**IMPACTO DA TECNOLOGIA 5G NO CÁLCULO DO VALOR LOCATÍCIO DE IMÓVEIS PARA ESTAÇÕES RÁDIO BASE (ERB)**

MARLON CAIRES PAMPONET1

1Mestre em Ciências Ambientais, Eng. Eletricista, Eng. da Computação. Professor da Faculdade Independente do Nordeste - FAINOR, Vitória da Conquista-BA, marlon.pamponet@fainor.com.br.

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC - 08 a 11/08/2023

**RESUMO**: Este trabalho propõe uma nova metodologia de cálculo no valor locatício de superfícies para implantação de Estações Rádio Base (ERB) considerando o novo cenário de revolução tecnológica proporcionada pela implantação das redes 5G de telefonia móvel, a qual, irá massificar a quantidade de pequenas ERBs, mudando o modelo de negócio atualmente em vigência. Na metodologia foi utilizada a base de trabalhos anteriores e formulada uma nova ponderação que avalia a cubagem da ERB evitando distorções práticas que o método de capitalização da renda traria por não considerar a tipologia das ERBs. Através do estudo de caso apresentado nos resultados é possível concluir que a nova metodologia trás valores condizentes com os valores de mercado praticados atualmente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Capitalização da renda, Locação, ERB, Estação Rádio Base.

**IMPACT OF 5G TECHNOLOGY ON THE RENTAL VALEU CALCULATION OF PROPERTY FOR RADIO BASE STATIONS (RBS)**

**ABSTRACT**: This work proposes a new methodology for calculating the lease value of surfaces for the deployment of Radio Base Stations (RBS) considering the new scenario of technological revolution provided by the deployment of 5G mobile telephony networks, which will increase the number of small ERBs, changing the current business model. In the methodology, the base of previous works was used and a new weighting was formulated that evaluates the cubage of the ERB, avoiding practical distortions that the income capitalization method would bring by not considering the typology of the ERBs. Through the case study presented in the results, it is possible to conclude that the new methodology brings values ​​consistent with the market values ​​currently practiced.

**KEYWORDS:** Capitalization of income, Location, RBS, Radio Base Station.

**INTRODUÇÃO**

Avaliação de imóveis é um processo importante para determinar o valor de mercado de uma propriedade. Dentre os métodos utilizados nesse processo, destaca-se o método de capitalização da renda, uma abordagem amplamente adotada na avaliação de imóveis comerciais e de investimento (ABNT 14653-1,2, 2002). O método de capitalização da renda baseia-se na premissa de que o valor de um imóvel é determinado pelo potencial de geração de renda que ele oferece. Isso significa que o valor de um imóvel é estimado com base na renda que pode ser gerada por meio do aluguel ou arrendamento da propriedade (ABNT 14653-4, 2002).

Atualmente temos o cenário no qual os casos de ações judicializadas para correção dos valores locatícios de imóveis destinados a Estações Rádio Base (ERB) chegam a milhares, devido contratos com índices de reajuste que não acompanham a expectativa dos locatários. Somente no site Jusbrasil, a busca com as palavras-chaves “Locação” e “EBR” retornaram mais de dez mil ocorrências. Aliado a isto, temos a implantação da tecnologia 5G (MCOM, 2022).

Considerando a evolução das tecnologias utilizadas nas redes de telefonia móvel, observa-se que na trajetória dos G’s (2G, 3G, 4G e 5G) ocorreu uma diminuição das antenas de transmissão, devido a utilização de faixas de frequências mais elevadas no espectro. Conquanto, com a chegada do 5G essa mudança foi mais acentuada (Figuras 1-A e 1-B) no sentido de ocupar menos espaço e pulverizar a quantidade de ERBs com o propósito de otimizar a reutilização de frequências (MCOM, 2019).

Figura 1. Comparativo de ERBs 4G (A) versus 5G (B)



Esta mudança de paradigma faz com que reduza a média da rentabilidade por ERB. Portanto, uma micro ERB 5G não deve ter o valor locatício de uma ERB 4G. Assim sendo, o objetivo deste trabalho é apresentar uma nova metodologia para o cálculo do valor locatício de superfície destinadas a ERBs pelo método da capitalização da renda considerando o impacto que a tecnologia 5G.

**MATERIAIS E MÉTODOS**

 Para elaboração deste estudo foram consideradas as prescrições da NBR 14653 – Normas para Avaliação de Bens da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Partes: (1) Procedimentos Gerais, (2) Imóveis Urbanos e (4) Empreendimentos, bem como, as recomendações do IBAPE (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia). De acordo com os requisitos das normas, as estimativas para valores de alugueis devem ser obtidas, preferencialmente, através do emprego do Método Comparativo de Dados de Mercado, sempre que possível (NBR 14.653-1). A adoção do Método Comparativo Direto depende, pois, da possibilidade de se conseguir dados suficientes para a composição de uma amostra confiável, representativa, e com qualidade assegurada quanto a sua semelhança com o imóvel objeto da avaliação, com relação à sua situação, destinação, grau de aproveitamento, e características físicas, conforme trata a NBR 14.653-2 no seu item 8.2.1.1. Porém, a indisponibilidade de informações do mercado imobiliário, em quantidade suficiente para compor uma amostra, confiável, e representativa, capaz de bem retratar o valor do bem, aliada à diversidade de situações como área ocupada, disponibilidade de acesso, relevo, vizinhança, além da diversidade de termos contratuais, que são exigências da norma, descarta a possibilidade de emprego do Método Comparativo para avaliação de sítios de ERB (MARCONDES, 2009). Desta forma, o método de Participação ou Capitalização da Renda tem sido a melhor opção para quantificar o valor de locação (IBAPE, 2011). O critério para a definição da taxa de renda ideal deve resultar de análise de cada caso mediante estudo extremamente minucioso e dirigido ao objeto da avaliação, tendo em vista as suas peculiaridades (MARCONDES, 2009). Justifica-se, portanto, no caso presente, o uso do Método da Participação na Renda, utilizando dados abertos da Anatel.

 A receita líquida anual de cada operadora pode ser determinada conhecendo-se o número de acessos e a Renda por Usuário do Serviço (ARPU). Com este dado, pode-se calcular a Receita Líquida Média Anual (RLMA) das operadoras, pelo produto do NCEL (Número de Aparelhos Celulares) da operadora e pela Receita Média por Usuário (ARPU) da operadora.

$$RLMA=ARPU\*NCEL\*12 onde:\left\{\begin{array}{c}RLMA: Receita Líquida Média Anual \left[R\$\right] \\ARPU: Receita média mensal por Usuário \left[R\$/usuário\right] \\NCEL: Número de dispositivos móveis \left[usuários-M2M\right] \end{array}\right.$$

 Assim, a receita média gerada por cada ERB é dada por:

$$RMERB\\_BR=\frac{RLMA}{QTD\\_ERB\\_BR} onde \left\{\begin{array}{c}RMERB\\_BR:Receita Média Anual por ERB no Brasil \left[R\$/ERB\right] \\QTD\\_ERB\\_BR:Quantidade total de ERBs no Brasil da operadora \left[unidades\right] \end{array}\right.$$

 Agora é determinada a quantidade de acessos da operadora no Brasil:

$$QA\\_OP\\_BR=QA\\_BR\*MSH\\_OP onde:\left\{\begin{array}{c}QA\\_OP\\_BR:Quantidade de acessos da operadora no Brasil [unidades] \\MSH\\_OP: Marketingshare da operadora no Brasil \left[\%\right] \\QA\\_BR: Quantidade de acessos no Brasil \left[unidades\right] \end{array}\right.$$

 A seguir foi calculada a quantidade média de acessos por ERB no Brasil:

$$ACES\\_ERB\\_BR=\frac{QA\\_OP\\_BR}{QTD\\_ERB\\_BR} onde ACES\\_ERB:Número de acessos por ERB no Brasil \left[acessos/ERB\right]$$

 Desta forma, temos que a receita média gerada por cada acesso (RMACES) é dada por:

$$RMACES=\frac{RMERB\\_BR}{ACES\\_ERB\\_BR} onde RMACES:Receita média gerada por cada acesso $$

 A seguir, utilizando a quantidade total de acessos no município em questão e a participação de cada operadora nesse mercado, é calculada a quantidade de acessos da operadora no município:

$$QA\\_OP\\_MUN=QA\\_MUN\*MSH\\_OP\\_MUN onde\left\{\begin{array}{c}QA\\_MUN:Quantidade de acessos da oper. no município \left[unidades\right] \\MASH\\_OP\\_MUN:Marketing share da oper. no município \left[unidades\right] \\QA\\_OP\\_MUN: quantidade de acessos da oper. no município\left[\%\right] \end{array}\right. $$

Assim, a quantidade média de acessos por ERB no município onde está localizada a ERB é dada por:

$$ACES\\_ERB\\_MUN=\frac{QA\\_OP\\_MUN}{QTD\\_ERB\\_MUN} onde \left\{\begin{array}{c}ACES\\_ERB\\_MUN:Número de acessos por ERB no município [acessos/ERB] \\QTD\\_ERB\\_MUN: quantidade de ERBs da operadora no município\left[\%\right] \end{array}\right.$$

 **Fator de tráfego -** As regiões mais densamente povoadas contribuem com maior geração de acessos, em comparação com outras regiões menos habitadas cuja contribuição maior reside na transmissão de sinais. Dessa forma, a contribuição de uma ERB para a receita do sistema depende da intensidade de acessos nela gerados ou transmitidos na região onde está instalada. Uma região densamente povoada contribui com maior intensidade de acessos do que o interior do estado, embora exista um limite de saturação dos acessos para cada ERB. Utilizando a quantidade de acessos por ERB a nível nacional versus nível local, é calculado o fator de tráfego:

$$F\_{TRÁFEGO}=\frac{ACES\\_ERB\\_MUN}{ACES\\_ERB\\_BR } onde F\_{TRÁFEGO}:Fator de Tráfego \left[adimensional\right]$$

 **Fator Localização** - o valor locativo da ERB depende também da disponibilidade de sítios que melhor atendam às especificações técnicas exigidas, como altura da torre, baixa interferência de sinal, relevo, grau de urbanização, altura das edificações no entorno, disponibilidade de energia, obstáculos à transmissão do sinal de RF e conformidade com a legislação local. Em locais ermos os terrenos têm baixo valor, e ainda possibilitam alternativas no entorno que atendem aos mesmos requisitos, sendo encontrados com mais facilidade. Tais condições se modificam para os pontos mais próximos das áreas mais densamente urbanizadas, pois a disponibilidade de imóveis que atendam aos requisitos se reduz, e em consequência, os preços sobem. A influência da localização da ERB é então passível de ser estimada adotando-se o Fator de Localização (Quadro 1) (MARCONDES, 2009).

Quadro 1 – Fatores de ponderação para a localização

|  |  |
| --- | --- |
| **Localização** | **Fator** |
| Zona rural - locais ermos | 0,10 |
| Zona rural - margem de estrada vicinal | 0,25 |
| Zona rural ou periférica - margem de rodovias | 0,50 |
| Zona urbana - baixa densidade de ocupação | 0,75 |
| Zona urbana - densidade média | 1,00 |
| Zona urbana - topo de edifícios | 1,25 |
| Zona nobre | 1,50 |

Logo, para cada operadora, a partir dos dados da receita média anual das ERBs, ponderando pelo fator de tráfego e pelo fator de localização, é possível calcular a receita da operadora na ERB em estudo:

$$R\\_ANO\_{ERB}=RMERB\\_BR\*F\_{TRÁFEGO}\*F\_{LOCALIZAÇÃO} onde:\left\{\begin{array}{c}R\\_ANO\_{ERB\_{OP}}:Receita Anual da ERB em estudo \left[R\$\right] \\RMERB\\_BR:Receita Média Anual das ERBS \left[R\$\right] \\F\_{TRÁFEGO}: Fator de Tráfego da ERB em estudo \\F\_{LOCALIZAÇÃO}:Fator de localização da ERB em estudo \end{array}\right.$$

 Por conseguinte, a receita total da ERB é dada pelo somatório das receitas de cada operadora:

$$RA\\_TOT\\_ERB=\sum\_{i=1}^{N}RANO\\_ERB\\_OP(i) onde:\left\{\begin{array}{c}RA\\_TOT\\_ERB:Receita Anual total da ERB \left[R\$\right] \\RANO\\_ERB\\_OP(i):Receita Anual da ERB da i\\_ésima op \left[R\$\right]\\i:1 até N representam as operadoras que ocupam a ERB \\ \end{array}\right.$$

 **Cubagem da ERB -** A fórmula a seguir pondera o valor locativo de acordo com a cubagem ocupada pela ERB, a qual está diretamente ligada à tecnologia. Para efeitos práticos de cálculo, considera-se que a menor área ocupada por uma ERB é de 1 m² (a exemplo de ERBs 5G instaladas em poste) e que a altura para ERBs instalada em postes, deve ser a altura física da antena (não a altura da antena em relação ao solo). A formulação a seguir assume que o peso da área no cálculo do fator de ponderação é 4 (quatro) vezes maior que o peso da altura. Os valores das constantes foram obtidos de forma empírica para refletir os valores praticados atualmente.

$$C =A\*0,01+ h\*0,04 onde:\left\{\begin{array}{c}C:fator de cubagem da ERB \\A:área da ERB ou terreno \left[m^{2}\right] \\h: altura da torre ou da antena\left[m\right] \\ \end{array}\right.$$

 Observa-se que o fator de ponderação (Figura 2) corrige a distorção que haveria entre ERBs de tecnologia 4G e 5G. Por exemplo, uma ERB 5G instalada em poste nas vias urbanas, com antena de 20 cm de altura, reduziria o valor locatício de R$ 5.0000,00 para R$ 90,00. Em contrapartida, uma ERB 4G que ocupa um terreno de 64 m² com uma torre de 51,2 m de altura, aumentaria para R$ 13.440,00 (Tabela 1).

Figura 2. Fator de ponderação “C”



Tabela 1. Comportamento do fator de ponderação e do impacto no valor locativo exemplificativo.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Área A (m²)** | **Altura H (m)** | **Ponderação C**  | **Valor final ponderado (base: R$ 5.000,00)** |
| 1 | 0,2 | 0,018 | R$ 90,00 |
| 2 | 1,6 | 0,084 | R$ 420,00 |
| 4 | 3,2 | 0,168 | R$ 840,00 |
| 8 | 6,4 | 0,336 | R$ 1.680,00 |
| 16 | 12,8 | 0,672 | R$ 3.360,00 |
| 32 | 25,6 | 1,344 | R$ 6.720,00 |
| 64 | 51,2 | 2,688 | R$ 13.440,00 |

 Portanto, a receita anual da ERB após a ponderação é dada por:

$$RANUAL\\_ERB\\_POND=R\\_ANUAL\\_ERB\* C onde:\left\{\begin{array}{c}RANUAL\\_ERB\\_POND:receita anual da ERB ponderada [R\$]\\R\\_ANUAL\\_ERB:receita anual da ERB \left[R\$\right] \\C: fator de cubagem da ERB [adimensional] \\ \end{array}\right.$$

**Valor Locativo Básico Mensal**

 Finalmente é possível calcular o valor locativo básico mensal aplicando-se uma taxa de renda à Receita Média Anual da Estação Rádio Base em análise após a ponderação. Adotando-se uma Taxa de Renda de 6,00% a.a., obtém-se o Valor Locativo Básico anual para a ERB analisada.

$$VLBM =\left(\frac{RANUAL\\_ERB\\_POND\*TR}{12} \right) onde\left\{\begin{array}{c}VLBM:Valor locatício básico mensal [R\$]\\TR:Taxa de Renda [\%] \\12:Quantidade de meses do ano \end{array}\right.$$

**RESULTADOS**

Para exemplificar a metodologia apresentada será apresentado o memorial de cálculo de um estudo de caso real, sem identificar as partes envolvidas (Tabela 2), para uma ERB que ocupa um terreno com 150 m², com tecnologia 4G, com duas operadoras de telefonia móvel compartilhando o sítio.

Tabela 2. Estudo de caso.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Parâmetros** | **Operadora 1** | **Operador 2** |
| Receita média mensal por usuário (1° tri/2023) | R$ 27,70 | R$ 23,00 |
| Número de aparelhos celulares (1° tri/2023) | 61.721.000 | 82.844.000 |
| Receita líquida anual (projeção em 2023) | R$ 20.516.060.400 | R$ 22.864.944.000 |
| Quantidade de ERBs no Brasil (1° tri/2023) | 30.653 | 23.851 |
| Receita média anual por ERB (1° tri/2023) | R$ 669.300,24 | R$ 958.657,67 |
| Quantidade total de acessos no Brasil (mar/2023) | 251.200.000 | 251.200.000 |
| *Market share* no Brasil (mar/2023) | 24,60% | 33,00% |
| Quantidade de acessos pela operadora (mar/2023) | 61.795.200 | 82.896.000 |
| Média de acessos por ERB (mar/2023) | 2.016 | 2.704 |
| Receita média gerada por cada acesso (mar/2023) | R$ 332,00 | R$ 354,49 |
| Acessos na cidade (mar/2023) | 404.900 | 404.900 |
| *Market share* na cidade (mar/2023) | 26,2% | 51,3% |
| Quantidade de acessos na cidade (mar/2023) | 106.084 | 207.714 |
| Quantidade de ERBs na cidade (mar/2023) | 111 | 66 |
| Média de acessos por ERB na cidade (mar/2023) | 956 | 3.147 |
| Fator de tráfego | 0,47 | 1,16 |
| Fator de localização | 0,75 | 0,75 |
| Receita média anual da operadora (mar/2023) | R$ 237.972,39 | R$ 836.730,17 |
| Receita anual ERB | R$ 1.074.702,57 |
| Área ocupada (m²) | 150,0 |
| Altura ocupada pela torre e antena (m) | 40,0 |
| Receita média anual ponderada da ERB (mar/2023) | R$ 2.364.345,64 |
| Taxa de renda | 6% | 6% |
| Valor locativo anual discriminado | R$ 141.860,74 |
| Valor locativo mensal da operadora | R$ 11.821,73 |

**CONCLUSÕES**

Através da metodologia apresentada é possível constatar a viabilidade do método, o qual utiliza dados abertos da Anatel e pondera a área ocupada pela ERB no cálculo da locação de superfície, sendo uma referência confiável para juízes em arbitragem de causas envolvendo o valor locatício de imóvel.

**REFERÊNCIAS**

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14653-1: 2001. Avaliação de bens – Parte 1: Procedimentos gerais.

\_\_\_\_ NBR 14653-2: 2004 – Avaliação de Bens - Parte 02: Imóveis Urbanos.

\_\_\_\_ NBR 14653-2: 2004 – Avaliação de Bens - Parte 04: Empreendimentos.

BRASIL. Resolução nº 683, de 05 de outubro de 2017. Disponível em: https://informacoes.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/949-resolucao-683. Acesso em 01 set. 2022.

IBAPE - Norma para avaliação de imóveis urbanos–SP 2011.

MARCONDES, G. F. Aluguel de sítios para torres de telefonia - metodologia e critérios para avaliação. 2009.

Ministério das Comunicações – MCOM. Estratégia brasileira de redes de 5ª Geração (5g), 2019.