



Imagem criada com IA/ideogram.ai

# TxID para programação segmentada

Por Alberto Leonardo Pentead Botelho

*Na nova DTV+, a marca que o Fórum SBTVD apresentou no SET EXPO 2024 para a TV 3.0, a camada física apresenta características especiais no Brasil que se desprendem do ATSC. No artigo, o autor explica as diferenças do TxID no que pode ser o padrão brasileiro e como deve funcionar dentro da especificação recomendada ao Ministério das Comunicações.*

## Introdução

Os hábitos de consumo em função da digitalização têm incentivado uma mudança significativa no que se refere ao áudio e vídeo. Plataformas de streaming aproveitam a bidirecionalidade da comunicação para incluir novos recursos como programação segmentada. É uma mudança que está transformando a forma de disponibilização de conteúdo, bem como o relacionamento das marcas com os consumidores, de acordo com o perfil de consumo de cada telespectador.

O **DTV+** (nova marca da TV 3.0, lançada pelo Fórum SBTVD durante o SET EXPO 2024) surge como uma evolução natural da televisão tradicional com inovações de interatividade, aproveitando o avanço das tecnologias digitais. O DTV+ combina a transmissão por radiodifusão e a transmissão pela internet e permitirá que o telespectador, ao ligar a TV, crie um

perfil com seus dados e interesses, parecido com o que acontece com as plataformas de streaming.

A programação segmentada da TV pela internet é um avanço importante para que esta plataforma se adéque aos novos hábitos de consumo. O DTV+ permitirá também, um novo recurso de programação segmentada, que é o TxID, proporcionando a segmentação geográfica, porém de alcance massivo, por não depender de internet.

Esse Artigo explora a programação segmentada pela internet da TV 2.5 e do DTV+, e principalmente o **TxID**, que utiliza espalhamento espectral inserido no fluxo de dados, para que o receptor identifique o(s) transmissor(es) de sua rede para segmentação geográfica, sem depender de internet.

## Programação segmentada

O termo “programação segmentada”, literalmente, já é utilizado na radiodifusão, desde a TV em preto e branco. O sistema de afiliação é um modo de segmentar a programação.

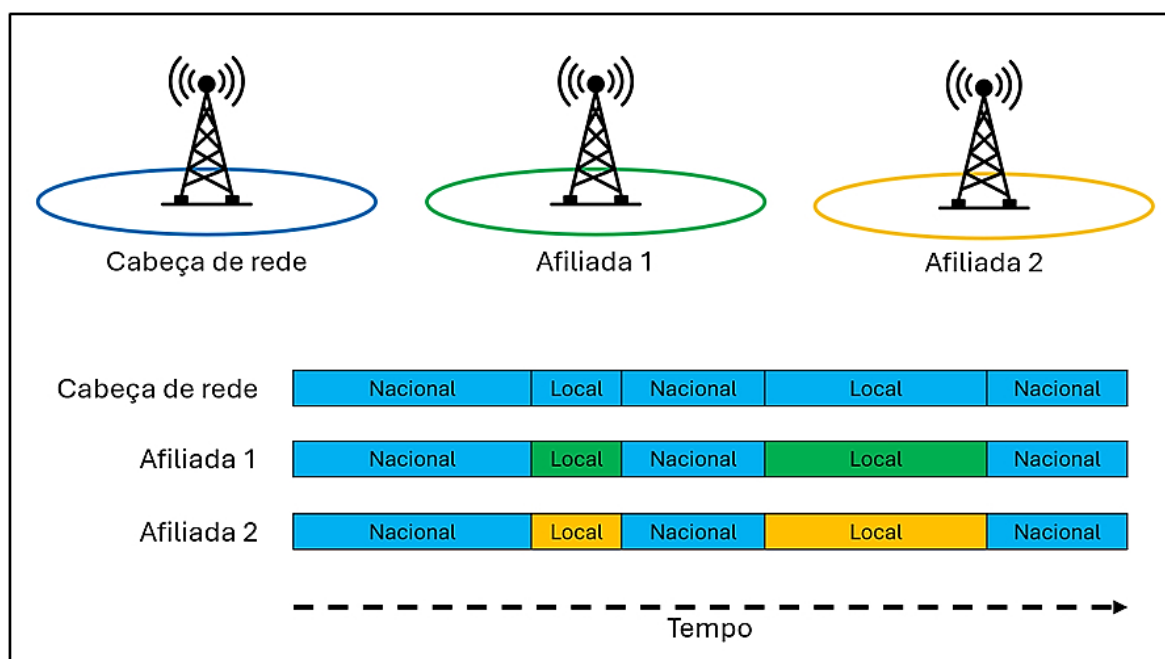
Uma rede de TV pode ser constituída por uma emissora de programação básica – cabeça de rede – e múltiplas emissoras geradoras de programação – afiliadas. Em determinados horários, a cabeça de rede gera a programação e as afiliadas operam como retransmissoras. Em outros, a cabeça de rede e as

afiliadas geram seus programas locais, destinados apenas a sua área de cobertura.

A **Figura 1** mostra o conceito do sistema de afiliação. No momento da programação local, o telespectador só visualiza a programação da sua área geográfica.

Porém, o termo “programação segmentada”, em radiodifusão, significa uma extensão deste conceito, além do que já existe no sistema de afiliação da TV 1.0, TV 1.5 ou TV 2.0.

Figura 1 - Exemplo do conceito de afiliação.



Recentemente, foi especificado o perfil D do Ginga (*middleware* do padrão brasileiro), conhecido como **DTV Play** para TV 2.5. Ele possibilita que a emissora envie conteúdo de *streaming* pela Internet, conforme o perfil de consumo, identificado pelo rastreamento das preferências do consumidor pelo próprio canal de retorno da Smart TV através da internet.

O DTV Play para TV 2.5 abriu uma nova janela de possibilidades ao oferecer conteúdo com base em interesses e campanhas publicitárias endereçadas a grupos de públicos específicos, combinado com a tela grande e maior engajamento ao conteúdo, o que gera alto grau de conexão da audiência segmentada.

As oportunidades do DTV Play para TV 2.5 são significativas, porém são limitadas. Dependem de acesso à internet, da TV ser conectada, do aplicativo

para cada emissora e do tempo de sintonia no mesmo canal para que o aplicativo carregue o programa segmentado, o que não atinge a totalidade dos receptores, portanto, não é de alcance massivo.

O DTV Play para DTV+ é um salto evolutivo para programação segmentada, com interoperabilidade com o DTV Play para TV 2.5 e integrada nas diversas outras camadas do DTV+. A nova geração de receptores será orientada a aplicativos e aumentará o alcance do DTV Play de forma significativa.

Apesar da evolução do DTV Play, este ainda depende da conexão com a internet e não deve ter alcance massivo. O DTV+ trará um recurso de programação segmentada que é o TxID, que oferecerá a segmentação geográfica, porém de alcance massivo, por não depender de internet.

## TxID

O TxID é um recurso usado para que o receptor identifique a fonte de transmissão de uma rede de transmissores. Em radiodifusão, foi implementado originalmente no padrão de transmissão ATSC 1.0 com objetivo de identificar a fonte de interferência, útil em situações de SFN. Nos padrões de transmissão do DTV+, o TxID também tem o objetivo de identificar a fonte de interferência e foi adicionada uma nova função, que é a programação segmentada, ou seja, a possibilidade do receptor identificar o transmissor e exibir o programa destinado apenas para a sua área de cobertura.

Esta tecnologia utiliza uma técnica de modulação por espalhamento espectral chamada DSBSS (*Direct Sequence Buried Spread Spectrum*), que é uma sequência direta de espalhamento espectral enterrado, ou seja, o TxID é um sinal modulado por espalhamento espectral, integrado na carga útil de dados do sistema de transmissão e funciona como uma marca d'água.

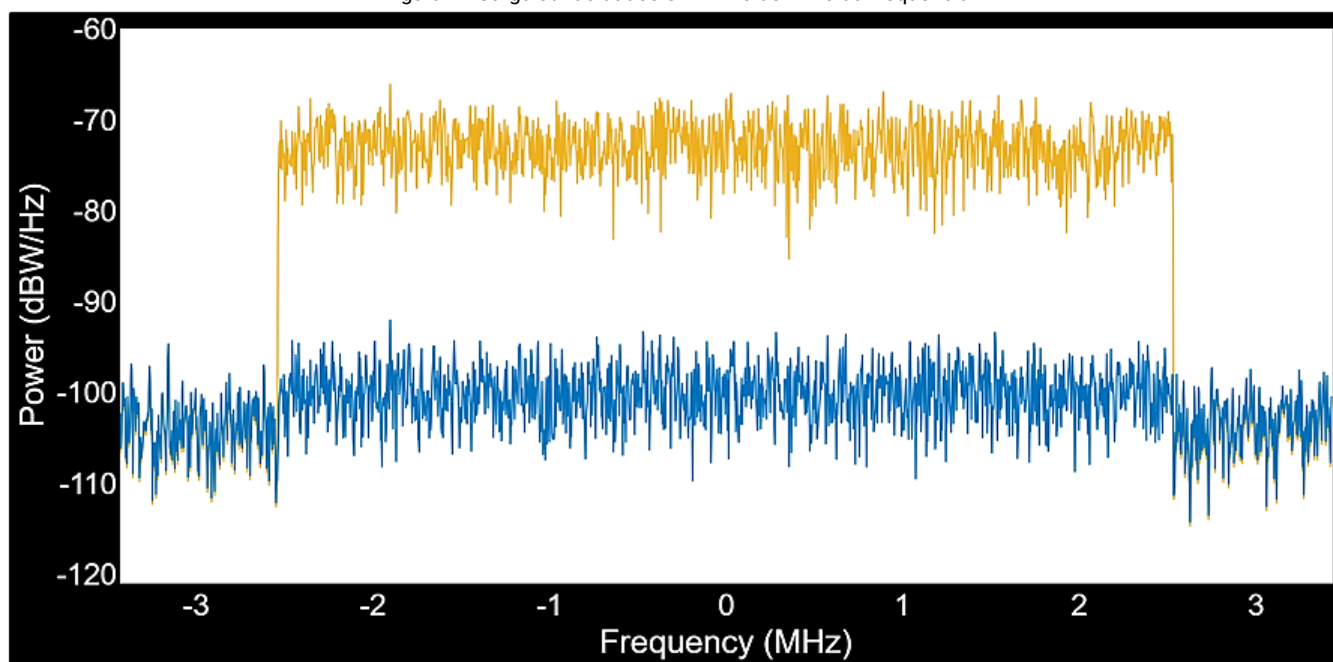
O princípio básico do TxID é similar ao LDM e a **Figura 2** mostra o TxID no domínio da frequência, onde o sinal em laranja é a carga útil de dados e o sinal azul é o TxID com espalhamento espectral.

A principal característica do espalhamento espectral é que o sinal original é espalhado por uma banda muito maior com uma intensidade muito menor, semelhante ao ruído branco, portanto, o TxID causa interferência mínima na carga útil de dados da camada superior. O TxID só pode ser detectado por instrumentos especiais de monitoramento do receptor.

O TxID não pode ser injetado em qualquer campo de carga útil de dados, devido ao LDM. **O LDM é requisito do DTV+ no Brasil e possibilita que dois sinais distintos sejam transmitidos em um mesmo canal, separados apenas por uma diferença de potência.** A camada superior é a camada essencial e a camada inferior é a camada de enriquecimento. Se o TxID fosse injetado em um campo com LDM ativo, a resultante seria um sistema com 3 camadas, porém o TxID não deve ser inserido abaixo da seção de carga útil de dados da camada de enriquecimento.

No caso do padrão ATSC 3.0, o TxID foi padronizado para ser inserido no campo chamado preâmbulo. No caso do padrão ISDB-T Avançado, o TxID não está padronizado, porém é viável de ser implementado, desde que seja inserido em campo sem LDM ativo.

Figura 2 - Carga útil de dados e TxID no domínio da frequência



## Preâmbulo

O preâmbulo é um campo do padrão ATSC 3.0 que ocorre uma vez a cada quadro de dados e contém sinalização de controle, que descreve o restante do quadro de dados, incluindo a identificação do conteúdo. Fornece as informações necessárias para demodular os dados no quadro e seus subquadros. São codificados e mapeados independentemente, são mais robustos que a carga útil de dados e não são transmitidos em LDM, mesmo que o LDM esteja ativo no sistema. A **Figura 3** mostra a ilustração conceitual do ATSC 3.0 com LDM ativo.

Devido ao preâmbulo possuir maior robustez e não transmitir em LDM, independentemente se a carga útil de dados esteja com LDM ativo ou inativo, o padrão ATSC 3.0 define que o sinal TxID deve ser injetado apenas em duração robusta de preâmbulo, injetado no domínio do tempo, após *bootstrap*. O nível de injeção do sinal TxID pode ser configurado de 9 até 45 dB abaixo do Preâmbulo, com objetivo de minimizar a degradação do desempenho do Preâmbulo e maximizar o desempenho de detecção de TxID. Normalmente, o nível de injeção do sinal TxID é configurado em 30 dB.

A quantidade de sinais TxID por quadro é definido pelo tamanho da FFT do preâmbulo. No modo 8K, o sinal TxID com comprimento de 8.191 amostras é emitido uma vez por quadro. No modo 16K, o sinal TxID com comprimento total de 16.382 amostras. No modo 32K, o sinal TxID é emitido quatro vezes por quadro com comprimento total de 32.764 amostras. A **Figura 4** mostra ilustração conceitual do TxID injetado no domínio do tempo.

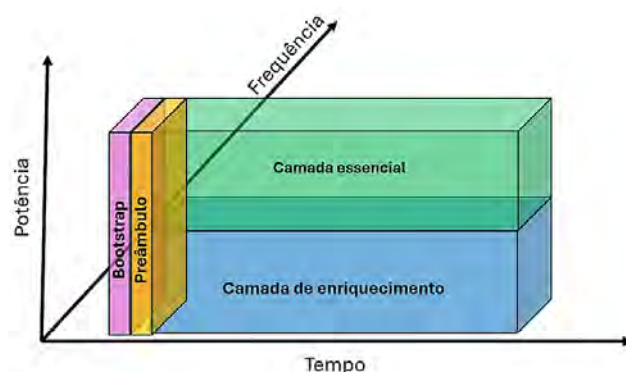
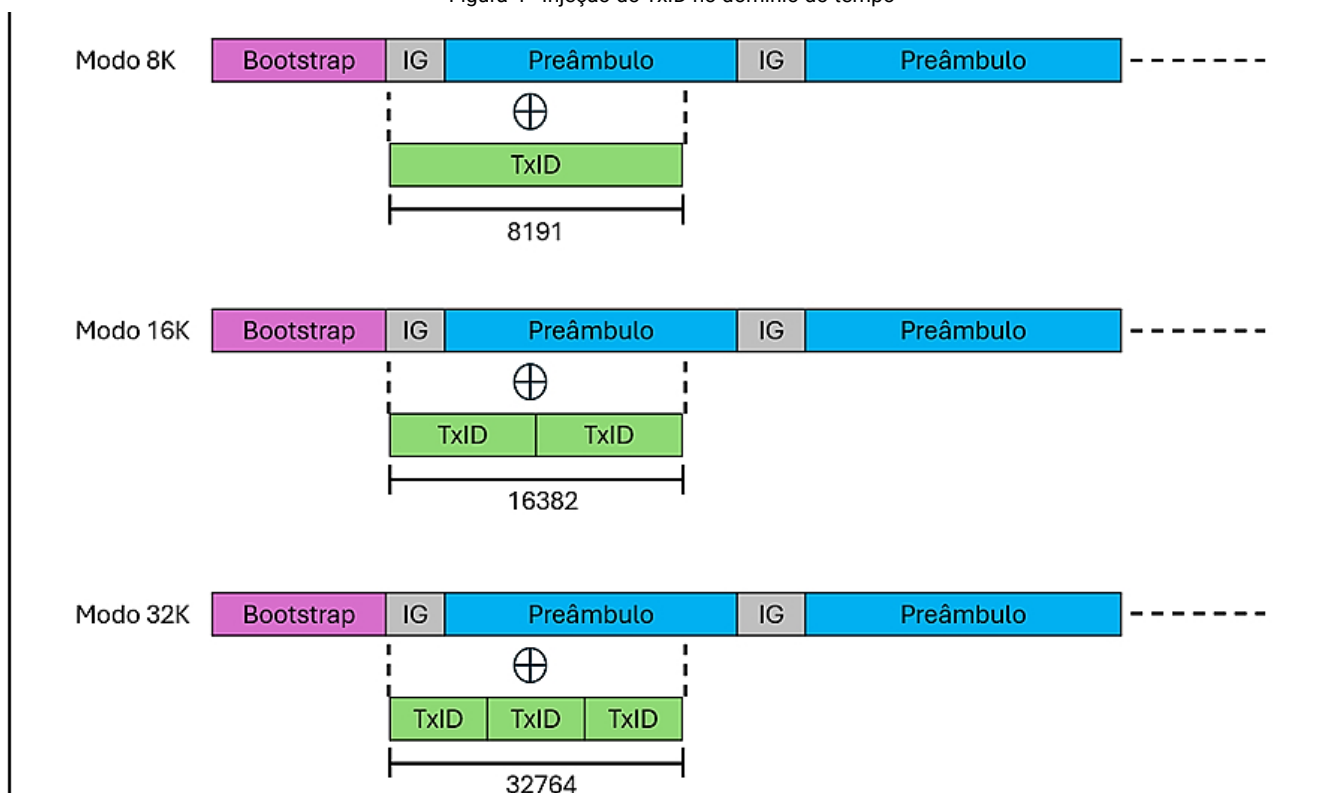


Figura 3 - Ilustração conceitual do ATSC 3.0 com LDM ativo

Figura 4 - Injeção do TxID no domínio do tempo



## Geração do espalhamento espectral

Para gerar o espalhamento espectral, o sinal original deve ser modulado e multiplicado por uma sequência código. TxID precisa ser modulado por um código de espalhamento espectral ortogonal, realizada através de uma função de correlação cruzada entre o sinal recebido e a possível sequência, pois diferentes transmissores só podem ser identificados quando códigos de identificação ortogonais são usados, realizada através de uma função de correlação cruzada entre o sinal recebido e a possível sequência. Outro requisito é o número de códigos ortogonais disponíveis, pois cada sequência só pode ser atribuída a um transmissor na área de cobertura do transmissor (S. I. Park *et al.*, 2017), (N. S. Santiago, 2020).

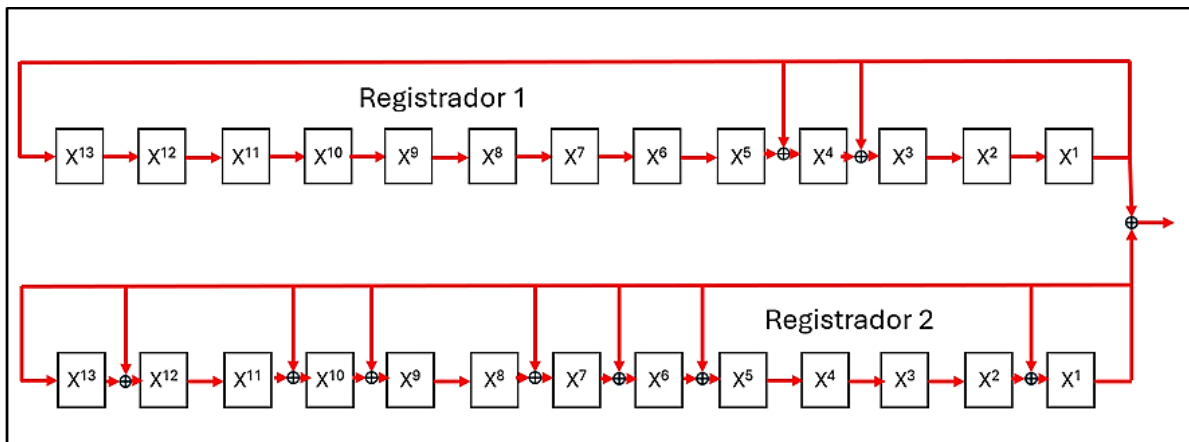
Sequências pseudoaleatórias possuem as características de ortogonalidade e são gerados por registradores de deslocamento e portas "OU" exclusivas. O padrão ATSC 1.0 utiliza sequências de

**Kasami** (X. Wang, Y. Wu e B. Caron, 2004), (X. Wang, Y. Wu e J. Y. Chouinard, 2005). O padrão ATSC 3.0 utiliza sequências **Gold**, com excelentes propriedades de correlação (ATSC, 2011), (S. I. Park *et al.*, 2017).

Uma sequência Gold exclusiva é atribuída para cada um dos transmissores em um determinado canal de RF e gerados por um par de polinômios primitivos. Para injetar sinal TxID baseado na sequência, a sequência Gold com comprimento de 8191 é proposta e gerada por um par de registradores de deslocamento que possuem comprimentos, caminhos de realimentação e funções de soma, conforme mostrado na **Figura 5**.

A sequência de código Gold gerada é modulada por BPSK antes da injeção no símbolo de preâmbulo do padrão ATSC 3.0. Como a modulação BPSK possui apenas componentes em fase, o sinal TxID não é injetado nas componentes de quadratura.

Figura 5 - Gerador de sequência de código Gold, para TxID.



## Recepção do TxID

A carga útil de dados e o sinal TxID são, então, transmitidos por radiodifusão e recebidos através da antena receptora. Após a demodulação do sinal, o correlacionador encontra correlação entre os sinais TxID recebidos com sequências TxID usados na rede.

No ambiente real de propagação, a onda eletromagnética pode encontrar diversos obstáculos que causam multipercurso e levam à variação do tempo de chegada de diferentes ecos de sinal. O TxID deve ser estimado e equalizado no preâmbulo, no mesmo processo feito na carga útil de dados. Com a duração significativa das sequências TxID fortes, a

inferência do sinal pode ser mitigada.

Uma característica do espalhamento espectral é que todos usuários ocupam simultaneamente a mesma banda de transmissão, utilizando um código independente. Caso o receptor receba o sinal de dois ou mais transmissores em SFN, o receptor consegue distinguir todos os TxIDs da rede, desde que cada transmissor possua um código próprio. A sequência Gold, utilizada no padrão ATSC 3.0, possui comprimento de 8191, portanto pode identificar até 8192 transmissores.

Um fenômeno da recepção é o nível de injeção

efetivo. Caso o receptor receba os TxIDs de dois transmissores distintos com mesma potência, a potênciada carga útil de dados é duplicada, portanto, o nível de injeção efetivo de cada sinal TxID é 3 dB maior, diminuindo a capacidade de detecção, e a situação piora se o receptor receber mais que 2 TxIDs de mesma potência. Por outro lado, se houver diferença de potências na recepção, o sinal dominante é mantido com o nível de injeção original, enquanto que o nível de injeção efetivo do transmissor de menor potência pode ser aproximado como a soma do nível de injeção original ao nível de injeção efetivo do transmissor dominante.

No caso do padrão ATSC 3.0, o nível de injeção do sinal TxID pode ser configurado de 9 até 45 dB, portanto, o nível de injeção do sinal TxID deve ser cuidadosamente projetado para mitigar a degradação do TxID e do preâmbulo. A configuração do nível de

injeção do sinal TxID também pode alterar a área de cobertura de cada TxID, pois pode ser configurado para ser menos ou mais detectável nos casos de SFN.

A **Figura 6** mostra um exemplo de cobertura de TxID em uma SFN de dois (2) transmissores. É possível identificar três (3) regiões geográficas distintas, onde a área azul recebe o TxID do transmissor 1, a área amarela recebe o TxID do transmissor 2 e a área vermelha recebe o TxID dos transmissores 1 e 2.

O Fórum SBTVD pode optar por especificar que o TxID identifique apenas o sinal mais forte. Essa opção diminui a quantidade de áreas geográficas, mas facilita o projeto de definição da região geográfica. A **Figura 7** mostra o mesmo exemplo de cobertura de TxID em uma SFN de dois (2) transmissores, onde a área azul recebe o TxID do transmissor 1 e a área amarela recebe o TxID do transmissor 2.

Figura 6 - Exemplo de cobertura de TxID

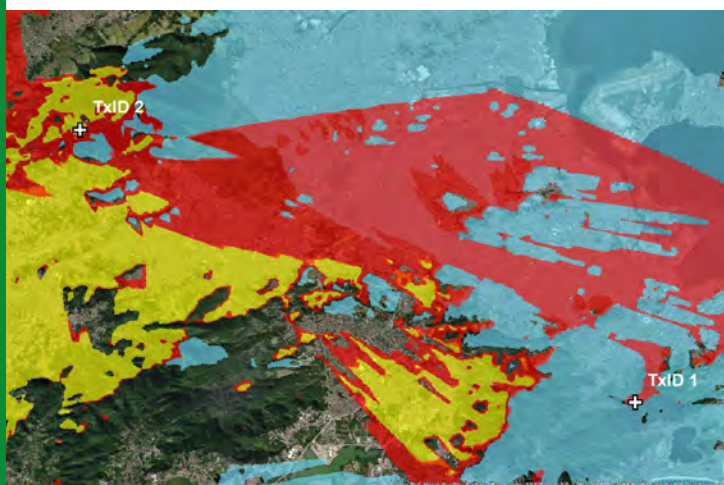


Figura 7 - Exemplo de cobertura de TxID, com identificação apenas do sinal mais forte



## Segmentação geográfica

A camada física do ATSC 3.0 possui o conceito PLP (*Physical Layer Pipes*), que são canais lógicos que transportam um ou mais serviços com esquema de modulação e robustez particulares. Podem ser transmitidos de 1 até 64 PLPs, onde as combinações de fluxos de dados necessários para montar um determinado produto entregue são limitadas ao transporte de no máximo quatro (4) PLPs. Cada PLP pode transportar um fluxo de dados e múltiplos programas que também podem compartilhar o mesmo PLP, se esses fluxos de dados forem transportados com os mesmos níveis de robustez.

A emissora pode então, em determinados horários,

dividir sua programação em múltiplos programas. Cada programa pode estar sinalizado para ser exibido apenas ao seu correspondente TxID. O receptor descarta os programas que não são destinados a sua área de cobertura e exibe apenas a programação segmentada.

No exemplo mostrado na **Figura 6**, é possível sinalizar o PLP1 para ser visualizado apenas para receptor que receba o TxID 1, o PLP2 para ser visualizado apenas para receptor que receba o TxID 2 e o PLP3 para ser visualizado apenas para receptor que receba os TxID 1 e TxID 2.

## Conclusão

A programação segmentada é uma das evoluções mais importantes da TV 2.5 e do DTV+. A segmentação pode chegar ao telespectador pela internet ou pela radiodifusão, como o caso do TxID. O conteúdo recebido pelo telespectador via internet possui uma regulação diferente do conteúdo recebido pelo telespectador via radiodifusão.

Para conteúdo recebido pela internet, não existe regulação específica, salvo nos casos previstos na Constituição Federal brasileira.

Porem para conteúdo recebido pela radiodifusão existe um conjunto de normas técnicas e de conteúdo que regulamentam o serviço. O Decreto 5.371, de

17/02/2005, publicado no D.O.U de 18/02/2005 destina o serviço de retransmissão de televisão exclusivamente a retransmitir os sinais de estação geradora de televisão, portanto é vedada a implementação de qualquer técnica de programação segmentada em estação de retransmissão de televisão.

O DTV+ precisará ter uma nova regulamentação que permita a exploração de todo o seu potencial de segmentação de conteúdo, de acordo com localização geográfica e preferências dos telespectadores, sem descaracterizar os conceitos de geração de televisão e retransmissão de televisão, para que a programação regional permaneça relevante e preserve a divulgação cultural de determinada região.

## Referências

- X. Wang, Y. Wu e B. Caron, "Transmitter identification using embedded pseudo random sequences," in IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 50, nº 3, pp. 244-252, 2004, doi: 10.1109/TBC.2004.834027.
- X. Wang, Y. Wu e J. Y. Chouinard, "A new position location system using ATSC TxID signals," 2005 IEEE 61st Vehicular Technology Conference, Stockholm, Sweden, 2005, pp. 2815-2819 Vol. 5, doi: 10.1109/VETECS.2005.1543860.
- Advanced Television Systems Committee, "ATSC Standard for Transmitter Synchronization", 2011, Doc. A/110:2011.
- V. M. Dionísio e C. A. Rocha, "Análise comparativa entre os sistemas ATSC A/53 e ATSC 3.0", V SRST – Seminário de Redes e Sistemas de Telecomunicações do Instituto Nacional de Telecomunicações – INATEL, ISSN 2358-1913, 2016.
- S. I. Park et al., "ATSC 3.0 Transmitter Identification Signals and Applications," IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 63, nº 1, pp. 240-249, 2017, doi: 10.1109/TBC.2016.2630268.
- N. Santiago e C. Akamine, "ISDB-TB Single Frequency Network Transmitter Identification Proposal", 2020 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), Paris, France, 2020, pp. 1-6, doi: 10.1109/BMSB49480.2020.9379923.
- S. Ahn, S. Kwon, S. Ahn, H. Jung e S. Park, "ATSC 3.0 for Future Broadcasting: Features and Extensibility", SET International Journal of Broadcast Engineering. ISSN Print: 2446-9246 ISSN Online: 2446-9432. doi: 10.18580/setijbe.2020.2. Web Link: <http://dx.doi.org/10.18580/setijbe.2020.2>
- N. S. Santiago, "Inserção de seqüências pseudoaleatórias no sistema ISDB-Tb para identificação de transmissores em redes de frequência única", Dissertação de Mestrado do programa de engenharia elétrica e computação da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2020.
- Advanced Television Systems Committee, "ATSC Recommended Practice: ATSC 3.0 Field Test Plan", 2023, Doc. A/326:2023:04.
- Advanced Television Systems Committee, "ATSC Standard: Physical Layer Protocol", 2024, Doc. A/322:2024-04.



**Alberto Leonardo Penteado Botelho** possui Doutorado em Engenharia Elétrica e Computação pelo Mackenzie, Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação pelo Mackenzie, especialização em Engenharia de Sistemas de Televisão Digital pelo Inatel, especialização em Engenharia de Redes de Telecomunicações pelo Inatel, MBA em Gerenciamento de Projetos pela FGV e graduação em Engenharia Elétrica pela UNIP. Atua como engenheiro de projetos de radiodifusão desde 2002 e atualmente trabalha na LM Telecom.

Contato: [abotelho@lmtelecom.com.br](mailto:abotelho@lmtelecom.com.br)