

FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA

XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Considerações sobre os usos das curvas NC na NBR 10.152 à luz da perspectiva beranekiana

Valadares, V.M.¹

¹ Laboratório de Conforto Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, vmare.bhz@gmail.com

Resumo

A atual NBR - 10.152 estabelece um procedimento de avaliação de níveis de pressão sonora de ambiente interno de edificações por um método detalhado com base nas curvas NC, o qual apresenta divergências da proposição do uso original dessas curvas por Beranek que as estabeleceu como critério avaliativo. A distinção entre os procedimentos chama atenção uma vez que o próprio proponente delas já havia advertido que a maneira com que grande parte dos profissionais tem utilizado tais curvas NC, não está alinhada com sua intenção original. Este trabalho aponta tais divergências e faz considerações que auxiliam no esclarecimento das repercussões dela nos estudos de qualidade acústica dos recintos fechados. Um estudo de caso de avaliação da qualidade acústica em recintos utilizados para aplicação de testes psicológicos é utilizado como recurso nesse intuito.

Palavras-chave: ruído, avaliação, curvas de critério de ruído

PACS: 43.50.Ba.

Considerations on the uses of NC curves in NBR - 10.152 in the light of the beranekian perspective

Abstract

The current NBR - 10.152 establishes a procedure for evaluating the sound pressure levels of the internal environment of buildings by a detailed method based on NC curves, which presents divergences from the proposition of the original use of these curves by Beranek, who established them as an evaluative criterion. The distinction between the procedures draws attention since the proponent of them had already warned that the way in which most professionals have used such NC curves is not in line with their original intention. This work points out such divergences and makes considerations that help to clarify its repercussions in studies of acoustic quality in closed spaces. A case study of acoustic quality assessment in rooms used for the application of psychological tests is used as a resource for this purpose.

Keywords: noise R, noise criterion curves

1. INTRODUÇÃO

A NBR - 10.152 é um instrumento importante para promoção de atmosferas acústicas adequadas em ambientes internos das edificações. Através dela, acusticosferas edílicas podem ser previstas ou avaliadas para que as atividades das pessoas em ambientes internos sejam realizadas com conforto acústico, ou verificadas se assim o são, embora esta palavra “conforto” tenha sido abolida de

seu texto na versão vigente [1a] em relação à anterior [1b]. Esta constatação parece um indício de corporativismo profissional, mas deixaremos esta questão para ser abordada numa outra oportunidade. Os projetistas acústicos, sejam eles arquitetos ou engenheiros, precisam recorrer à NBR - 10.152 em estudos de isolamento sonoro, por exemplo, quando da aplicação da NBR - 12.179 [2] à respeito do tratamento acústico de ambientes diversos (estúdios, salas de conferência, salas de



concerto, teatros, ambientes de cultos, etc.). Mas o intuito desse artigo é focar a aplicação da NBR - 10.152 no contexto da avaliação de ambientes, ou seja, na definição da classificação de um certo ambiente em termos das curvas de nível de critério (NC) propostas por Baranek [3],[4]. Inicialmente é feita uma breve revisão de conteúdo básico das versões da NBR - 10.152 de 1987 e 2017 naquilo condizente com o que este artigo se propõe a discutir. Em seguida é apresentado um entendimento generalizado da aplicação do critério NC na experiência profissional americana com base em Reynolds [6]. A partir disso é revisto o procedimento proposto por Beranek e por ele comentado [5] para verificação de eventuais discrepâncias com o uso no contexto brasileiro. Por fim uma avaliação da qualidade acústica em recintos de clínicas utilizados para aplicação de testes psicológicos é utilizado como estudo de caso.

2. SÍNTESE FOCAL DE CONTEÚDO DAS VERSÕES DA NBR - 10.152

A NBR - 10.152 na sua versão anterior (1987) objetivou apenas fixar valores de nível de pressão sonora globais (ponderados na frequência na “curva A”) e espectrais (referenciados às curvas de critério NC) residuais compatível com o conforto acústico para vários tipos de ambientes. A medição do ruído nos recintos, cujos níveis sonoros seriam objeto de verificação do atendimento aos limites fixados, deveria ser feita com base na edição coetânea da NBR - 10.151 [7]. Para os locais elencados, ou seja, aos quais se dirigia a norma, foram atribuídos dois valores limite por tipo de abordagem (global e espectral), sendo o menor valor de nível sonoro indicado para situação de conforto, e o maior valor, o aceitável para finalidade. Nesta versão, para sala de aula, as curvas de critério variavam do limite inferior de NC 35 (valor mais restritivo para conforto) até o limite superior NC 45 (valor menos restritivo admitido para a finalidade), sendo que o profissional podia se ater a um desses limites, ou selecionar outro intermediário entre ambos (NC 37, por exemplo). Nessa versão da norma já era ressaltada a importância da medição espectral para avaliação e especificação de medidas de correção, mas não mencionava uma

classificação do local a partir dos resultados da medição, em termos do nível de critério NC.

A NBR 10.152 na sua versão vigente (2017) possui objetivos ampliados. Além de definir valores de referência de níveis de pressão sonora globais mais específicos (RL_{Aeq} ou LA_{Smax}) e similarmente espectrais (RL_{NC}) para ambientes internos de edificações conforme finalidade de uso (para avaliação, estudos ou projetos acústicos), entre seus objetivos também constam também a apresentação de um procedimento de medição peculiar (desvinculado da NBR 10.151 hodierna), assim como de representação dos níveis sonoros representativo de um ambiente interior edificado (L_{Aeq} e LA_{Smax} , ambos em dB), em especial aqui, o nível NC representativo do ambiente (L_{NC} , em unidades variando do valor de 15 até 70 unidades). O L_{NC} é definido como o menor valor da curva NC cujos níveis de pressão sonora não são excedidos pelos níveis de pressão sonora equivalentes representativos do ambiente investigado ($L_{Zeq,fHz(1/1)}$, em dB), em bandas de oitava de 63 Hz a 8 kHz (Figura 1).

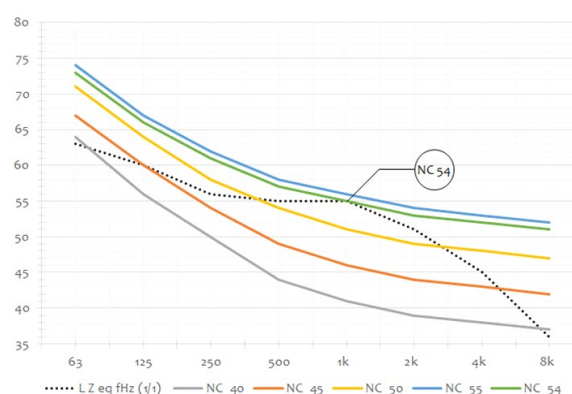


Figura 1: Superposição do $L_{Zeq,fHz(1/1)}$ de um certo recinto à um conjunto de curvas NC e a identificação do L_{NC} do local igual a 54.

Concluindo este tópico, convém observar que a versão atual da NBR - 10.152 adota apenas um valor limite por nível de referência (RL_{Aeq} e RL_{ASmax} e RL_{NC}) e não um par de limites como adotava a NBR - 10152 em sua versão anterior.

3. USO DAS CURVAS NC NO MEIO PROFISSIONAL AMERICANO

Reynolds [6], após apresentar tópicos sobre audibilidade e nível de audibilidade, interferência na fala e privacidade da fala, expõe

brevemente sobre a proposição de Beranek [3] e [4], no intuito de simplificar a tarefa do profissional na especificação de acusticosferas aceitáveis para distintas atividades através curvas de critério de ruído. Sinteticamente, estas curvas foram propostas baseadas em medições sonoras e entrevistas com ocupantes de diversos ambientes e no conhecimento disponível sobre os níveis de interferência na fala e níveis de audibilidade, resultando num conjunto de curvas espectrais de níveis de pressão sonora de 1/1 8ª denominadas curvas NC, que variam de um valor inferior de 15 até o valor superior de 70, tabeladas de unidade em unidade (15, 16, ..., 69, 70), mas normalmente graficadas de 5 em 5 unidades. Embora muito difundida a apresentação das curvas NC, no formato de linhas (resultando numa família de curvas propriamente ditas), a melhor representação consiste na forma de histogramas (Figura 2).

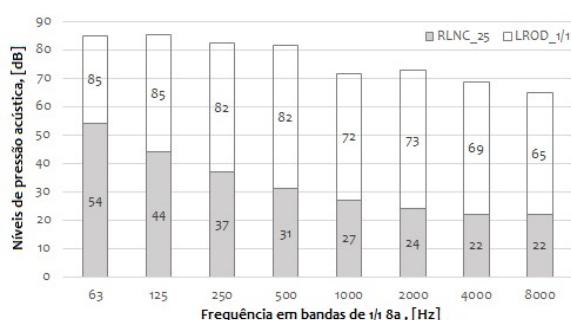


Figura 2 :Valores de $L_{Zeq, 15min, fHz(1/1)}$ do tráfego veicular rodoviário numa via arterial como imissão sônica sobre fachadas de um dos Teatros administrados pela Funarte em Belo Horizonte (MG) superpostos à $RL_{NC\ 25}$ [9], para estudo de isolamento sonoro real [10], como exercício de aplicação do exemplo 12.9 sugerido por Reynolds [6, p. 476] na prática profissional com as curvas NC.

Tomando como exemplo uma sala de aula, considerando um NC 30, os níveis de pressão sonora médios no tempo e no espaço em todas as bandas de 1/1 8ª devem ser inferiores àqueles da referida NC 30. Por outro lado, o NC do recinto sob avaliação consiste no valor da NC alcançada pelo maior valor entre as bandas de 1/1 8ª. Para cada local estão associados um par de valores de curva de critério, sendo o valor inferior adotado quando é desejada uma elevada qualidade acústica no ambiente. O valor superior deveria ser adotado apenas quando por

questão econômica ou outra justificável que torna a adoção do valor inferior impraticável.

4. CONCEPÇÃO BERANEKIANA DE APLICAÇÃO DAS CURVAS NC

Segundo Beranek [5] (doravante “autor”), as curvas de critério de ruído são usadas para avaliar as condições acústicas presentes em recintos fechados e auxiliar nas especificações de controle de ruído nesses ambientes. Entre as diversas curvas de nível de critério propostas, as NC são as mais amplamente utilizadas no meio profissional, apesar de não estar padronizada com a definição de nível de interferência na fala (SIL) e não se estender para as bandas centrais de 1/1 8ª de 31,5 até 16 Hz.

Quando o objetivo consiste na classificação de um recinto para avalia-lo, o autor comenta que os profissionais geralmente medem valores de níveis de pressão sonora espectrais em 1/1 8ª em *locais desocupados com todos os sistemas envolvidos operando* (grifo do autor). Então a curva NC escolhida é aquela que tangencia, na silhueta dos valores de níveis de pressão sonora plotados, o maior valor espectral (Figura 1). Mas em seguida adverte: *esta não era a intenção original* (grifo do autor).

A *aplicação intencionada das curvas NC*, esclarece o autor, *era para as medições ocorrerem com o local ocupado* (grifo do autor). A partir dos dados de nível de pressão sonora espaço-temporais obtidos, o valor de SIL deveria ser calculado, ou seja, a média aritmética dos níveis de pressão sonora sem ponderação nas bandas de 1/1 8ª nas frequências centrais de 500 Hz até 4kHz. Este valor calculado de SIL é que, para fins de avaliação, consistiria no então no valor da NC de classificação do local, e não o valor usualmente obtido pelo método da tangente, denominação apresentada por Bistafa [8].

Continuando, o autor, aponta o próximo passo: para certificarmos de que o espectro está “balanceado”, ou seja, possui uma desejada “qualidade” no ambiente ocupado, os níveis de pressão sonora medidos fora das bandas para estimativa do SIL devem ser comparados aos valores da curva NC de classificação do ambiente. Se esses valores de níveis sonoros medidos não utilizados na estimativa do SIL se



apresentarem acima da curva NC de classificação, o ruído deve ser classificado como “estrondoso” (no caso da excedência dos níveis de pressão sonora medidos sobre os valores da curva NC abaixo de 500 Hz, ou seja para sons graves) ou “sibilante” (no caso da excedência dos níveis de pressão sonora medidos sobre os valores da curva NC acima de 4 kHz, ou seja sons agudos), remetendo em seguida para uso das curvas NC balanceadas (NCB) que consistem nas curvas NC atualizadas pelo autor.

Ao remeter às curvas NCB, o autor desenvolve avaliações considerando ou não a influência de níveis sonoros das atividades e os procedimentos para verificação da qualidade do espectro nas baixas e altas frequências. Como a NBR - 10.152 se ateve às curvas NC, não será dado prosseguimento aqui a estes procedimentos no contexto da NCB.

5. DIVERGÊNCIAS DO USO ORIGINAL DAS CURVAS NC NA NBR - 10.152 HOJE

As seguintes divergências podem ser citadas na apropriação das curvas de critério de avaliação no meio profissional brasileiro, através da análise do texto da NBR - 10.152 vigente, bem mais elaborado que na sua versão anterior:

- (i) Medições na condição desocupada do ambiente, enquanto a intenção do autor era pela condição ocupada: no item 7.6 na norma (p.9) é dito que: *“As medições (...) devem ser realizadas no ambiente (...) na sua configuração de uso e na ausência de seus usuários.”* Há inclusive uma contradição entre configuração usual e desocupação, pois tal configuração requer que as pessoas estejam presentes, sendo necessário em certos casos avaliar a influência dos níveis sonoro das atividades;
- (ii) Numa das notas do item 7.4 é feita alusão à necessidade de descarte de resultados de sons intrusivos (p. 6), mas nível de ruído da atividade, inerente ao uso do ambiente não deve ser assim caracterizado, o que merece um melhor esclarecimento a respeito dele e como repercute na classificação NC do ambiente;

- (iii) O método da tangente adotado na classificação NC do ambiente não condiz com o do SIL originalmente previsto;
- (iv) Não há abordagem de investigação do balanceamento do espectro, o que é incoerente com a ênfase e desejabilidade que o texto sugere por medições sonoras pelo método detalhado, ferindo a integridade da abordagem originalmente prevista sobre este tópico.
- (v) Supressão do par de valores limites de critérios globais e espectrais originalmente explícitos, presentes na versão anterior na norma. Embora na Tabela 3 da norma atual, não conste mais o par de valores limites, no texto admite-se uma tolerância de cinco decibéis (globais) ou unidades (espectral): *“(...) aos valores de referência apresentados na Tabela 3, [admite-se] uma tolerância de até 5 dB para RL_{Aeq} e RL_{ASmax} e até 5 para RL_{NC} .”* Porém essa tolerância não carece de justificativa, perdendo seu sentido original, qual seja, de que o valor mais restritivo é o desejado, seja pela qualidade da comunicação por fala ou satisfação com audição musical; e que o valor menos restritivo só deveria ser adotado quando, por questões econômicas ou outras justificáveis, o uso do valor mais restritivo viesse a se tornar impraticável.

Essas divergências no contexto brasileiro são repercussões daquelas previamente percebidas por Beranek no contexto norte-americano já evidenciado, quando da recorrência ao método da tangente na classificação NC de ambientes. Em suma, há uma tendência de absorção de princípios ou procedimentos advindos de polos de conhecimento, ainda que equivocados, sem adequado crivo para corrigi-los e ou adequá-los no traslado deles aos contextos periféricos quando necessários ou convenientes. Convém enfatizar que a recorrência ao “método tangente” para classificação NC dos locais objeto de avaliação pelo descritor L_{NC} para verificação do atendimento preconizado pelo RL_{NC} não é a única divergência constatada, embora possa ser considerada, talvez, a principal, porém não independente das demais.

6. USO DA NBR 10 - 152 EM ESTUDO DE CASO EM CLÍNICAS DE PSICOLOGIA

Este estudo de caso consistiu em avaliar se os recintos de aplicação de teste de avaliação psicológica de um conjunto de quatro clínicas (C1AZ, em via arterial, região central marginal; C2AZ, em via arterial, região central; C3AP, em via arterial, região central; e C4AN, em via arterial, região central marginal), todas credenciadas para sediarem provas de concursos públicos, eram ambientes acusticamente adequados para tais atividades. Na Tabela 1 consta a relação dos recintos investigados por clínica, com suas fotos a seguir.

Tabela 1: Locais para definição do L_{NC}

Clínica	C1AZ	C2AZ	C3AP	C4AN
Ambientes:	03 cabines, 02 salas	02 salas e 01 saleta	03 salas	01 sala, 04 cabines

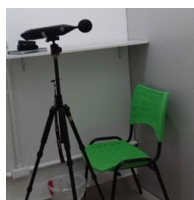


Foto 1: Cabine na C1AZ.

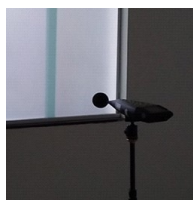


Foto 2: Sala na C1AZ frontal.

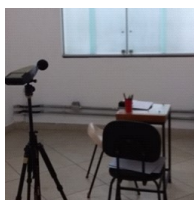


Foto 3: Sala na C1AZ Lateral.

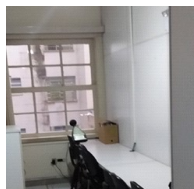


Foto 4: Sala Átrio C2AZ.

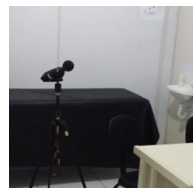


Foto 5: Sala Ala 1 C2AZ.

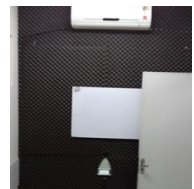


Foto 6: Sala Ala 2 C2AZ.

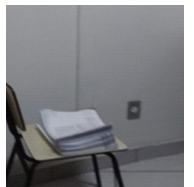


Foto 7: Sala Ala 1, C3AP.

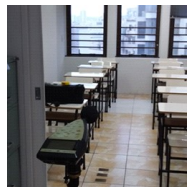


Foto 8: Sala Ala 2, C3AP.

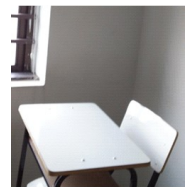


Foto 9: Saleta, C3AP.

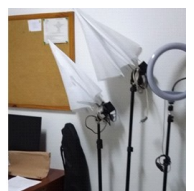


Foto 10: Sala na C4AN.

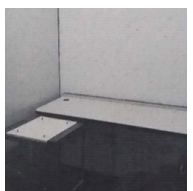


Foto 11: Típica Cabine C4AN.

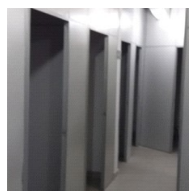


Foto 12: Série Cabines C4AN.

Para o credenciamento de clínicas à aplicação de testes psicológicos, a ausência de ruídos nas salas de aplicação dos testes é requisito a ser observado conforme normas do Conselho Federal de Psicologia e dos manuais de testes psicológicos. Tal requisito é verificado de forma subjetiva e pontuado. Assim, sobre o quesito “barulhos externos” há três níveis de desempenho: i. sem isolamento, com barulho (01 ponto); ii. pouco isolamento, barulho mediano (02 pontos); iii. bom isolamento, sem barulho (03 pontos). Na Tabela 2 consta pontuação obtida pelas clínicas em verificação quanto ao quesito “barulhos externos” no processo de credenciamento.

Tabela 2: Pontuação das clínicas credenciadas

Clínica	C1AZ	C2AZ	C3AP	C4AN
Valor	2	2	2	2

Foram realizadas medições de níveis de pressão sonora e tratamento dos dados para identificação dos L_{NC} dos recintos de aplicação dos testes psicológicos, os quais foram comparados aos RL_{NC} preconizados pela NBR - 10.152 [1a]. Os valores de L_{NC} foram definidos originalmente pelo método da tangente (L_{NC_MET}) e, posteriormente, para elaboração deste artigo, redefinidos pelo método do nível de interferência na fala (L_{NC_SIL}). As duas classificações foram então comparadas e verificadas se houveram variações significativas entre ambas, além de elaboradas considerações sobre o motivo de respeitar a abordagem beranekiana. Também foi avaliada a qualidade da pontuação subjetiva dada às clínicas durante o credenciamento.

6.1 Considerações para definição do RL_{NC}

Segundo Cohen, Swerdlik & Sturman [11, p.30], os aplicadores de testes têm a responsabilidade de assegurar que o recinto onde o teste será aplicado seja adequado e propício à testagem. Distrações como ruído excessivo, entre outros, devem ser evitadas. Assim, um ambiente de testagem favorável é recomendável. Ainda sobre o ambiente de testagem, com base em Cronbach [12], em termos de normatização dos testes, quanto à sua administração, procedimentos na aplicação do teste aspirando resultados válidos e confiáveis,



devem exigir, entre as condições de aplicação, a qualidade do ambiente físico da aplicação. Neste é necessário proporcionar condições ótimas de ação do testando, evitando distrativos psicofisiológicos, o que requer, entre outros cuidados, favorecer uma ambiência silenciosa, provendo o recinto de teste de isolamento.

Zelar pela realização da avaliação psicológica em condições ambientais adequadas, de modo a assegurar a qualidade e o sigilo das informações obtidas consiste em um dos princípios éticos básicos que regem o uso da avaliação psicológica, conforme cartilha do Conselho Federal de Psicologia [13]. Para Hogan [14], como destacou aquele autor, uma das principais fontes de não fidedignidade dos testes consiste na inobservância do procedimento padronizado para sua aplicação, que destaca, dentre estes procedimentos, a preparação do ambiente físico para a aplicação do teste. Deve-se envidar esforços para controle de detalhes concebíveis da aplicação de um teste, pois não atentar a eles pode influenciar os escores, como por exemplo, o ruído ao redor da sala de aplicação ou condições inadequadas de outras características do ambiente físico que podem baixar os escores.

Os recintos objetos de investigação acústica, pertencendo a clínicas psicológicas, considerando a psicologia como campo profissional na área da saúde conforme Resolução do Conselho Nacional de Saúde de número 218 de 06 de março de 1997, pertencem à finalidade de uso de “Clínicas e Hospitais” na Tabela 3 da NBR - 152, afins a “Consultórios”, ou seja, RL_{NC30} . Na Tabela 2 constam os recintos visitados e investigados por clínica e, na sequência, suas fotos.

6.2 Resultados de L_{NC} pelo método da tangente (L_{NC_MET})

A sequência figuras à seguir apresenta os valores de níveis de pressão sonora equivalentes representativos de ambientes das clínicas investigadas, em bandas de oitavas ($L_{Zeq, fHz(1/1)}$, em dB) superpostos à curva NC de classificação do recinto, conforme procedimento da NBR 10.152 [1.a]. Na Figura 3 é apresentado o L_{NC30} de uma cabine típica da C1AZ, situada numa área mais reservada, protegida do ruído urbano.

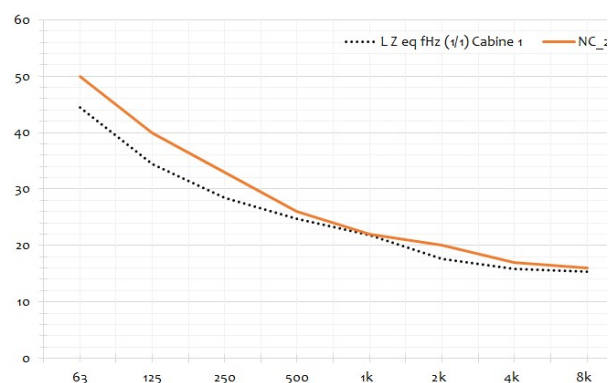


Figura 3: $L_{NC 30}$ da Cabine 1 C1AZ.

Na Figura 4 é constatado o L_{NC30} da Sala Frontal da C1AZ, situada numa área mais reservada, com exposição ao ruído urbano, qual seja, o do tráfego veicular.

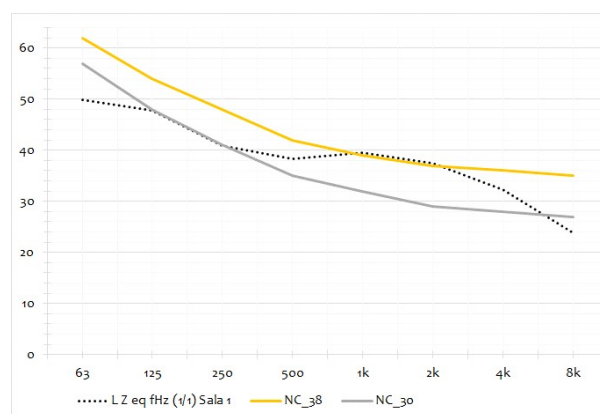


Figura 4: $L_{NC 38}$ da Sala Frontal da C1AZ.

Na Figura 5 é constatado o L_{NC42} da Sala Lateral da C1AZ, situada numa área mais reservada, com exposição ao ruído urbano, qual seja, de equipamentos do edifício vizinho.

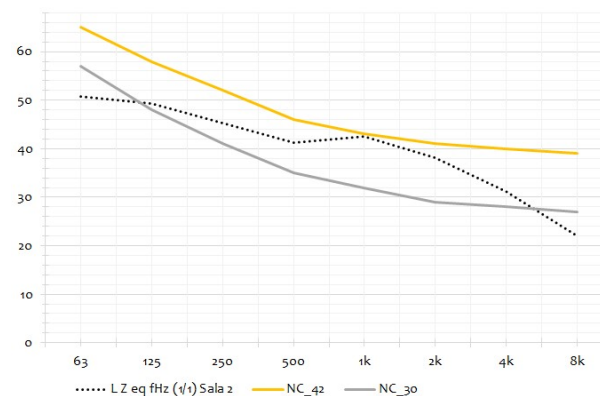


Figura 5: $L_{NC 42}$ da Sala Lateral da C1AZ.

Na Figura 6 é constatado o L_{NC29} da Sala Átrio da C2AZ, situada numa área voltada para o átrio de iluminação natural.

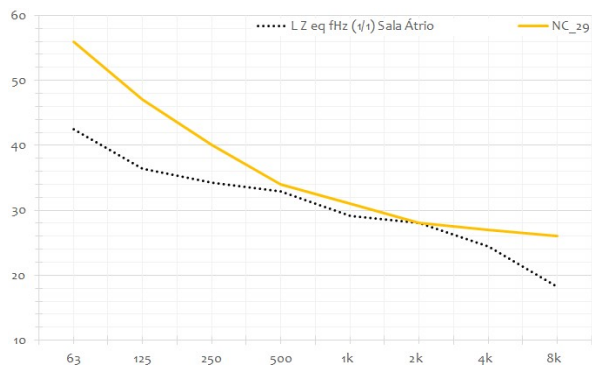


Figura 6: $L_{NC 29}$ da Sala Átrio da C2AZ.

Na Figura 7 é constatado o L_{NC32} da Sala Ala 2 da C2AZ, num setor mais interiorizado, exposto a ruídos de recintos adjacentes.

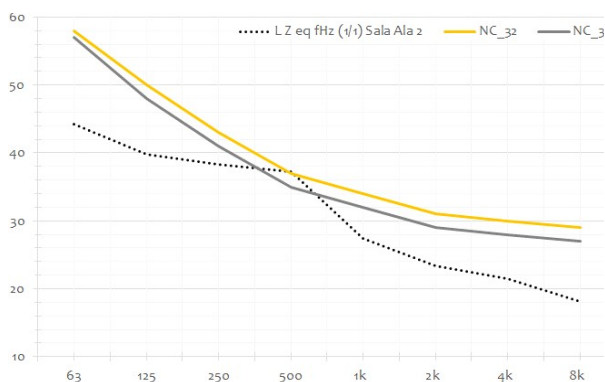


Figura 7: $L_{NC 32}$ da Sala Ala 2 da C2AZ.

Na Figura 8 é constatado o L_{NC51} da Saleta da C3AP, num recinto exposto a ruídos de aparelho individual de ar condicionado.

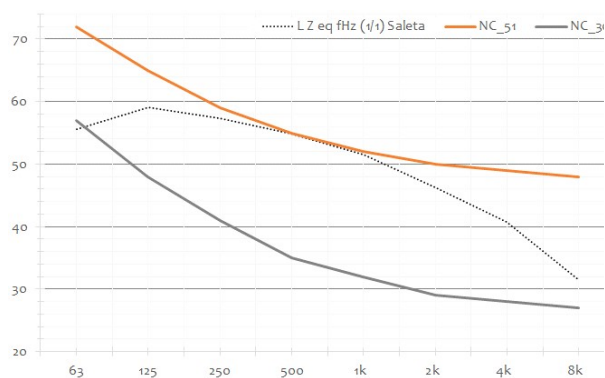


Figura 8: $L_{NC 51}$ da Saleta da C3AP.

Na Figura 9 é constatado o L_{NC40} da Sala Ala 1 da C3AP, num recinto voltado para uma das fachadas do edifício.

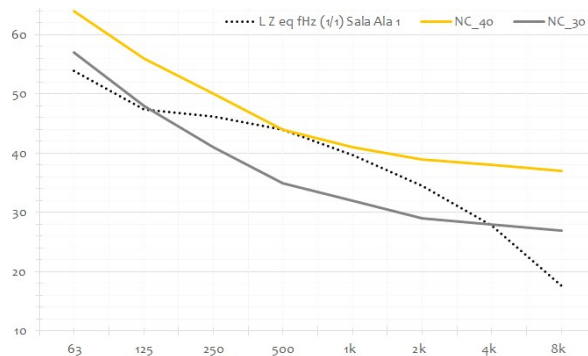


Figura 9: $L_{NC 40}$ da Sala Ala 1 da C3AP.

Na Figura 10 é constatado o L_{NC44} da Sala Ala 2 da C3AP, em recinto voltado uma das fachadas do edifício.

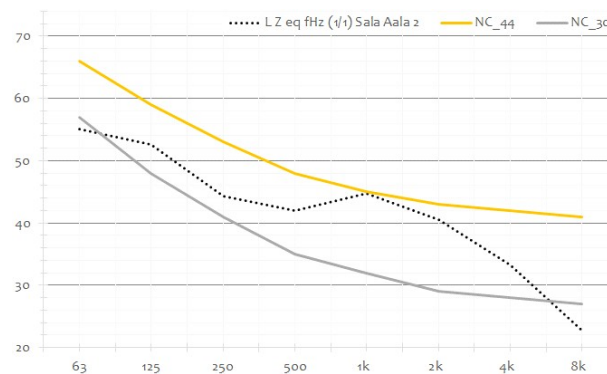


Figura 10: $L_{NC 44}$ da Sala Ala 2 da C3AP.

Na Figura 11 consta o L_{NC24} de cabine típica interiorizada na C4AN, quando da existência de parede de fachada entre suas envoltórias.

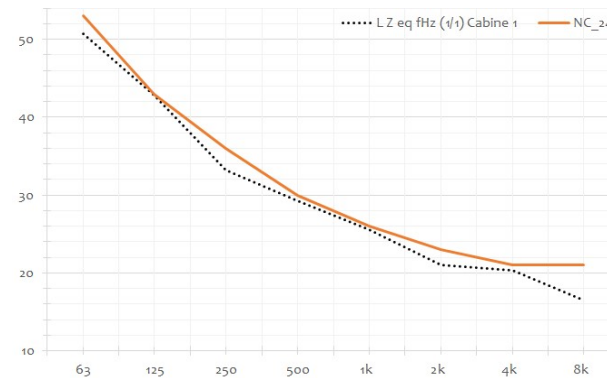


Figura 11: $L_{NC 24}$ da Saleta da C4AN.



Na Figura 12 consta o L_{NC40} da Cabine 5 com parede de fachada na C4AN.

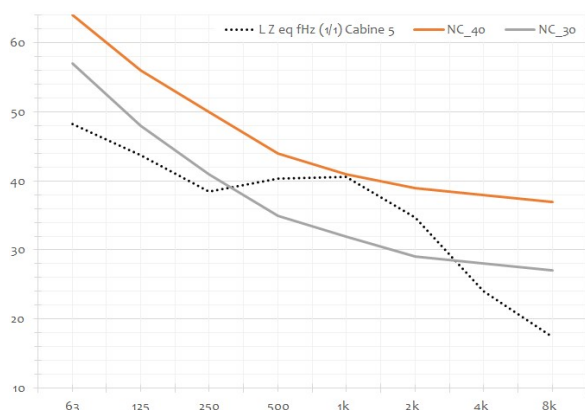


Figura 12: $L_{NC 40}$ da Cabine 5 da C4AN.

Na Tabela 3 constam valores dos L_{NC_MET} para todos os ambientes investigados nas clínicas.

Tabela 3: L_{NC} pelo método da tangente

Clínica	Recinto	L_{NC_MET}
C1AZ	Cabine 1	20
	Cabine 2	19
	Cabine 3	19
	Sala Frontal	38
	Sala Lateral	42
C2AZ	Sala Átrio	29
	Sala Ala 1	28
	Sala Ala 2	32
C3AP	Saleta	51
	Sala Ala 1	40
	Sala Ala 2	44
C4AN	Cabine Típica	24
	Cabine Fachada	40
	Sala	28

6.3 Resultados de L_{NC} pelo método do nível de interferência na fala (L_{NC_SIL})

Na Tabela 4 constam valores dos L_{NC_MET} para todos os ambientes investigados nas clínicas.

Tabela 4: L_{NC} pelo método SIL

Clínica	Recinto	L_{NC_SIL}
C1AZ	Cabine 1	20
	Cabine 2	19
	Cabine 3	17
	Sala Frontal	37
	Sala Lateral	38
C2AZ	Sala Átrio	29
	Sala Ala 1	28
	Sala Ala 2	27
C3AP	Saleta	48
	Sala Ala 1	37
	Sala Ala 2	40
C4AN	Cabine Típica	24
	Cabine Fachada	35
	Sala	28

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Na Tabela 5 consta a comparação entre valores do L_{NC_MET} com os de L_{NC_SIL} para todos os ambientes investigados nas clínicas.

Tabela 5: Comparação entre os valores de L_{NC}

Clínica	Recinto	L_{NC_MET}	L_{NC_SIL}	Δ
C1AZ	Cabine 1	20	20	0
	Cabine 2	19	19	0
	Cabine 3	19	17	2
	Sala Frontal	38	37	1
	Sala Lateral	42	38	4
C2AZ	Sala Átrio	29	29	0
	Sala Ala 1	28	28	0
	Sala Ala 2	32	27	5
C3AP	Saleta	51	48	3
	Sala Ala 1	40	37	3
	Sala Ala 2	44	40	4
C4AN	Cabine Típica	24	24	0
	Cabine Fachada	40	35	5
	Sala	28	28	0

Em 43% dos casos os valores não houve distinção entre os valores L_{NC} pelos métodos adotados. Em 57% dos casos foi constatada diferença entre os valores, com L_{NC_MET} superior ao L_{NC_SIL} de 1 até 5 unidades, com diferença média de 4 unidades. Isto sugere que o valor de L_{NC} pelo método da tangente est, e superdimensionamento no em relação ao método do SIL.

Para verificação do balanceamento do espectro, não abordado na NBR 10.152 vigente, apenas a Saleta da clínica C3AP apresentou níveis de pressão sonora equivalente representativo do ambiente fora das bandas de cálculo do SIL para o local, mais especificamente em 250 Hz, com indício de leve desbalanceamento na transição entre as frequências médias e graves. Na Figura 13 esse pequeno desbalanceamento é identificado. Para uma abordagem mais completa deve-se recorrer às curvas NCB, que foge do foco deste trabalho.

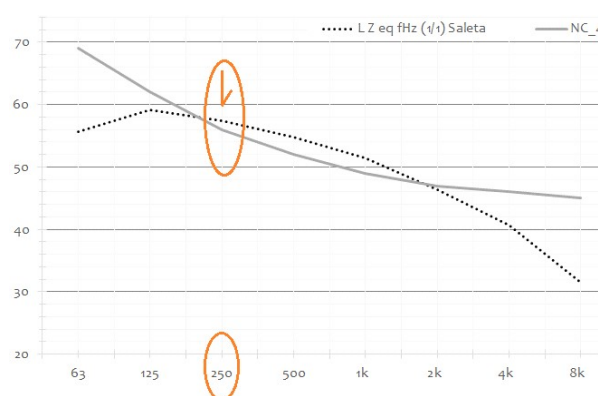


Figura 13: Desbalanceamento na Saleta, C3AP.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apontou divergências de aplicação das curvas NC de critério de ruído de ambientes entre a proposta beranekiana e a adotada pela NBR - 10.152. Inicialmente foi feita uma breve revisão das versões da NBR - 10.152, com especial atenção para a vigente, seguida de uma constatação do modo como elas se difundiram no meio profissional, para então recuperar a abordagem original do uso das curvas NC para efeito de comparações. Disso foi possível identificar divergências entre o modo de uso recomendado dessas curvas e o efetivamente praticado, as quais foram então aqui elencadas. Um estudo de caso em um conjunto de recintos característicos de quatro clínicas psicológicas credenciadas para testes psicométricos deu base inicial para conhecer repercussões dessas divergências.

As divergências constatadas dizem respeito: i. às condições de uso do ambiente durante a realização da medição sonora (ocupado x desocupado); ii. à noção de sons característicos da atividade usual do ambiente, não equivalente a sons intrusivos, aqueles sendo passíveis de serem incorporados na avaliação quando for o caso (sons da atividade x sons intrusivos); iii. ao método de definir o valor de L_{NC} de classificação do ambiente (método SIL x método tangente); iv. ao balanceamento do ruído residual (presente x ausente); v. ao modo de apresentação dos valores de limite de critério (par explícito desejável - admitido, com tolerância justificada x par implícito desejável - admitido, com tolerância não justificada).

Do estudo de caso apresentado nos ambientes de testes psicométricos, foi possível observar valores de L_{NC_MET} predominantemente superiores aos L_{NC_MET} , excedência essa de 1 até 5 unidades, com diferença média de 4 unidades. Isto sugere que o valor de L_{NC} pelo método tangente tende a ser superdimensionado perante o método do SIL. A oportunidade de avaliar o balanceamento se restringiu a uma situação apenas.

Tendo em vista a advertência que o autor do procedimento fez sobre o uso inadequado que se vem fazendo da aplicação das curvas NC de

modo divergente ao da sua proposta original, seria coerente que, se a NBR -10152 se propõe ao uso dessas curvas NC, o fizesse com fidelidade, ampliando a abordagem para investigação do balanceamento do espectro do ruído, ainda que simplificada em relação ao contexto das curvas NCB.

REFERÊNCIAS

- [1a] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 - Acústica - Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.
- [1b] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10152 - Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12179 - Tratamento acústico em recintos fechados. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.
- [3] Beranek, L.L. Criteria for office quieting based on questionnaire rating studies. *Journal of the Acoustical Society of America*, 28:833-851, 1956.
- [4] _____. Revised criteria for noise in buildings. *Noise Control*, 3(1): 19-27, 1957.
- [5] _____. *Noise and Vibration Control*. Washington, INCE, 1988.
- [6] Reynolds, D. D. *Engineering principles of acoustics : noise and vibration control*. Allyn & Bacon Boston, 1981.
- [7] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10151 - Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.
- [8] Bistafa, S. *Acústica aplicada ao controle de ruído*. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- [9] Valadares, V.M. *Análise de entorno, acusticosfera e privacidade acústica – Funarte BH. Relatório Técnico*, Belo Horizonte: TED FUNARTE – UFMG, 2020.
- [10] Valadares, V.M. Isolamento acústico legal, normal ou real: qual adotar? *Braz. Ap. Sci. Rev., Curitiba*, v. 4, n. 3, p.759-772 mai./jun. 2020.
- [11] Cohen, R. J.; Swerdlik, M. E.; Sturman, E.D. *Testagem e avaliação psicológica: introdução a testes e medidas [recurso eletrônico]*. Porto Alegre: AMGH, 2014.
- [12] Cronbach, L. J. *Fundamentos da Testagem Psicológica*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- [13] Conselho Federal de Psicologia. *Caderno de avaliação psicológica: dimensões, campos de atuação e atenção / Bruno Jardini Mäder (org.) – Curitiba : CRP*
- [14] HOGAN, Thomas. *Introdução à prática de testes psicológicos*. Tradução de Luís Antônio Fajardo Pontes, revisão técnica de Francisco Donizetti Mendes Takahashi. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006.

