 2002.

Nesta experiência músicos de ambas as universidades partilharam remotamente uma *jam session*, baseada em *standards* de Jazz, entre dois



Figura 2. Stanford/Magill – *jam session* Continental entre a Califórnia e o Quebec, com músicos remotos na Universidade de Stanford projetados numa tela (Alexander Carôt no baixo e Estabin Wilson no saxofone, à esquerda) e músicos da Universidade de McGill (Dan Levitin no saxofone e Ives Levesque no trombone, à direita).

estúdios separados por uma distância de 4.076 Km, dispondo de uma conectividade de banda larga *Internet 2*, transmissão bidireccional de áudio multi-canal e vídeo de alta resolução (para os padrões desta época).

Apesar de todas estas especificações técnicas, a existência de latência de comunicação, ainda que na ordem das centenas de milissegundo, foi suficiente para criar disrupção na comunicação musical, resultando numa experiência que frustrou a expectativa de se atingir a percepção dos músicos partilharem o mesmo espaço acústico.

Apesar da existência deste constrangimento tecnológico, que impede a realização de uma *performance* tal como seria expectável, também é facto que ao longo da história os artistas utilizaram recorrentemente tecnologias inovadoras para maximizar o valor estético e conceptual de seu trabalho. Num primeiro momento, este recurso pode resultar na procura do aperfeiçoamento dos processos criativos tradicionais, mas os avanços mais relevantes surgem quando a tecnologia é utilizada como um meio para inovar na expressão artística. Neste sentido, a ideia de usar redes de computadores e a Internet como uma inovação tecnológica para a prática das Artes Sonoras não é exceção.



Figura 3. *The league of automatic music composers* (Perkis, Horton e Bischoff, da esquerda para a direita) tocando no Ft. Mason, São Francisco, 1981. Foto: Peter Abramowitsch

O primeiro projeto artístico experimental documentado que reflete esta abordagem de inovação musical, precede a era da Internet. No final dos anos 70, em San Francisco na Califórnia, surgiu a *league of automatic music composers*, um coletivo que explorava sistemas colaborativos baseados em redes de computadores para obter sonoridades dentro do gênero da música experimental eletrônica, produzidas exclusivamente por computadores e não por instrumentos musicais tradicionais (Brown, C. e Bischoff, J., 2005).

Originalmente, “*The League*” resulta das preferências músicas e interesse pela experimentação tecnológica, comum entre de Jim Horton, John Bishoff e Rich Gold, designando o novo gênero de *performance* musical que criaram como “*Network Computer Music*”. Ao colocar os seus computadores em rede, cada composição criada em tempo real poderia enviar e receber dados de outras composições e, pela primeira vez na história da música, permitir interconexões musicais programáveis com elevado grau de detalhe.

As ligações entre os dispositivos computacionais realizavam-se através das portas paralelas de 8 bits disponíveis nos painéis de ligação placa mãe dos microprocessadores KIM.

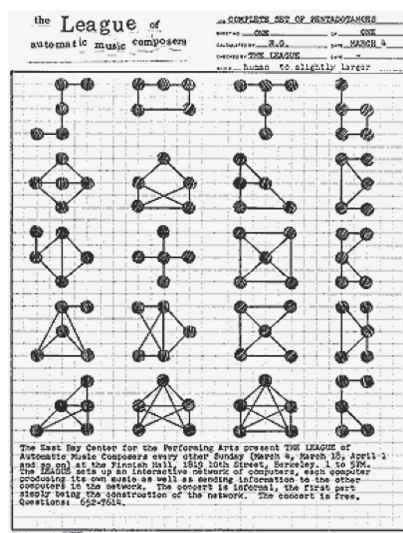


Figura 4. Flyer, projetado por Rich Gold em 1979, para uma série de concertos, mostrando diferentes topologias de conexão de rede entre os computadores da Liga.

Normalmente o programa executado no terminal recetor corria periodicamente uma rotina que verificava a existência de novos dados na porta série lendo indiscriminadamente qualquer acesso que pudesse surgir. Por vezes, a ligação era feita através das linhas de interrupção do KIM, que permitiam uma resposta instantânea, pois o *performer* parceiro podia “interromper” a *performance* recetora e enviando uma sequência de dados musicais que poderiam ser aplicados numa rotina executada imediatamente pelo programa recetor. Desta forma este coletivo de *performance* musical podia executar cada

peça recorrendo a diversas tipologias de inter-conectividade, refletidas na taxinomia gráfica apresentada na figura 4.

Essas primeiras experiências de utilização as redes de computadores como um meio para explorar novas formas e estruturas musicais estão em sintonia com o testemunho de Atau Tanaka numa entrevista seminal incluída no ensaio de Golo Föllmer “*Soft Music*” (Föllmer, G., 2001).

Acho o atraso de comunicação introduzido pela rede Internet um aspeto bastante interessante e penso nele como uma espécie de característica acústica única dessa meio de comunicação [...] em vez de tocar música que já conhecemos sobre esta nova base de tempo, o que é interessante para mim é tentar encontrar uma linguagem musical que trabalha neste eixo de tempo [...] se demora meio segundo de atraso para um som chegar de Paris a Nova Iorque e outro meio segundo para voltar, então podemos criar uma música que seja adaptada a esta acústica particular [...].

Esta perspetiva introduz uma nova abordagem sobre como lidar com a questão da latência de rede, considerando-a como uma dimensão inerente do espaço acústico da Internet, que as Artes Sonoras podem adotar no seu processo criativo.

3. Música em Rede e Arte Sonora

Na transição para a primeira década do século XXI surgem as primeiras publicações académicas que refletem sobre as diferentes abordagens e estratégias para o uso da tecnologia da Internet enquanto plataforma para a *performance* de música e Artes Sonoras experimentais. Os principais artigos de investigação sobre projetos, modelos e novas estratégias foram publicados por Serji Jordà (Jordà 1999), Dante Tanzi (Tanzi, 2001), Gil Weinberg (Weinberg, 2002), Atau Tanaka (Tanaka, 2006), Alexander Carôt, Alain Renaud, Pedro Rebelo (Renaud, Carôt & Rebelo 2007) (Rebelo 2009) e Chrisoula Alexandraki, Demosthenes Akoumianakis (Alexandraki, Akoumianakis 2010).

De forma geral, todos estes artigos reiteram duas grandes estratégias de abordagem à música e a Arte Sonora na Internet:

- Execução de música pré-existente, criada para espaços físicos co-localizados, introduzindo longas distâncias geográficas entre os músicos e tentando ultrapassar o problema da latência em rede. Esta abordagem geralmente é designada como **Performance Musical em Rede**;
- Ou, executando música experimental, não seguindo estruturas musicais clássicas de ritmo ou melodia e onde os Instrumentos podem ser digitais ou mesmo intangíveis. Neste caso, a Internet é considerada um espaço virtual com uma acústica própria, na qual a latência é um dos seus muitos atributos. Esta abordagem pode ser designada como **Arte Sonora Experimental em Rede**.

O artigo publicado Álvaro Barbosa (Autor deste artigo) em 2005 na publicação do MIT Press, *Leonardo Music Journal* (Barbosa 2003) articula estas duas abordagens numa estrutura de análise mais geral, introduzindo um espaço de classificação para sistemas de *performance* musical, assim como de arte sonora experimental em rede. Este modelo é baseado nas especificações iniciais definidas na área do trabalho Cooperativo Suportado por Computador (CSCW), por Tom Rodden (Rodden, 1991), contemplando as características dos sistemas enquanto:

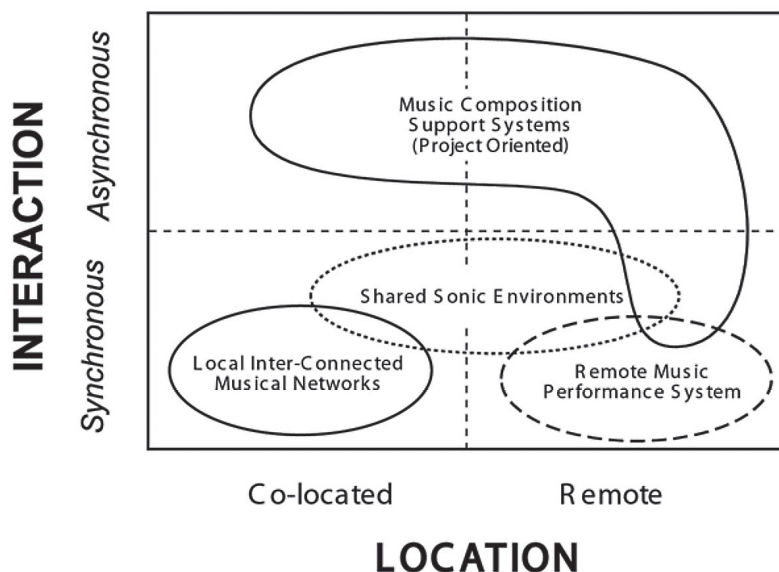


Figura 5. Espaço de Classificação para Sistemas de Música em Rede e de Arte Sonora

- Síncronas VS Assíncronas nas suas dimensão temporais;
- Remotas VS Co-localizadas nas suas dimensão espaciais.

De acordo com esta investigação, os sistemas para Música e Arte Sonora têm diferentes requisitos de comunicação sonora e podem ser categorizados em diferentes classes:

- 1) Redes Musicais Inter-conectadas Localmente – Usadas em eventos organizados para grupos de artistas que interagem em tempo real com um conjunto de instrumentos musicais (ou Instrumentos de Música Virtual) com interdependência sonora proporcionada por uma rede de computadores local.
- 2) Sistemas de Suporte de Composição Musical – Usados para auxiliar formas mais tradicionais de composição e produção musical, tanto para composição orientada para um suporte de música escrita quanto para produção musical baseada na gravação de configurações de estúdio. Estes sistemas representam uma melhoria significativa em relação aos paradigmas tradicionais de colaboração, permitindo a distância geográfica e a colaboração assíncrona.
- 3) Sistemas de Performance Musical Remota – Usados em eventos organizados para grupos de múltiplos executantes remotos, dispersos no espaço, improvisando e interagindo sincronamente com um conjunto de instrumentos musicais (ou Instrumentos de Música Virtual). Neste caso, a interdependência sonora é afetada pela latência da rede. A Tele-presença (participação unilateral remota) é um caso particular deste conjunto de aplicações.
- 4) Ambientes Sonoros Partilhados – Uma nova classe de aplicações emergentes, que explora a natureza distribuída e partilhada da Internet. Não é orientada para um evento limitado no tempo, sendo mais adequada para improvisação síncrona. Quando estes sistemas são dirigidos a um público amplo, geralmente não é necessário conhecimento musical prévio por parte dos participantes e, portanto, os resultados são muitas vezes peças sonoras experimentais.

Estas não são categorias fechadas, e muitos sistemas podem pertencer a mais do que uma categoria. No entanto, há muitos exemplos representativos das respetivas categorias, como para a categoria:

- (1), o trabalho de investigação de Gil Weinberg no MIT sobre *Networked Sound Toys* (Weinberg, 2002), ou por Ge Wang na Universidade de Stanford com o SLOrk (Wang, Brian, Ho & Hamilton 2009);
- (2), os numerosos sistemas de colaboração adotados pela indústria de gravação musical, como sistema *AVID Everywhere* concebido para suportar sessões de produção musical na *Cloud*;
- (3) e (4) que são essencialmente mapeadas, respetivamente, nas tipologias defendidas no início desta secção de artigo como Performance Musical em rede e Arte Sonora Experimental em Rede.

5. Artes de Sonoras em Rede

Transcender os paradigmas existentes de comunicação acústica através do enfoque nos aspetos inovadores da colaboração na Internet é o fundamento subjacente aos sistemas designados como Ambientes Sonoros Partilhados no Espaço de Classificação de introduzido por (Barbosa, 2003). A definição desta tipologia de aplicações deriva da constatação que a tecnologia de computação que constitui a rede Internet não é unicamente um sistema para conectar pessoas ponto a ponto quando dispersas geograficamente. Este tipo de ligação pode até ser feita com a tecnologia telefónica tradicional, ainda que de uma forma menos sofisticada. A verdadeira inovação introduzida pela rede Internet é sua natureza partilhada. A existência de espaços virtuais em funcionamento permanente e onde comunidades dispersas pelo globo se podem encontrar em diferentes plataformas, compartilhando todos os tipos de experiências.

A exploração da criatividade sonora neste novo paradigma de cultura colaborativa integrado na rede Internet, surge num primeiro momento através da exploração de comunidades de utilizadores anónimos em larga escala, associadas à emblemática companhia Catalã de teatro *La Fura dels Baus*. Em 1997 esta companhia encomendou o desenvolvimento de um sistema de criação de música coletiva *on-line* ao

artista experimental Sergi Jordà, que permitiria a participação de inter-nautas na criação colaborativa de peças musicais que foram posteriormente incluídas na peça *F@ust 3.0*, livremente inspiradas no trabalho de Goethe.

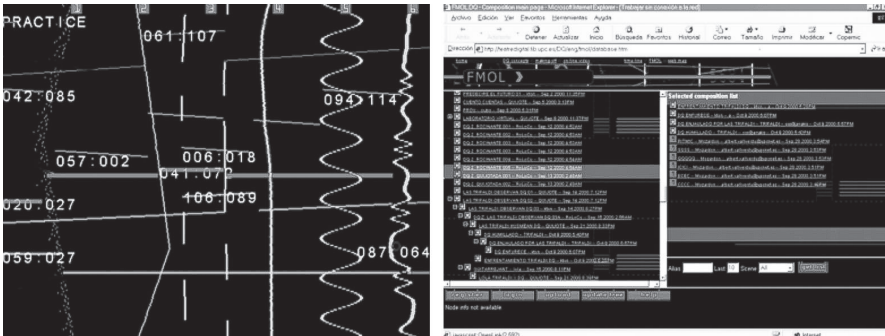


Figura 6. O software FMOL e os dados estruturados em árvore na web com múltiplas gerações das peças compostas por diferentes utilizadores

O sistema original seguiu um modelo de servidor cliente, permitindo aos utilizadores a utilização do *software* FMOL (Jordà, 1999), assim como o acesso a um servidor central baseado na *web*, com o objetivo de descarregar e carregar partes da música armazenadas numa base de dados estruturada em árvore.

Durante o período de tempo em que este projeto esteve *on-line*, entre janeiro de 1998 e outubro de 2000, várias centenas de compositores espontâneos participaram da criação de secções de partituras para duas peças dos *La Fura*, e um álbum coletivo de música.

Este projeto, embora extremamente bem sucedido, essencialmente tira partido da natureza compartilhada da Internet mas de forma assíncrona. O possibilidade de colaboração e experimentação artística sonora em tempo real na Internet foi apenas introduzido 2 anos mais tarde a partir do mesmo centro de investigação em Barcelona (MTG na Universidade Pompeu Fabra) por Álvaro Barbosa e Martin Kaltenbrunner (Barbosa & Kaltenbrunner, 2002) com o sistema *Public Sound Objects*.

Este sistema é um ambiente sonoro partilhado onde os utilizadores da Internet podem participar em sessões de improvisação sonora e interagir entre si gerando sons através de um interface gráfico interativo. Este interface foi inspirado no trabalho de Kiyoshi Furukawa, Masaki

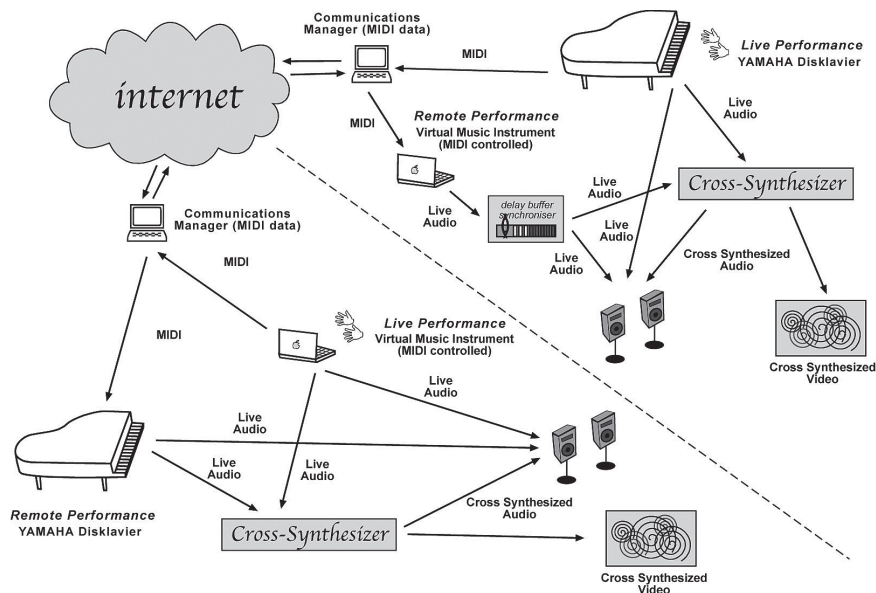


Figura 7. *Perfect Take* – Sistema de Internet Compartilhada integrando Pianos Acústicos

Fujihata e Wolfgang Muench, desenvolvido em 1999 no centro ZKM de Arte e Mídia em Karlsruhe, Alemanha, que resultou no *software* interativo *Small Fish* (Furukawa, Fujihata, & Muench, 1999).

O interface implementado no *Public Sound Objects* permite a manipulação da direção, tamanho, percurso e controle de uma forma geométrica circular que ao colidir com as extremidades do espaço que lhe é delimitado, gera sons musicais. Cada utilizador pode também visualizar graficamente os outros utilizadores que partilham a sessão e os sons de toda a performance são gerados no computador cliente, permitindo apenas a transmissão de dados de controle pela rede. Este sistema foi testado por largas centenas de utilizadores e transformou-se na inspiração e referência para esta tipologia, explorada por projetos subsequentes, tal como o *HORGIE*, um sintetizador colaborativo desenvolvido por Jorge Herrera em 2009 na Universidade de Stanford (Herrera, 2009), bem como outros sistemas que incluem o controle compartilhado de instrumentos musicais acústicos, como o *Perfect Take* de Makelberge e Barbosa em 2012 (Makelberge & Barbosa 2012).

Estes sistemas pioneiros desenvolvidos na primeira década do século XXI despoletaram um fenómeno que cresceu exponencialmente,

sobretudo com a introdução de dispositivos moveis, introduzindo os fundamentos conceituais e tecnológicos para uma nova cultura colaborativa *on-line*, baseada na conceção de um espaço partilhado.

4. Conclusões

As Artes Sonoras na Internet formam um campo de experimentação artística e investigação tecnológica que está a crescer exponencialmente. Os projetos desenvolvidos nesta área contemplam equipas multi-disciplinares de Artistas, Investigadores, académicos, parceiros da indústria e até mesmo utilizadores individuais da Internet.

Como exemplo valerá a pena referenciar um dos maiores repositórios de Artes Sonoras na Internet gerido pela organização *Turbulence* (<http://www.turbulence.org/>), onde podemos encontrar variados exemplos de trabalhos desenvolvidos em diversos contextos ou sobre a curadoria da própria organização destinada a Artistas selecionados.

Este artigo apresenta uma panorâmica sobre as origens desta prática, tendo em perspetiva proporcionar uma visão geral das diferentes abordagens e estratégias com exemplos de projetos pioneiros representativos em termos de inovação e relevância histórica.

Em particular, salienta-se que a cultura colaborativa de artes sonoras em redes digitais vai muito para além de uma simples evolução dos anteriores paradigmas de comunicação acústica. Seguindo as pegadas destas primeiras aplicações surgem práticas baseadas na dimensão mais inovadora e disruptiva rede Internet, que consiste na sua natureza partilhada. Nomeadamente, na possibilidade de existência de ambientes virtuais compartilhados por comunidade, onde os utilizadores podem juntar-se ou sair dinamicamente de um grupo, onde decorrem performances sonoras colaborativas de forma contínua.

Da mesma forma que os sistemas semelhante orientados para a comunicação visual ou textual trouxeram novos mecanismos de interação que não existiam no mundo real, tal como foi descoberto por Pavel Curtis no início dos anos 90 (Curtis, 1992), também nas Artes Sonoras surge uma nova cultura de colaboração que proporciona um contexto inovador para criatividade a novidade estilística.

Referências

- Barbosa, A. (2006). Computer-Supported Cooperative Work for Music Applications. PhD Thesis – Music technology Group; Pompeu Fabra University, Barcelona, Spain.
- Barbosa, A., Cardoso, J., Geiger, G. (2005). Network Latency Adaptive Tempo in the Public Sound Objects System. Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2005); Vancouver, Canada.
- Barbosa, A., Displaced Soundscapes. (2003). A Survey of Network Systems for Music and Sonic Art Creation. *Leonardo Music Journal* 13, 53-59.
- Brown, C. and Bischoff, J. (2005). Computer Network Music Bands: A History of the League of Automatic Music Composers and the Hub. In *At a Distance: Precursors to Art and Activism on the Internet*. (Ed. Annmarie Chandler and Norie Neumark) pp. 372-391, MIT Press, Cambridge, MA.
- Carôt, A., Rebelo, P., & Renaud, A. (2007). Networked Music Performance: State of the Art. Presented at the Audio Engineering Society Conference: 30th International Conference: Intelligent Audio Environments, Audio Engineering Society.
- Chrisoula A., Demosthenes A. (2010). Exploring new perspectives in network music performance: The diamouses framework. *Comput. Music J.* 34, 2 (June 2010), 66-83. DOI=10.1162/comj.2010.34.2.66.
- Curtis, P. (1992). Mudding: Social Phenomena in Text-Based Virtual Realities- Proceedings of the 1992 Conference on the Directions and Implications of Advanced Computing.
- Föllmer, G. (2001). *Crossfade – Sound Travels on the Web – Soft Music*. San Francisco Museum of Modern Art; ZKM – Center for Art and Media – Karlsruhe; Walker Art Center – Minneapolis; Goethe Forum – Munich.
- Furukawa, K., Fujihata, M., and Muench, W. (1999). *Small Fish CD-ROM* (Mac/PC): Hatje Cantz Verlag, Senefelder Strasse 12, D-73760 Ostfildern.
- Herrera, J. (2009) *The horgie: Collaborative online synthesizer*. [Online]. Available: <https://ccrma.stanford.edu/courses/220c.../HerreraHorgie.pdf>.
- Jordà, S. (1999). *Faust Music On Line (FMOL): An approach to Real-time Collective Composition on the Internet*. *Leonardo Music Journal* 9.
- Makelberge, N., Barbosa, A., Perrota, A., Ferreira, L. (2012). *Perfect Take: Experience Design and New Interfaces for Musical Expression*. Proceedings of

- the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (NIME 2012); Michigan, USA.
- Rebelo, P. (2009). Dramaturgy in the Network. *Contemporary Music Review*, 28(4-5), 387-393. DOI=10.1080/07494460903422271.
- Rodden, T., A Survey of CSCW Systems. (1991). *Interacting with computers – the interdisciplinary journal of human-computer interaction* 3, 319-353.
- Tanaka, A. (2006) Interaction, Experience, and the Future of Music. *Computer Supported Cooperative Work* (vol. 35), pages 267-288, Springer.
- Tanzi, D. (2001). Observations about Music and Decentralized Environments. *Leonardo Music Journal* 34, 431-436.
- Verne, J. (1875). *Une Ville Idéale en l'an 2000*, Édition CDJV – La Maison de Jules Verne, sous la direction de Jean Paul Dekiss, Amiens, 1999, p. 18-29.
- Wang, G., N. Bryan, J. Oh, and R. Hamilton. (2009). "Stanford Laptop Orchestra (SLOrk)." In *Proceedings of the International Computer Music Conference*. Montreal.
- Weinberg, G. (2002). The Aesthetics, History, and Future Challenges of Interconnected Music Networks. 349-356. *Proceedings of the International Computer Music Conference*.
- Weinberg, G., Aimi, R. and Jennings, K. The Beatbug Network. (2002). *A Rhythmic System for Interdependent Group Collaboration*. *Proceedings of NIME 2002*. Dublin: MLE.