

REVISTA DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS BELÉM

IFPA - Campus Belém

ISSN 2236-4757

Engrenagem

Engrenagem — Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará — IFPA

Campus Belém Ano V N° 10 Belém/PA Novembro/2015

Ano V – N° 10 – Belém/PA – Novembro/2015
<http://www.belem.ifpa.edu.br/revistaengrenagem>





Engrenagem

Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência
e Tecnologia do Pará — *Campus Belém*

Ano V | Nº 10 | Belém/PA | Novembro/2015

ISSN 2236-4757

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará -
Campus Belém**

REITOR

Claudio Alex Jorge da Rocha

DIRETOR GERAL

Manoel Antônio Quaresma Rodrigues

CONSELHO EDITORIAL

Benedito Coutinho Neto (Editor Chefe)
Coordenação da Construção Civil

Claudio Cezar Cunha de Vasconcelos Chaves
Coordenação da Construção Civil

Cezarina Maria Nobre Souza
Coordenação de Saneamento Ambiental

Roberto Vilhena do Espírito Santo
Coordenação de Biologia

EXPEDIENTE

SUPERVISÃO: Benedito Coutinho Neto

NORMALIZAÇÃO: Maria Suely da Silva Corrêa

PROJETO GRÁFICO: Carlos Alberto Alexandre Dantas

DIAGRAMAÇÃO: Priscila Carvalho Castro

PROJETO DA CAPA: Benedito Coutinho Neto

ILUSTRAÇÃO DA CAPA: Walder Lobo/Eduardo Rodrigues

REVISÃO DE TEXTO: Lairson Barbosa da Costa

IMPRESSÃO: Gráfica GTR

ENDEREÇO:

Av. Almirante Barroso, 1155
Bloco "N" – Pavimento Superior
Marco – CEP.: 66093-020
Belém/Pará/Brasil

Engrenagem: Revista do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - *Campus Belém*

Ano V - Nº 10 Belém/PA

Novembro/2015

134 p.

ISSN: 2236-4757

1. Multidisciplinar. 2. Educação. 3. Pesquisa. 4. Periódico. 5. IFPA.

CDD: 050

COMITÊ CIENTÍFICO EXTERNO

Adalberto Leandro Faxina - USP
Alberto Carlos de Melo Lima – UNAMA
Altem Nascimento Pontes - UFPA
Ana Maria Guerra Seráfico Pinheiro - UFPA
André Augusto Azevedo M. Duarte - UFPA
Cellina Rodrigues Muniz - UFRN
Emanoel Luis Roque Soares - UFRB
Francisco Ari de Andrade - UFC
José Augusto Martins Correa - UFPA
José Gerardo Vasconcelos - UFC
José Fernando Gomes Mendes – Uminho/Portugal
José Júlio Ferreira Lima - UFPA
José Rogério Santana – UFC
Kátia Regina Rodrigues Lima - UVA
Maisa Sales Gama Tobias - UFPA
Marcos Vinicius Seráfico de A. Carvalho - UFPA
Regina Augusta Campos Sampaio - UFPA
Shara Jane Holanda Costa Adad – UFPI
Simone de Fátima Pinheiro Pereira - UFPA
Vânia Marilande Ceccatto - UECE
Wilson Honorato Aragão - UFPB

COMITÊ CIENTÍFICO INTERNO

André Maurício Damasceno Ferreira
Benedito Tadeu Ferreira de Moraes
Bruno Ferraz de Oliveira
Cátia Oliveira Macedo
Cezarina Maria Nobre Souza
Cláudio Alex Jorge da Rocha
Daniel Palheta Pereira
Elza Monteiro Leão Filha
Fabício Quadros Borges
Giselle da Cruz Moreira
Jaime Henrique Barbosa da Costa
João Lobo Peralta
Júlia Antônia Maués Corrêa
Mauricio Camargo Zorro
Oscar Jesus Choque Fernandez
Raimundo Nonato das Mercês Machado
Simonne da Costa Amaral
Taylor Araújo Collyer

Sumário

Editorial

7

Roberto Vilhena do Espírito Santo

Reflexão e transmissão de pulsos em cordas: introdução ao estudo do coeficiente de reflexão e transmissão da luz e do ultrassom

Reflection and transmission of pulses in strings: introduction to the study of the reflection and transmission coefficient of light and ultrasound

9

Raimundo Nonato Nogueira Reis
José Luiz Magalhães Lopes

A precarização do trabalho no mercado turístico: uma análise dos Egressos do Curso Técnico em Eventos do IFPA/Campus Belém

The precarious work in the tourism market: an analysis of the graduates of the Technical Course in Events IFPA/Campus Belém

18

Maria Lúcia da S. Soares
Neila W. de S. Cabral
Geisa C. Coelho

A composição ornitológica do estuário de Vila de Beja, Abaetetuba - PA: parâmetros ecológicos para avaliação ambiental

The ornithological composition of Beja Village estuary, Abaetetuba-PA: ecological parameters for environmental assessment

33

Lourdes de Fátima Araújo Antunes
Roberto Vilhena do Espírito Santo

Análise da acessibilidade a shopping centers no contexto técnico e de percepção dos pedestres

Analysis of accessibility to shopping centers in the technical context and in perception of pedestrians

52

Francimário Arcoverde Gomes
Maise Sales Gama Tobias

Metrópole e região na Amazônia: trajetórias do planejamento e da gestão metropolitana em Belém, Manaus e São Luís

Metropolis and region in the Amazon: trajectories of planning and metropolitan management in Belém, Manaus and São Luís

67 Tiago Veloso dos Santos

Viabilidade econômico-financeira no processo de criação de novos municípios: análise do município de Santa Bárbara do Pará

Economic and financial viability in the creation of new municipalities process: analysis of the municipality of Santa Bárbara Pará

84 Ailton Pires de Lima
Neila W. de S. Cabral

Teoria da relatividade especial face a dualidade das partículas

Special theory of relativity face the duality of particles

100 Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Matéria Dual

Dual Matter

117 Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

131 INSTRUÇÕES AOS AUTORES PARA PUBLICAÇÃO

Editorial

Pensando em analogias, quando um motor queima combustível, por intermédio de explosões nos pistões, é gerada uma energia que é transmitida por um mecanismo composto por várias peças, entre elas, as engrenagens. Estas têm a capacidade de transmitir uma força recebida transformando-a em movimento circular em um eixo que irá distribuir forças para várias partes do motor, mantendo o funcionamento deste e gerando, entre outras coisas, movimento do veículo. Assim esta revista, de mesmo nome, tem o objetivo de transmitir um potencial de conhecimentos gerados pelas experiências profissionais dos pesquisadores, produzindo um movimento de conhecimentos diversificados pelo complexo universo de áreas que são trabalhadas no meio científico, tanto no IFPA, nossa casa, quanto de parceiros que têm o contínuo desejo de propagar conhecimentos, gerando um movimento de pensamento, com inovações e pesquisas atuais em diversos temas.

Se cuidadosamente moldadas, as engrenagens transmitem um movimento uniforme, contínuo e sem ruídos; da mesma forma, nós, produtores de conteúdo, temos que buscar continuidade na produção científica de qualidade para que esta revista se fixe no meio científico, aumentando seu Fator de Impacto e alcance um Qualis melhor.

Nesta edição, a diversidade de conteúdos apresenta os trabalhos sob a ótica da física e da matemática “Reflexão e transmissão de pulsos em cordas: introdução ao estudo do coeficiente de reflexão e transmissão da luz e do ultrassom”, bem como “Teoria da relatividade especial em face da dualidade das partículas” e “Matéria Dual”.

Contextualizando o turismo, apresentamos o trabalho “A precarização do trabalho no mercado turístico: uma análise dos Egressos do Curso Técnico em Eventos do IFPA/Campus Belém”.

Artigos sobre gerenciamento urbano abordam desde “Análise da acessibilidade a shopping centers no contexto técnico e de percepção dos pedestres”, bem como o trabalho “Metrópole e região na Amazônia: trajetórias do planejamento e da gestão metropolitana em Belém, Manaus e São Luís”, até discussões sobre a “Viabilidade econômico-financeira no processo de criação de novos municípios: análise do município de Santa Bárbara do Pará”.

Dentro da área da Biologia, trazemos um trabalho intitulado “A composição ornitológica do estuário de Vila de Beja, Abaetetuba - PA: parâmetros ecológicos

para avaliação ambiental”.

Com esses trabalhos, esperamos que tenham uma boa leitura.

Roberto Vilhena do Espírito Santo
Professor e Pesquisador do IFPA – Campus Belém

Reflexão e transmissão de pulsos em cordas: introdução ao estudo do coeficiente de reflexão e transmissão da luz e do ultrassom

Reflection and transmission of pulses in strings: introduction to the study of the reflection and transmission coefficient of light and ultrasound

Raimundo Nonato Nogueira Reis

Licenciado em Física e Matemática. Especialista em Física Moderna e Contemporânea, Mes-
trando em Ensino de Física, na Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas).
Professor do Sistema de Ensino Equipe. **Endereço:** Travessa Curuzu, 1710, apto. 1203. CEP
66093-802. **E-mail:** nonatoreis@globo.com

José Luiz Magalhães Lopes

Licenciado em Física, Mestre em Física pela UFPA e professor Adjunto IV da Faculdade de Física
do Instituto de Ciências Exatas e Naturais da Universidade Federal do Pará.

RESUMO

Este trabalho aborda de maneira simples como se calculam os coeficientes de reflexão e transmissão da luz e do ultrassom em interfaces. Essas grandezas são abordadas em livros de Biofísica de maneira que os alunos não reconhecem qual o exórdio destas, isto é, não sabem de onde provêm tais grandezas, uma vez que elas são analisadas em livros de Eletromagnetismo e apenas seus resultados “prontos” são encontrados nos livros de Biofísica, ou seja, aspectos primordiais, como a obtenção desses resultados, estão sendo ignorados. Partiremos da reflexão e transmissão de pulsos em cordas utilizando Matemática do ensino médio e, em seguida, estenderemos os resultados para o caso da luz (onda eletromagnética) e do ultrassom (onda mecânica).

Palavras-chave: Reflexão. Transmissão. Princípio da superposição. Luz. Ultrassom.

ABSTRACT

This paper address in a scmplesimple way how to calculate the reflection and transmission coefficients of light and ultrasound in interfaces. These quantities are covered in Biophysics books so that students do not recognize which exordium is of those, that is, they do not know where these quantities come from, as they are analyzed in Electromagnetism books and only their results "done " are found in Biophysics books, in other words, main aspects such as the achievement of these results are being ignored. Thus, we shall start with the reflection and transmission of pulses in rope making use of high school mathematics and then we shall extend the results in regard to light (electromagnetic wave) and ultrasound (mechanical wave).

Keywords: Reflection. Transmission. Principle of superposition. Light. Ultrasound.

INTRODUÇÃO

Um dos tópicos constantes em livros de Biofísica é o estudo do ultrassom e suas aplicações. Para este estudo, é necessário que tenhamos conhecimento de grandezas, como coeficiente de reflexão e coeficiente de transmissão. No entanto, as equações que descrevem tais grandezas são apresentadas sem o devido esclarecimento sobre sua origem. Nos livros de eletromagnetismo, essas relações surgem quando analisamos reflexão e transmissão de ondas eletromagnéticas em interfaces. Entretanto, o tratamento matemático envolve equações diferenciais as quais se restringem aos currículos das Ciências Exatas.

Neste artigo, propomos uma abordagem da origem do coeficiente de reflexão e transmissão de ondas, partindo da reflexão e transmissão de pulsos em cordas. Em seguida, as análises são expandidas para o caso da luz e do ultrassom, utilizando apenas recursos matemáticos do ensino médio. Este artigo foi escrito para alunos de biofísica ou interessados no assunto que não são familiarizados com o aparato matemático do ensino superior.

Analisamos os seguintes livros de biofísica: Biofísica Básica (1996), de Ibrahim Felipe Heneine; Física para ciências biológicas e biomédicas, (1982) de Emico Okuno; Biofísica essencial (2012), de Carlos Alberto Mourão Júnior; Biofísica – fundamentos e aplicações (2003), de José Enrique Rodas Durán; Biofísica (2002), de Eduardo A. C. Garcia. Nos livros Biofísica – fundamentos e aplicações e Física para ciências biológicas e biomédicas, as relações de coeficiente de transmissão e reflexão da

luz e do ultrassom são apresentadas sem nenhuma dedução ou indicação da origem dessas relações. No caso particular do ultrassom, estas relações são importantes para que se entenda, por exemplo, o motivo de passarmos gel no paciente para que a aplicação do ultrassom seja possível.

MOVIMENTO HARMÔNICO SIMPLES (MHS)

É possível obter as equações horárias do MHS a partir da definição ($F = -K.x$), usando cálculo diferencial. Entretanto, pelo propósito deste artigo, utilizaremos de um artifício que consiste em analisar a projeção de um movimento circular uniforme (MCU) sobre um de seus diâmetros (CALÇADA; SAMPAIO, 1998). Então, partiremos dessa premissa.

Considere uma partícula de massa m descrevendo um MCU de raio R . O MHS pode ser interpretado como uma projeção deste movimento no diâmetro da circunferência (Figura 1).

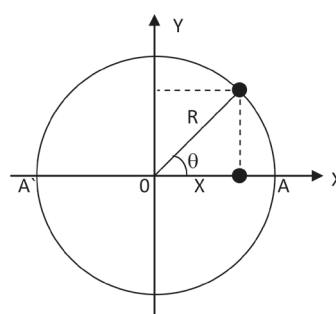


Figura 1. Posição da partícula.

Enquanto a partícula descreve o círculo de raio R , a projeção desta percorre o diâmetro $\overline{AA'}$, como na Figura 2, onde A e A' são pontos de inversão, pois nesses pontos o sentido do movimento da sombra é invertido ($v=0$) e X , é a posição da sombra medida em relação ao ponto O (posição de equilíbrio),

conforme orientação do eixo-x.

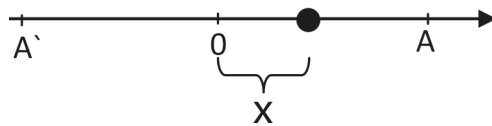


Figura 2. MHS no diâmetro.

Do triângulo da Figura 1, podemos tirar a seguinte relação: $X = R \cdot \cos\theta$, que é a posição da partícula no eixo-x. R será substituído por A, que é a amplitude do MHS. Como a posição angular da partícula vale $\theta = \omega \cdot t$, então a relação fica

$$X = A \cos(\omega \cdot t) \quad (1)$$

Da Figura 3, podemos tirar a seguinte relação: $v = V \cdot \sin\theta$, onde $V = \omega \cdot R$ é a velocidade da partícula e v é a projeção desta no diâmetro da circunferência. Como $R = A$ e $\theta = \omega \cdot t$, então

$$v = -\omega \cdot A \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad (2)$$

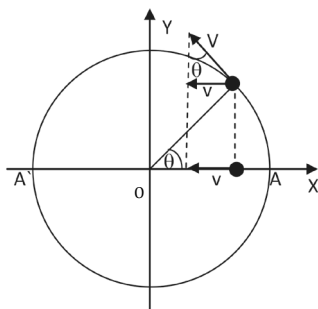


Figura 3. Velocidade da partícula.

O sinal negativo “-” indica, como podemos observar na Figura 3, que v está em sentido contrário à orientação adotada.

Das relações 1 e 2, podemos deduzir que

e

$$\cos(\omega \cdot t) = \frac{X}{A} \quad (3)$$

$$\sin(\omega \cdot t) = -\frac{v}{\omega \cdot A} \quad (4)$$

Pela equação fundamental da trigonometria $[\sin(\omega \cdot t)]^2 + [\cos(\omega \cdot t)]^2 = 1$, teremos $\left(-\frac{v}{\omega \cdot A}\right)^2 + \left(\frac{X}{A}\right)^2 = 1$ ou

$$v^2 = \omega^2 (A^2 - X^2) \quad (5)$$

Da Figura 4, podemos deduzir que $a = a_{cp} \cdot \cos\theta$, onde a_{cp} é a aceleração centrípeta da partícula e a é a projeção desta no diâmetro da circunferência.

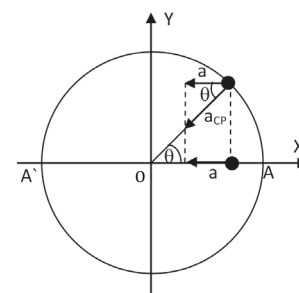


Figura 4. Aceleração da partícula.

Do MCU, sabemos que $a_{cp} = \omega^2 R$, então

$$a = -\omega^2 A \cos(\omega \cdot t) \quad (6)$$

O Sinal negativo indica que a aceleração está em sentido contrário à orientação. Substituindo (1) em (6) teremos:

$$a = -\omega^2 X \quad (7)$$

OSCILADOR HARMÔNICO - SISTEMA MASSA-MOLA

Considere agora um oscilador

harmônico constituído de um corpo de massa m preso a uma mola ideal de constante elástica K e que pode oscilar sem atrito sobre uma superfície horizontal S (Figura 5).

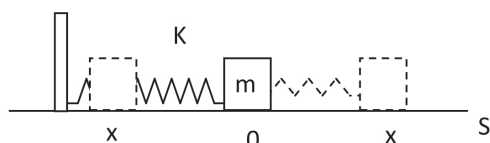


Figura 5. Sistema massa-mola.

Se deslocarmos o corpo para a direita, ele ficará sujeito a uma força restauradora F_{Rest} que trará o bloco para a posição de equilíbrio 0 (Figura 6).

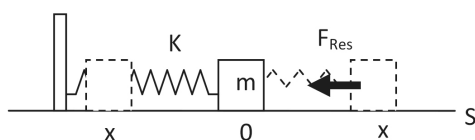


Figura 6. Força restauradora.

Como nesta posição a resultante é $R = -F_{\text{rest}}$, onde o sinal negativo indica que a força é uma força de restauração, ou seja, é oposta à direção do deslocamento a partir da posição de equilíbrio O (TIPLER; MOSCA, 2006), temos:

$$m \cdot a = -K \cdot x \text{ ou } m \cdot (-\omega^2 \cdot x) = -K \cdot x \text{ ou}$$

$$\omega^2 = \frac{K}{m} \quad (8)$$

A energia total do oscilador é a soma da energia potencial com a energia cinética ($E = E_P + E_C$), onde

$$E = \frac{1}{2} K x^2 + \frac{1}{2} m V^2 \text{ ou } E = \frac{1}{2} K X^2 + \frac{m}{2} \cdot \omega^2 (A^2 - X^2), \text{ de onde se deduz que}$$

$$E = \frac{1}{2} K A^2 \quad (9)$$

ENERGIA ASSOCIADA A UMA ONDA

Considere que o oscilador da Figura 7 está oscilando na vertical e preso a ele há uma corda de densidade linear constante μ .

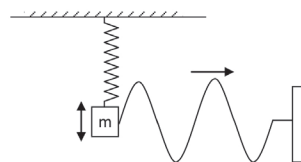


Figura 7. Oscilador harmônico vertical.

Neste caso, a energia transportada pela onda é transferida pelo oscilador à corda, e é dada pela equação (9). Substituindo-se (8) em (9) e sabendo-se que $\omega = 2\pi f$, concluímos que

$$E = 2\pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot A^2 \quad (10)$$

Onde m é a massa da corda.

A energia mecânica total no MHS é proporcional ao quadrado da amplitude (TIPLER; MOSCA, 2006).

A potência transportada pela onda é dada por $P = \frac{E}{\Delta t}$ ou $P = \frac{2\pi^2 \cdot m \cdot f^2 \cdot A^2}{\Delta t}$

Sabemos que $m = \mu \cdot L$, onde μ é a densidade linear, então

$$P = \frac{2\pi^2 \cdot \mu \cdot L \cdot f^2 \cdot A^2}{\Delta t} \quad (11)$$

A velocidade da onda na corda pode ser calculada por $V = \frac{L}{\Delta t}$ e da fórmula de Taylor, $V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$, tiramos que $\mu = \frac{T}{V^2}$, onde T é a tração na corda. Então, substituindo-se esses resultados na equação (11), teremos

$$P = \frac{2\pi^2 \cdot T \cdot f^2 \cdot A^2}{v} \quad (12)$$

Considere agora duas cordas de densidades μ_1 e μ_2 , onde $\mu_1 < \mu_2$ (Figura 8).



Figura 8. Pulso passando da corda fina para a corda grossa.

Quando o pulso chegar à junção das cordas, teremos um pulso refletido e um pulso refratado (transmitido). Vamos considerar que

- V_1 : Velocidade do pulso incidente e refletido (Sabemos que na reflexão a velocidade da onda não se altera).
- V_2 : Velocidade do pulso refratado.
- A_I : Amplitude do pulso incidente.
- A_R : Amplitude do pulso refletido.
- A_T : Amplitude do pulso refratado (transmitido).

Como consequência do princípio da conservação da energia, podemos afirmar que a relação entre as potências é $P_{\text{Incidente}} = P_{\text{Refletido}} + P_{\text{Transmitido}}$ (desprezando-se a parcela de energia absorvida), ou seja,

$$\frac{2\pi^2 \cdot T \cdot f^2 \cdot A_I^2}{V_1} = \frac{2\pi^2 \cdot T \cdot f^2 \cdot A_R^2}{V_1} + \frac{2\pi^2 \cdot T \cdot f^2 \cdot A_T^2}{V_2} \quad \text{ou:}$$

$$\frac{A_I^2 - A_R^2}{V_1} = \frac{A_T^2}{V_2} \quad (13)$$

Na junção das cordas e pelo Princípio da Superposição (Figura 9), a relação entre as amplitudes é $A_{\text{Incidente}} + A_{\text{Refletida}} = A_{\text{Transmitida}}$ ou

$$A_I + A_R = A_T \quad (14)$$

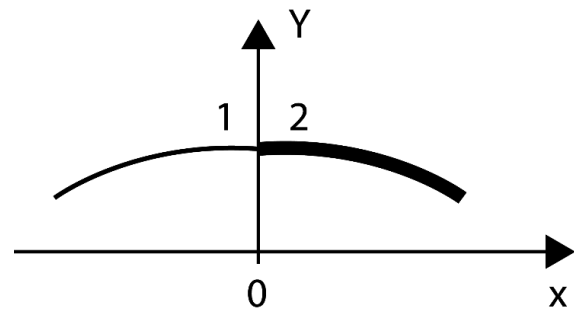


Figura 9. Superposição dos pulsos.

Essa relação se justifica porque na junção das cordas o deslocamento total da corda 1 é $A_I + A_R$ e o deslocamento total da corda 2 é A_T devem ser iguais, caso contrário a corda estaria quebrada (NUSSENZVEIG, 1981).

Substituindo-se a relação (14) em (13), teremos $\frac{(A_I + A_R) \cdot (A_I - A_R)}{V_1} = \frac{A_I + A_R}{V_2}$ ou

$$A_R = \frac{(V_2 - V_1)}{V_2 + V_1} \cdot A_I \quad (15)$$

$$A_T = \frac{2V_2}{V_2 + V_1} \cdot A_I \quad (16)$$

PULSO PASSANDO DA CORDA FINA PARA A CORDA GROSSA

Pela fórmula de Taylor, sabemos que se $\mu_1 < \mu_2$, então $v_1 > v_2$, logo o termo dentro dos parênteses da relação (15) resulta em um valor negativo e, portanto, uma amplitude negativa, ou seja, o pulso é refletido com inversão de fase. Olhando para a relação (16), percebemos que o pulso refratado sempre estará em fase com o pulso incidente, pois não aparece nenhuma relação que resulte em uma amplitude negativa (que representaria uma inversão de fase).

O PULSO PASSANDO DA CORDA GROSSA PARA A CORDA FINA

Pela fórmula de Taylor, sabemos que se $\mu_1 > \mu_2$, então $v_1 < v_2$, logo o termo dentro dos parênteses da relação (15) resulta um valor positivo e, portanto, uma amplitude positiva, ou seja, o pulso é refletido sem inversão de fase, pelo mesmo motivo da situação anterior, o pulso refratado estará em fase com o pulso incidente.

Um fato interessante é que a amplitude do pulso refratado, quando o mesmo passa de uma corda grossa para uma corda fina, é maior que o pulso incidente, um erro comum que aparece na maioria dos livros de ensino médio, nos quais as figuras sugerem o contrário. No Quadro 1, fazemos uma comparação entre as fases e as amplitudes dos pulsos refletidos e refratados na reflexão e refração destes.

Quadro 1. Comparação entre as amplitudes dos pulsos refletidos e transmitidos.

	O PULSO É REFLETIDO	O PULSO É REFRATADO
Pulso passando da corda fina para a corda grossa	Com inversão de fase. Com amplitude menor, em módulo, do que o pulso incidente.	Sem inversão de fase. Com amplitude menor do que a amplitude do pulso incidente.
Pulso passando da corda grossa para a corda fina	Sem inversão de fase Com amplitude menor do que a amplitude do pulso incidente	Sem inversão de fase Com amplitude maior do que a amplitude do pulso incidente

LUZ

Estes resultados também podem ser aplicados às ondas eletromagnéticas, uma vez que estas são ondas transversais. Quando, numa incidência perpendicular ou pelo menos próximo disso, um raio de luz passa de um meio de índice de refração

$n_1 = \frac{c}{v_1}$ para outro meio de índice de refração

$n_2 = \frac{c}{v_2}$, temos $A_R = \frac{(v_2 - v_1)}{v_2 + v_1} \cdot A_I$ ou

$$A_R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2} \right) A_I \quad (17)$$

onde, nesse caso, A_R é a amplitude do campo elétrico refletido e A_I é a amplitude

do campo elétrico incidente. Então, podemos concluir que, numa incidência normal,

- Se $n_1 < n_2$ (como por exemplo, luz incidindo do ar para a água), o raio de luz será refletido com inversão de fase, uma vez que $A_R < 0$.
- Se $n_1 > n_2$ (como por exemplo, luz incidindo da água para o ar), o raio de luz será refletido sem inversão de fase, uma vez que $A_R > 0$.
- Se $n_1 = n_2$ (continuidade óptica), a amplitude da onda refletida é igual a zero. A luz incidente não consegue “ver” a interface e não existe nenhuma luz refletida. Por esse motivo, você não consegue ver uma barra de vidro mergulhada dentro da glicerina,

pois os dois materiais possuem aproximadamente o mesmo índice de refração (Figura 10).

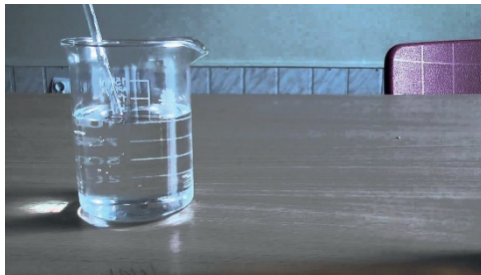


Figura 10. Vidro e glicerina.
Fonte: youtube.

Imagine um raio de luz que passa de um meio 1 para um meio 2, sendo R o coeficiente de reflexão na interface e T o coeficiente de transmissão nessa interface (Figura 11).

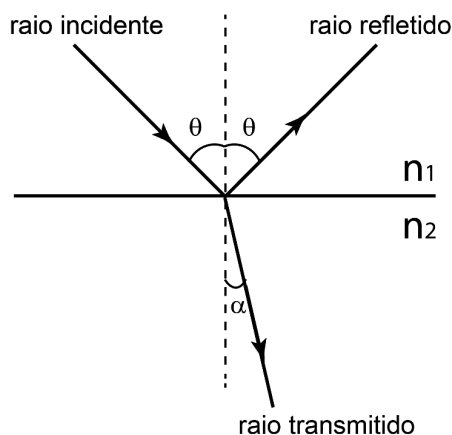


Figura 11. Reflexão e transmissão da luz em uma interface.

Desprezando-se a parcela absorvida, tem-se que $R+T=1$, onde $R = \frac{I_R}{I_I}$, onde I_R é a intensidade da luz refletida e I_I é a intensidade da luz incidente. Como a intensidade é proporcional ao quadrado da amplitude. (YOUNG; FREEDMAN, 2009), então $R = \left(\frac{A_R}{A_I}\right)^2$ ou

$$R = \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2 \quad (18)$$

O coeficiente de transmissão é calculado pela relação $T=1-R$ ou $T=1 - \left(\frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}\right)^2$ que nos dará

$$T = \frac{4n_1 n_2}{(n_1 + n_2)^2} \quad (19)$$

Então, se, por exemplo, a luz incide perpendicularmente na superfície do vidro ($n_2=1,52$) imerso no ar ($n_1=1$), substituindo-se esses valores nas relações, obteremos 95,7% para a luz transmitida e 4,3% para a luz refletida. Por essa razão, quando você está na rua e olha para o interior de uma lanchonete através do vidro de uma janela, observa a reflexão de alguma cena da rua (com menor intensidade), porém a pessoa que está no interior da lanchonete pode ver a mesma cena (com maior intensidade), visto que a luz atinge o interior da lanchonete por refração (transmissão) (YOUNG; FREEDMAN, 2009).

ULTRASSOM

Considere o ultrassom passando de um meio 1 para um meio 2, onde R é o coeficiente de reflexão na interface e T o coeficiente de transmissão nessa interface (Figura 12).

Embora o ultrassom seja uma onda longitudinal, existe uma relação para a amplitude da onda refletida (A_R) e da onda transmitida (A_T) em função de uma grandeza conhecida como impedância (Z), que é o produto da velocidade (V) do ultrassom em um meio e a densidade volumétrica (ρ) desse meio (GARCIA, 2002). Matematicamente,

esta relação tem o mesmo aspecto das relações (17) e (18):

$$A_R = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right) A_I \quad (20)$$

$$A_T = \left(\frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} \right) A_I \quad (21)$$

em que $Z = \rho \cdot V$.

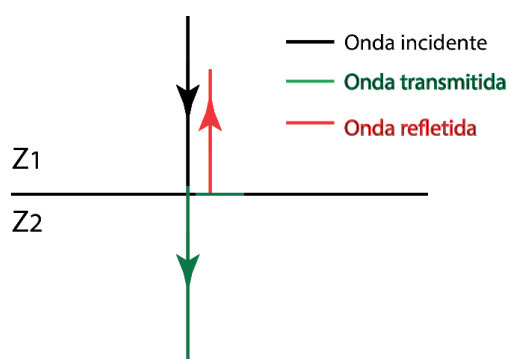


Figura 12. Reflexão e transmissão ultrassom em uma interface.

Para o cálculo do coeficiente de reflexão (R) e transmissão (T), teremos

$$R = \left(\frac{Z_1 - Z_2}{Z_1 + Z_2} \right)^2 \quad (22)$$

$$T = \frac{4Z_1 Z_2}{(Z_1 + Z_2)^2} \quad (21)$$

Então, se, por exemplo, o ultrassom incide perpendicularmente do ar ($Z_1 = 430 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$) para o músculo ($Z_2 = 1,64 \cdot 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$), obtemos 99,9% para o ultrassom refletido e 0,01% para o ultrassom transmitido. Iríamos obter o mesmo resultado se a onda fosse transmitida do músculo para o ar. É por essa razão que não ouvimos as batidas de nosso coração (OKUNO, CALDAS & CHOW, 1982).

Uma reflexão tão intensa não é desejável, pois não se podem ter imagens

nítidas dos órgãos que estão em planos mais profundos. O ideal para a formação de imagem é que haja pouca reflexão e muita transmissão para produzir ecos em outras estruturas mais profundas (GARCIA, 2002).

O som com o qual nos comunicamos se propaga no ar, mas o corpo humano é constituído principalmente de água, que possui uma impedância acústica muito maior do que o ar. Devido a isto, a maior parte da energia da onda sonora vinda do meio exterior é refletida no ouvido em vez de ser transmitida para dentro do crânio. Desta forma, o nosso sistema auditivo, ao longo de sua história evolutiva, teve que desenvolver mecanismos de ganho extraordinários para compensar esta perda (CORSO, 2009).

Quando as impedâncias acústicas dos dois meios são similares, quase toda a intensidade incidente é transmitida. É por essa razão que as aplicações do ultrassom são feitas na água ou colocando-se gel entre o transdutor e a pele para dar um bom acoplamento, comumente conhecido como casamento de impedância (OKUNO, CALDAS & CHOW, 1982).

Outro bom exemplo de grande reflexão do som é quando você, fora d'água, tenta conversar com um colega que está submerso em uma piscina. Como existe uma grande diferença de impedância entre a água e o ar, a maior parte do som é refletida na superfície da água (Figura 13).



Figura 13. Som passando do ar para água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos principais fatores que distanciam os alunos da área de saúde da disciplina biofísica é estudá-la recheada de equações físicas que simplesmente estão nos livros, como se estas não tivessem uma origem. Uma boa teoria física consegue explicar grande parte do conteúdo de biofísica, porém não prescinde do conhecimento sobre a origem das equações. Além disso, a matemática do curso superior é de difícil compreensão para alunos que não possuem em sua grade curricular o cálculo diferencial, como os alunos da área de saúde.

Nossa proposta foi escrever o artigo para ajudar esses alunos, associando a teoria com a origem das equações físicas, para tornar mais eficaz o processo ensino-aprendizagem. Ficou demonstrado ao longo do texto como é possível compreender a reflexão e a transmissão de luz e ultrassom usando apenas a matemática do ensino médio.

REFERÊNCIAS

CALÇADA, C. S.; SAMPAIO, J. L. **Óptica e Ondas**. São Paulo: Atual, 1998.

CORSO, G. **Os conteúdos das disciplinas de biofísica e física**. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol.31, n.2, p.1-4.

DURÁN, J. E. R. **Biofísica: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. São Paulo: Sarvier, 2002.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso básico de física 2- Fluidos, oscilações e ondas, calor**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981.

TILPER, P. A.; MOSCA, G. **Física para cientistas e engenheiros - mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica**. 5. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

YOUNG, H. D. **Física IV: óptica e física moderna/Young e Freedman**. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

YOUTUBE. Disponível em: <http://i.ytimg.com/vi/nMkOhiDPM8o/maxresdefault.jpg>. Acesso em: 12 de julho de 2015.

A precarização do trabalho no mercado turístico: uma análise dos Egressos do Curso Técnico em Eventos do IFPA/Campus Belém

The precarious work in the tourism market: an analysis of the graduates of the Technical Course in Events IFPA/Campus Belém

Maria Lúcia da S. Soares

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA/Campus Belém). Bacharel em Turismo (UFPA), Especialista em Administração Hoteleira (UFPA/SENAC) e Docência e Metodologia de Pesquisa em Turismo (UFPA) e Mestre em Educação (UNB). **Endereço:** Travessa do Chaco, 2502, Casa 66 – Marco – Belém, Pará. **Email:** malu.ssores@gmail.com

Neila W. de S. Cabral

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA/Campus Belém). Bacharel em Turismo (UFPA), Mestre em Planejamento do Desenvolvimento e Doutora em Ciências Socioambientais (NAEA/UFPA).

Geisa C. Coelho

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA/Campus Belém). Bacharel em Turismo (UFPA), Especialista em Docência e Metodologia de Pesquisa em Turismo (UFPA), Mestre em Antropologia (UFPA) e Doutoranda em Antropologia Social.

RESUMO

O turismo é uma atividade própria, inter e transdisciplinar, de características que influenciam a economia, o meio social, o meio cultural, mas que, sobretudo funciona como vetor de desenvolvimento à localidade onde acontece, produzindo impactos positivos ou negativos. No Pará, mais precisamente em Belém, é uma das atividades econômicas que movimentam a economia gerando renda e empregos à sociedade local. Este artigo apresenta os resultados de uma pesquisa de mestrado realizada na Faculdade de Educação da Universidade de Brasília. Por meio do estudo de caso, analisaram-se as opiniões dos gestores sobre o processo de absorção dos egressos do curso de eventos, ofertado pelo Instituto Federal do Pará - Campus Belém, por meio de métodos qualitativos e quantitativos a fim de identificar as exigências do mercado turístico local e a compatibilidade com a formação dos egressos. A partir dessa análise, pôde-se também construir uma interface entre as exigências do mercado e o conteúdo teórico-prático desenvolvido no curso.

Palavras-chave: Turismo. Egressos. Mercado profissional.

ABSTRACT

Tourism is an own activity, inter and transdisciplinary of characteristics that influence the economy, the social environment, cultural environment, but above all serves as a vector of development in the settlement where happens, producing positive or negative impacts. In Pará, more precisely in Belém it is one of the economic activities that move the economy generating income and jobs to the local society. This article presents the results of a master's research at the Faculty of Education at the University of Brasília. Through the case study, we analyzed the opinions of management on the absorption process of the course of events graduates, offered by Federal Institute of Pará - Campus Belém, through qualitative and quantitative methods to identify the requirements of local tourist market and compatibility with the training of graduates. From this analysis, it could also build an interface between the demands of the market and the theoretical and practical content developed in the course.

Keywords: Tourism. Graduates. Professional market.

INTRODUÇÃO

O turismo como indústria de serviços possui particularidades próprias que o distinguem de outras atividades econômicas. É uma atividade que, fazendo parte do segmento de serviços, apresenta características de intangibilidade, não podendo ser estocado, tendo sua produção e consumo acontecendo no mesmo momento, e possuindo como produto principal o fator humano na sua produção. Como qualquer outra atividade, ela interfere positiva e negativamente no desenvolvimento de uma localidade.

É fato que o potencial de crescimento e as características próprias do turismo (produto que somente pode ser consumido *in loco*, não podendo ser estocado) o tornam uma atividade estratégica de desenvolvimento de uma localidade.

Este artigo é resultado de uma pesquisa de mestrado e objetivou compreender como se articulam as demandas do mercado com a formação técnica profissional. A partir de uma metodologia de enfoque crítico, analisou as opiniões dos gestores de empresas que atuam diretamente com turismo e eventos, eleitas como objeto de análise por significarem um espaço real de trabalho para os egressos, tais como agências de viagens e turismo; meios de hospedagem e promotoras de eventos. A partir dessas análises, pôde-se compreender a composição do mercado local, com suas características e nuances na geração de vagas formais e informais, visando a uma inter-relação com a formação de egressos gerada pela Instituição de ensino e, por conseguinte, na constituição de subsídios para a implementação da melhoria da qualidade do ensino.

Para melhor entender esse processo, o artigo está dividido em quatro pontos em que são apresentados o universo de pesquisa; a caracterização do mercado local em relação ao turismo e a eventos; as demandas geradas por esse mercado com suas exigências de qualificação; e o posicionamento do egresso nesse processo.

SITUANDO A METODOLOGIA UTILIZADA

A pesquisa proposta foi pautada em uma abordagem mista, com a utilização de métodos quantitativos e qualitativos, utilizando a estratégia metodológica de estudo de caso, em que os métodos qualitativos objetivaram torná-la consistente e os quantitativos buscaram garantir precisão nos resultados, evitando distorções de análise e interpretação.

A pesquisa foi realizada em Belém, capital do Estado do Pará, localizada na Região Norte. Segundo estado do Brasil em extensão territorial, com 1.248.042,515 km², é composto por 144 municípios e uma população estimada em 8.073.924 habitantes, com 45% das pessoas residindo no meio urbano, o que justifica a grande maioria dos municípios possuir sua base econômica na agropecuária e no extrativismo (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2015).

Faz parte da região Amazônica, área detentora de uma diversidade única, em seus aspectos naturais, geográficos, sociais, culturais e econômicos. É uma região com características específicas e diferenciadas que, segundo dados do INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA (2012, p.1), possui uma “[...] *urbano diversidade regional*, [...]” com grande concentração de população, serviços e investimentos na metrópole Belém

e em Ananindeua em menor grau, e em outro patamar com baixo grau de urbanização e com uma dinâmica socioespacial com características rurais.

A riqueza mineral e vegetal vem atraindo investimentos em vários eixos de desenvolvimento, permitindo a instalação de empresas que invariavelmente oportunizam a oferta de empregos nos diferentes nichos da economia local. Nesse aspecto, o turismo aparece como setor prioritário pelos gestores locais e, portanto tem movimentado a estrutura local.

Com uma população de 1.393.399 habitantes e uma área de 1.059.042 km², Belém (capital administrativa do Estado) é a segunda cidade mais populosa da Região Norte e em conjunto com Ananindeua, Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará e Santa Izabel do Pará formam a Região Metropolitana de Belém (RMB). Possui a maior densidade demográfica e os melhores índices de infraestrutura econômica e social, sendo que o PIB está concentrado nos setores da indústria (31,5%), comércio e serviços (53,3%) (IBGE, 2015) (Figura 1).

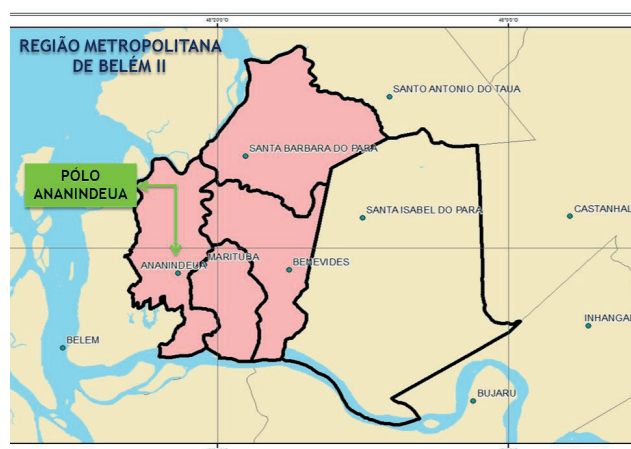


Figura 1. Região Metropolitana de Belém.
Fonte: PARÁ (2015).

A amostra foi definida com base estrita na proposta metodológica de estudo de caso.

A partir de uma seleção prévia intencional que permitisse uma análise mais profunda dos objetos de estudo: gestores de turismo e eventos e egressos da Coordenação de Hospitalidade e Lazer, mais direcionada ao Curso Técnico de Eventos do INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ – IFPA/Campus Belém, ofertado no momento do estudo.

Foram selecionadas 26 empresas (públicas e privadas) com atuação na área de turismo, em um universo de 4.116 cadastradas na JUNTA COMERCIAL DO PARÁ – JUCEPA, número representativo de empresas abertas em todo o Estado e de 745 registradas no Sistema de cadastro de empresas físicas e jurídicas do turismo – CADASTUR (MTur, 2015).

Por meio de critérios previamente identificados, como tempo de atuação no mercado (mínimo de quatro anos); posicionamento no mercado (cadastro em associações de classe); tamanho da empresa (pequenas, médias e grandes); segmento de atuação (eventos, agenciamento, hotelaria, órgãos públicos), as empresas foram selecionadas para a obtenção de dados sobre a situação atual do mercado profissional, bem como identificar o processo de absorção de pessoal.

A amostra de egressos foi obtida após a realização de uma sondagem via sítio eletrônico do IFPA para a obtenção das informações sobre a situação destes em relação ao mercado profissional.

A partir daí, obteve-se uma lista prévia de 44 egressos, correspondendo a uma amostra intencional com a representação de dois por turma, relacionados ao período de 2005 a 2012. Por meio de entrevista com a Coordenadora do eixo de Turismo, Hospitalidade e Lazer (IFPA - Campus

Belém), foram obtidos dados sobre cursos, conteúdos ministrados e a relação com o mercado profissional.

Para entender a estrutura do mercado de turismo em Belém/PA, foi utilizado o levantamento documental em órgãos locais e no IFPA/Campus Belém.

TRABALHO E FORMAÇÃO PROFISSIONAL NO MERCADO DE TURISMO EM BELÉM

Na relação educação e trabalho, faz-se necessário conhecer a tese de Saviani (2007) sobre a essência desta relação antes de expor conceitos defendidos por outros autores e caracterizar o mercado profissional de Belém. O autor expõe os fundamentos ontológicos e históricos dessa relação como atividades especificamente humanas, pensando o homem como animal racional.

À percepção de que o homem diferencia-se do animal por agir e transformar a natureza de acordo com suas necessidades é denominada por esse autor de trabalho, que é a essência do homem e que não provém de uma dádiva divina. “[...]. É um trabalho que se desenvolve, se aprofunda e se complexifica ao longo do tempo: é um processo histórico.” (Saviani, 2007, p.155). Reforça esse entendimento citando Marx e Engels (1974, p.19) que distinguem o homem dos animais por vários fatores, mas identificam um fator principal, que é o ato de “[...] *produzir* seus meios de vida, passo esse que se encontra condicionado por sua organização corporal.” (SAVIANI, 2007, p.154, grifo do autor).

Esses fatos reforçam a coincidência entre a origem da educação e a origem do homem. O autor ressalta sua afirmação

de que aí esteja o surgimento da relação educação e trabalho como uma relação de identidade (SAVIANI, 2007).

O autor conclui que “[...] é o modo como se organiza o processo de produção – portanto, a maneira como os homens produzem os seus meios de vida – que permitiu a organização da escola como um espaço separado da produção.” Afirma, ainda que “[...] nas sociedades de classes a relação entre trabalho e educação tende a manifestar-se na forma da separação entre escola e produção.” Contudo o autor afirma que essa separação “[...] não coincide exatamente com a relação educação e trabalho.” Mas confirma que, com a presença da escola essa relação adquire dupla identidade (SAVIANI, 2007, p. 157).

Com a revolução das máquinas e depois, com a revolução industrial, o trabalho passou a representar especialidades e a educação uma obrigatoriedade para toda a sociedade.

As mudanças no mundo do trabalho devido à internacionalização do capital são apresentadas por Alves e Corsi (2002, p. 8) não somente como a lógica do capital que se transformou em domínio sobre os investimentos aplicados na produção, fazendo com que houvesse um entrelaçamento das várias formas de capital, mas promovendo a fusão de “[...] processos concomitantes e intimamente interligados”.

A identificação dessas tendências é apontada por Antunes e Alves (2004), como ações direcionadas à classe trabalhadora denominada pelo autor “classe-que-vive-do-trabalho”, formada pela “[...] totalidade dos assalariados, homens e mulheres que vivem da venda da sua força de trabalho [...], e que são despossuídos dos meios de produção” (ANTUNES, 1995, 1999 citado por ANTUNES;

ALVES, 2004, p.336 grifo do autor).

Para Carvalho (2003), as discussões sobre as tendências do mercado de trabalho diante dos processos de modernização tecnológica são controvertidas. “[...]. Há os que associam a este processo o aumento do desemprego e há aqueles que, ao contrário, vislumbram a expansão de novas atividades e, portanto, a criação de novos empregos em setores de ponta e nos serviços” (CARVALHO, 2003, p. 32).

Esse impacto pode ser observado também no setor de serviços, como “[...] no trabalho rotineiro da oficina, no processamento de dados e no setor financeiro” (CARVALHO, 2003, p. 35).

Os estudos não conseguem apresentar conclusões em relação à durabilidade da influência das tendências na indústria ou se elas não intervêm em outros ramos produtivos, por existirem diversos fatores que afetam essas relações. Entretanto, confirmam que a estrutura de emprego está, sim, relacionada ao avanço tecnológico, assim como a reação das empresas em relação “[...] às limitações impostas à relação capital-trabalho” (CARVALHO, 2003 p. 35).

Analisando o pressuposto defendido por Carvalho (2003) sobre o novo paradigma técnico-econômico e sua relação com o sistema educativo, é possível notar um dos dilemas do século XXI: “[...] o da sociedade centrada no crescimento sem emprego.” A autora afirma que “[...] as tentativas de explicar e de resolver esse dilema apontam consensualmente para a qualidade da formação profissional, uma vez que o pressuposto é de que os empregos que agora são criados tendem a exigir um aumento de qualificações” (CARVALHO, 2003, p. 67).

São muitos os reflexos do processo

de modernização das relações de trabalho, mas destacam-se os efeitos na qualificação que, como argumenta Kuenzer (2000), “[...] têm trazido à agenda político-pedagógica novas demandas de formação humana, e, em que pese as pesquisas estarem reiteradamente apontando a tendência à polarização das qualificações, esta é uma questão fundamental para o enfrentamento da exclusão” (KUENZER, 2000, p.18)

Essa necessidade de qualificação identificada pela autora acontece mais especificamente na educação formal, pelas exigências de um mercado mais moderno e exigente que dá ênfase à inserção no mercado produtivo e na constituição da cidadania e da transformação social.

A formação contínua de recursos humanos qualificados é cada vez mais necessária diante dessas transformações que ocorrem no mundo do trabalho. Incompetência e improvisação aparecem como qualidades fora do processo produtivo. As habilidades mínimas de saber ler, escrever e operar números são insuficientes. Há a necessidade de se estar integrado ao contexto atual, ter desenvolvidas as capacidades de lidar com conceitos abstratos, trabalhar em grupo e empregar potencialidades da tecnologia. A concepção da educação profissional e os espaços de atuação a partir das mudanças ocorridas no mundo do trabalho trazem novos desafios, tanto para o capital quanto para o trabalho (KUENZER, 2002).

Saviani (2007) demonstra a importância da educação formal para o crescimento individual e, por conseguinte, da realidade em que o indivíduo está inserido, considerando que toda a estrutura do sistema educacional se fundamenta na questão do trabalho. O

trabalho como base da existência humana.

Nesse sentido, caracterizar o mercado de trabalho em turismo pressupõe, antes de tudo, compreender as abordagens teóricas propostas por Beni (2004), pela ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT (2010), Santos e Kadota (2012) e Rejowski (2010), que entendem o turismo como um sistema complexo, inter e transdisciplinar. É o resultado de uma diversificação de atividades econômicas com a utilização de bens e serviços de outros setores, que geram o surgimento de uma ampla demanda de mão de obra qualificada.

No caso de Belém, universo de estudo, ele é formado por empresas e atividades de vários segmentos, com serviços especializados, envolvendo os segmentos de hospedagem, transportes, alimentação, recreação, agenciamento, eventos, guiamento, planejamento e ensino.

Para entender a oferta no mercado de turismo, Beni (1998, p.155) explica o seu significado, fazendo um paralelo com a formação do produto turístico que, a seu ver, existe apenas em teoria porque o turista é quem decide pelo tipo de lazer que quer vivenciar, fazendo com que o resultado final seja particularmente diferenciado. Demonstra a composição da oferta turística formada pelos recursos naturais e culturais, denominado por Beni (2001) oferta original, e pela oferta derivada, composta pelo conjunto das prestações de serviços das empresas de turismo.

A área do turismo, como referenciado em diferentes abordagens, possui uma grande capacidade de geração de empregos formais, que exigem mais qualificação, e informais com pouca ou nenhuma exigência nos níveis de qualificação.

No estado do Pará o mercado de

turismo é formado por mais de 3.500 empresas, segundo o cadastro oficial de empresas da JUCEPA (2015), que desenvolvem atividades em segmentos diversos, diretos ou indiretos, com variados tipos de administrações, podendo ser de propriedade familiar ou não, por vínculo de sociedade anônima, de variados tamanhos (grandes, médios, pequenos e micro). Esse número aproxima-se ao da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) 2012 - IBGE (2015) que é de 5.459 empresas que atuam em serviços, que representam ao estado uma receita bruta de 12.136.896 reais; pessoal ocupado em 31/12 de 127.776 e, salários, retiradas e outras remunerações de 2.164.581 reais.

Fazendo um paralelo com a proposta de da OMT e *United Nations Statistics Division* – UNSTAT (1994) citados em Cooper (2007, p. 44), que utilizam o *International Standard Industrial Classification* (ISIC) como padrão de Classificação, quando conceituam tecnicamente o setor turístico, Soares (2012) com base na oferta formada por todas as empresas, organizações e instalações que objetivam atender o turista, propõe o demonstrativo da oferta turística em Belém como mostra o Quadro 1.

Quadro 1. Empresas do segmento de Turismo.

DIVISÕES DA ISIC	ATIVIDADE EMPRESARIAL	EXEMPLO
Construção Civil	T	Hotéis, Equipamentos para recreação, equipamentos de transporte, <i>resorts</i> .
Atacado e Varejo	P	Venda de veículos automotores, venda de combustíveis para veículos automotores, venda de alimentos no varejo, venda de tecidos no varejo, venda de acessórios de viagem no varejo, venda de suvenires, etc.
Hotéis e restaurantes	P T	Restaurante do tipo <i>fast food</i> e gastronomia. Hotéis, locais para <i>camping</i> .
Transporte, armazenamento	P T	Transporte ferroviário, locação de veículos e comunicações, transporte fluvial. Trem, companhias aéreas, serviços especiais de turismo ferroviário, serviços rodoviários de longa distância, navios para cruzeiros marítimos.
Intermediação financeira	P T	Câmbio de moedas, seguros de vida, cartões de crédito. Seguros de viagens.
Atividades imobiliárias e de locação	P	Compra ou venda de propriedade sob <i>leasing</i> , locação e empresariais, aluguéis ou aquisição de propriedades. Locação de equipamentos de esqui, aluguel de casas e equipamentos.
Administração pública	P T	Serviços de tradução administração de alfândegas, regulamentações de caça e pesca, relações internacionais, guardas de fronteira. Administração turística, birô de informações, emissão de vistos, regulamentação de transportes privados.
Formal e Informal	P T	Educação de adultos e crianças, auto-escola [sic], escolas de aviação, instruções de navegação. Escolas de hotelaria, programas de educação para o turismo, escolas de serviços de recreação e parques, orientação de turistas.
Serviços	P T	Natação, instruções de mergulho com uso de equipamentos, instruções de voo, instruções de navegação, cinemas. Birô de turismo, clubes de viagens, sindicatos dos profissionais de turismo.
Organizações internacionais extraterritoriais	P T	OECD, Banco Mundial, FMI, AESAN. Organizações internacionais de turismo

*P = parcialmente envolvida com o turismo. T = totalmente dedicada ao turismo.

Tomando como base o parâmetro de caracterização do mercado de trabalho e subsidiados pelo Sistema de Cadastro de Pessoas Físicas e Jurídicas que atuam no setor do Turismo - CADASTUR (MTur, 2015), o mercado de turismo no Pará é formado por empresas dos segmentos de hotelaria, transportadoras, organizadoras de eventos,

agência de viagens e turismo, prestadores de apoio a eventos e restaurantes, cafeterias e bares, com grande concentração na Região Metropolitana de Belém (RMB), como demonstrado a seguir:

- 180 Meios de Hospedagem, sendo que 47 deles localizados na RMB;
- 255 Agências de Viagens e Turismo que produzem excursão e/ou comercializam passagens e pacotes turísticos em todo o Estado; deste total, 166 estão localizadas na RMB;
- 51 empresas responsáveis pela Promoção e Organização de Eventos cadastrados no Estado, sendo 39 com sede na RMB;
- 73 Transportadoras Turísticas sendo 46 localizadas na RMB;
- 6 Prestadores de Apoio a Eventos sem todo o Estado, são 6 sendo 5 na RMB; e
- 180 Restaurantes, Cafeterias e Bares no Pará, sendo 38 na RMB.

Esse panorama demonstra o potencial de mercado à oferta de vagas formais o que, indubitavelmente, indica as variadas possibilidades de absorção aos egressos formados em cursos da área, técnicos ou bacharéis, existentes em Belém. Com base neste mapeamento e analisando os posicionamentos dos gestores, puderam-se dimensionar as exigências por profissionais qualificados na atividade turística.

EXIGÊNCIAS DO MERCADO PROFISSIONAL E OS PROFISSIONAIS FORMADOS EM TURISMO

Identificando o perfil exigido pelo mercado profissional de Belém,

com base nos posicionamentos dos gestores da área, questionados sobre as exigências de qualificação para absorver os egressos, o estudo apresentou como resultados as dificuldades em encontrar profissionais para desempenhar funções operacionais qualificados, demonstrando o desconhecimento geral quanto à existência de escolas profissionalizantes.

Nesse aspecto, as empresas não têm interesse em absorver técnicos de nível médio pelos seguintes motivos:

- a) a experiência negativa com profissionais provindos dos cursos superiores em turismo, que chegam ao mercado sem capacitação técnica para desenvolver habilidades mínimas necessárias na operacionalização;
- b) a ideia dos formados de ocupar cargos de gestão, como gerentes, supervisores, coordenadores quando chegam ao mercado, negando-se a executar atividades operacionais consideradas, por eles, de baixo escalão, mas que são comuns no universo da atividade turística, como colocado pelos gestores TI e TE.

Como exemplo, citamos o que ocorreu com o Gestor TI que expôs o seu descontentamento com esse tipo de situação, que gera impedimentos na absorção de egressos da área, que não apresentam as características exigidas de interesse, disponibilidade e responsabilidade advindos do processo de aprendizagem prática obtida na academia. Esse caso evidencia os obstáculos que os egressos enfrentam por situações causadas por profissionais inaptos.

Confirmando o interesse por profissionais advindos dos Institutos

Federais de Educação, 14 dos 17 gestores entrevistados responderam ser exigentes quanto à qualificação dos recursos humanos que pretendem trabalhar com eles. Fazem questão de ter no quadro profissional da empresa pessoal capacitado com conhecimento prévio das atividades que constam no processo de contratação.

A exigência de qualificação por parte dos gestores também é positiva, entretanto eles afirmaram ser preponderante a capacitação do indivíduo em alguns setores, como pode ser constatado nos depoimentos do Quadro 2.

Quadro 2. Exigências de qualificação.

DEPOIMENTOS	ANÁLISE E EXPLICITAÇÃO DOS RESULTADOS
[...], a questão da mão de obra pra parte financeira, administrativa, isso não tem muito problema, não. Isso aí não pesa. O que pesa mais é a área operacional. [...] (Gestor TI).	Maiores exigências no setor operacional.
[...], para todos os cargos, desde o boy a gerência, todos a gente tem exigências básicas, mínimas, pra fazer a contratação. [...] (Gestor V).	Todos os cargos possuem determinadas exigências de qualificação.
[...], para todos os cargos, desde o boy a gerência, todos nós temos exigências básicas, mínimas, pra fazer a contratação. Na área de eventos, as exigências básicas passam pelo idioma, por trabalhar com vários eventos internacionais. Os conhecimentos técnicos de turismo, já que atuamos na área [...]. Especificamente de agência oficial e não de organização. [...] (GESTOR VV).	
Às vezes sim. Às vezes não. No caso dos digitadores são necessários, mas no caso da secretária ela não tem nem curso de turismo, nem curso superior, mas também trabalha há mais de 20 anos na profissão (GESTOR AT).	O tempo de trabalho X profissional com formação
Não existe nada. Nem há interesse (GESTOR BC).	A empresa que prefere qualificar seu pessoal. Absorve profissionais de qualquer área, de qualquer formação.

Quanto à exigência por pessoal qualificado, dos 50% gestores entrevistados, 26% preferem egressos aptos com conhecimento técnico global, ou seja, em todas as funções necessárias em uma empresa da área. 13% dos sujeitos identificaram o setor operacional; o operacional e logística (13%); o operacional ou técnico (6%); o financeiro (6%); o administrativo, financeiro e comercial (6%) e, produção de eventos e administrativo

(6%) como os setores que mais exigem qualificação.

Outro aspecto identificado foi a forma de contratação trabalhada pelos gestores que atuam com poucos profissionais fixos e mais temporários. (Quadro 3).

Esse procedimento demonstrou uma característica presente na atividade turística OMT (2001), a flexibilidade, presente no aspecto da adequação do trabalho às necessidades da organização.

Quadro 3. Contratação de pessoal.

DEPOIMENTOS	ANÁLISE E EXPLICAÇÃO DOS RESULTADOS
Profissionais com carteira assinada ainda não temos. Somente prestadores de serviços. A rotatividade de eventos é que dita a quantidade de pessoas que precisamos (Gestor D).	Inexistência de profissionais fixos devido à rotatividade do produto (eventos) que determina a necessidade de profissionais.
[...] Existe o quadro fixo e o temporário. [...]. Eles são promotores de eventos quando estão trabalhando em eventos, mas são funcionários da própria empresa, que se adequam a este segmento. Estão adequados pra trabalhar nesse segmento. Foram treinados pra esse segmento. Os demais são todos contratados para o evento, mas todos, também, passam por treinamento na empresa pra atender os eventos (Gestor B).	Uma agência de turismo que funciona também como organizadora de eventos. Nesse caso o quadro de pessoal fixo atua com viagens, mas se transforma em produtores de eventos quando atua neles.
Possuo um cadastro com trinta pessoas que trabalham também pra outras empresas. Basicamente são aqueles que trabalham com coordenação e recepção. [...] Esse procedimento varia de acordo com cada evento. Há um cuidado pra não manter por muito tempo, por causa das questões trabalhistas. Possuo um banco de dados com 400 pessoas e estou entrevistando outras 370 pessoas. Não quero ficar presa ao grupo de 30. São bons, mas nem sempre têm tempo. Eu não restrinjo período pra inscrição de currículo, aceito todos os currículos que chegam. Cadastro todos. Hoje o problema pra mim é de pessoal (Gestor E).	Existência de cadastro para subsidiar as necessidades de pessoal temporário.

Na visão de Dowbor (2006), entretanto, essa busca por temporários acontece devido às novas percepções sobre o mundo do trabalho que afetam diretamente as atividades laborais. É o que denomina “movimento sísmico de transformações estruturais.” O autor explica que é a tecnologia que gera essas transformações, fazendo com que a visão sobre profissão e carreira seja modificada. Ressalta ainda que o aumento da exclusão econômica e social faz com que surjam “[...] novas dinâmicas de emprego informal e ilegal, obrigando-nos a repensar o [...] conceito tradicional de emprego, com horário, carteira, direitos e também, porque não, um futuro previsível.” (Dowbor, 2006, p. 8).

Kuenzer (2008, p. 29) complementa com uma abordagem de mercado sobre essa categoria vinculando-a à precarização

da mão de obra, ressaltando que

[...], ocorre um processo que estou chamando de exclusão includente, ou seja, o mercado expulsa os trabalhadores do emprego formal, mas os reaproveita em pontos mais precarizados ao longo da cadeia. É esse processo de consumo predatório da força de trabalho, ao longo das cadeias produtivas, que assegura, pela redução dos custos de produção, a competitividade nos planos nacional e internacional. (KUENZER, 2008, p. 29).

Na visão dos gestores entrevistados, os motivos detectados em relação a essa ausência de profissionais fixos foram:

a) a estrutura física e operacional das empresas que em sua maioria são micro empresas - ME, como demonstrado nos cadastros de abertura de empresas da área, fornecidos pela JUCEPA;

b) pelos objetivos empresariais, que mostram que no universo das empresas da área, como acontece no setor de eventos, as estruturas são enxutas e, independentemente do tempo de existência da empresa no mercado, elas continuam com pequenas estruturas, como acontece no quadro de pessoal, que em todos os posicionamentos descrevem uma composição formada por pequenas estruturas considerando a sazonalidade dos eventos, a tecnologia utilizada e, principalmente as exigências dos clientes.

Esse avanço tecnológico influenciando a contratação de pessoal é um assunto que já vem sendo estudado por vários autores, como Trigo (1998), Ruschmann (2002) e Mota (2012), que identificaram alterações no mercado de trabalho, como a disseminação da internet e o acréscimo de informações aos consumidores, em que as pessoas passaram a realizar suas aquisições diretamente no sítio eletrônico, provocando transtornos radicais ao mercado, como a falência de muitas empresas e, por consequência, a demissão de muitos funcionários e a forma de contratação que passou a ser temporária.

Lockwood e Midlik (2003) reforçam essa tese sobre o impacto que a tecnologia da informação (TI) tem exercido nas viagens, ratificando a influência do aumento da competição no mercado de turismo.

Na última década, esse fato tornou-se preponderante, visto que o avanço da tecnologia é evidente, fato que justifica a ausência de contratos fixos nas empresas entrevistadas. Os cargos identificados na pesquisa demonstram essa transformação, como mostra o Quadro

4, em que foi constatado que não existem nomenclaturas claras e padronizadas que possam distinguir em que setor um profissional formado em turismo e eventos pode atuar, seja ele no nível superior, seja no técnico de nível médio. Ficou evidente que não há um padrão organizacional direcionado às empresas da área. Das entrevistadas, somente os hotéis possuem estrutura organizacional. As outras funcionam como uma complementação da casa.

Os cargos temporários identificados relacionam-se àqueles demandados pelo mercado. Por exemplo: Se o mercado demanda mestre de cerimônias contrata-se o temporário, se o inverso ocorre, a empresa não perde nada. Entre as empresas pesquisadas, somente os hotéis possuem estrutura de pessoal fixo devido às características do produto ofertado – hospedagem e alimentação.

Essa busca por pessoal qualificado em caráter temporário expõe a dificuldade que os profissionais possuem quando buscam uma vaga na área. As empresas preferem trabalhar com o que descrevem como “free lancer”, temporários ou contratados. Elas possuem estruturas de cadastro que subsidiam a realização dessas atividades, como bem expõe um gestor entrevistado: [...]. Tenho um banco de cadastro de recepcionistas com quase três mil moças. Trabalho com no máximo 60, 80 em cada evento. Dependendo do evento. [...] (Gestor AT).

Essa declaração demonstra a dificuldade das empresas em relação à contratação. Constatou-se que o recrutamento de profissionais ocorre principalmente por meio de indicações ou cadastros próprios. Elas realizam testes e entrevistas como forma de selecionar o profissional.

Quadro 4. Cargos identificados.

CARGOS FIXOS	CARGOS TEMPORÁRIOS	SEGMENTO DE ATUAÇÃO
Gerente Geral; Emissor de bilhetes; <i>Trainner</i> ; Consultor de viagens na agência oficial (nível 1, 2 e 3); Consultores de viagens no varejo (nível 1, 2 e 3); Consultores de viagens do corporativo (nível 1, 2 e 3); Técnico em Planejamento; Gestor em Turismo.		Agência de Viagens e Operadoras Turísticas
Produtor de Eventos, Promotor de eventos, Consultor de Eventos; Líder de negócios; Gerente geral, Gerente de Relacionamento, Gerente de captação de eventos, Gerente de comercialização de feiras técnicas, Gerente comercial; Coordenador de secretaria executiva, Coordenador de cerimonial, Coordenador de atividades técnicas, Coordenador de logística; Coordenador de eventos; Supervisor de Logística, Supervisor de eventos; Assistente de plenária, Assistente administrativo; Digitador; Secretária.	Mestre de cerimônias Recepcionistas Apoio Coordenador Apoio na logística Tradutores Monitores Animador	Organizadoras de Eventos
Gerente Geral, Gerente de banquetes; Coordenador de grupos e eventos; Assistente de banquetes, Assistente de pessoal, Assistente de reservas; Estagiária de eventos; Recepcionista; Garçom.		Meios de Hospedagem
Consultor de Eventos; Gerente geral, Gerente, Gerente de Relacionamento; Supervisor de Logística, Supervisor de eventos; Relações públicas; Jornalistas Publicitários; Estagiário; Secretária; Assistente administrativo.		Outras

O desenvolvimento de pessoal foi citado por todos os entrevistados, que afirmaram ser muito importante para o processo de absorção do profissional. O recrutamento é realizado por indicação, não há nenhum procedimento de captação externa de pessoal. Outra forma citada é a captação interna. Quanto ao treinamento, ele acontece apenas em relação às informações operacionais da empresa, ou seja, não há preocupação em capacitar o funcionário em relação às competências e habilidades do cargo e/ou função.

Alguns gestores citaram a forma como fazem para conseguir pessoal para suas empresas: ofertam cursos aos potenciais candidatos, pagos, e após o final o melhor desempenho ganha a possibilidade de trabalhar como temporário na empresa. Segundo eles, é por meio desse procedimento que há garantia de selecionar um candidato com qualidade para

desempenhar a função pretendida.

EXIGÊNCIAS DO MERCADO LOCAL E A QUALIFICAÇÃO RECEBIDA PELO EGRESSO

Fazendo um paralelo entre as exigências do mercado local e a qualificação recebida pelo egresso, pôde-se verificar os diversos significados que abrangem a relação mercado e escola. Os Gestores entrevistados afirmaram que essa dificuldade exerce forte influência no processo de captação de recursos humanos, dificultando, assim, a padronização de ações.

A dificuldade exposta por eles em relação à oferta de profissionais no mercado vai de encontro à realidade educacional técnica na área que, segundo a Coordenadora do Curso, até esta data, já foram diplomados

cerca de 550¹ egressos com formação técnica em Eventos e Guia de Turismo.

Outro aspecto observado está na insatisfação dos gestores no quesito formação que, segundo eles, acontece direcionada mais para a pesquisa e não ao operacional, fazendo referência ao curso superior em turismo, o que provoca a insatisfação de ambos, o gestor e o egresso. O Gestor AB argumenta que o aprendizado na escola não atende às necessidades do mercado e que deveria ser o contrário.

O contraponto dessa relação é demonstrado pela Coordenadora do Curso Técnico do IFPA, tomando como base o Plano Pedagógico de Curso (PPC) do eixo tecnológico Turismo, Hospitalidade e Lazer do IFPA - *Campus* Belém, dando ênfase ao caráter operacional dos cursos.

Ênfase reiterada pela metodologia desenvolvida, que retrata a relação teoria e prática dos conhecimentos relacionados à profissão, quando cita a forma de como trabalham desenvolvendo na prática as ações planejadas e organizadas na construção do que denominam de Projeto de Integralização de curso. Entende ainda que “[...] a inserção do egresso só será facilitada com a sensibilização das empresas em recebê-los e, permitir o primeiro acesso por meio de estágios, o que já está ocorrendo hoje.” (Coordenadora da área, 2012).

Ressalta que o PPC do curso de Eventos deixa claro que a base para a Educação Profissional de Nível Técnico está na “[...] formação integrada do educando, onde se assume o trabalho como princípio educativo,

[...]”. (IFPA/*Campus* Belém, 2011, p. 3).

CONCLUSÕES

Este artigo buscou contribuir com o descortinamento da relação educação e desenvolvimento, pontuando a empregabilidade possibilitada a partir de um processo de formação. E nesta tentativa, colocou em análise não apenas o egresso e o mercado, mas também o papel das instituições de ensino e seu projeto de desenvolvimento.

O estudo apresenta um mercado em ascensão formado por empresas que demandam uma intensiva mão de obra para cargos com ou sem qualificação por suas características voltadas à prestação de serviços prioritariamente. Assim como por profissionais egressos de Instituições públicas, como o IFPA – objeto de estudo, e privadas que atuam com a educação profissional em busca de uma vaga nesse mercado.

As características do mercado pesquisado mostraram-se com uma estrutura similar à referida por Trigo (2001), Ruschmann (2002) e Beni (1995), com um complexo sistema trabalhando de forma inter e transdisciplinar que permitem, quando atuando em equilíbrio, o desenvolvimento na localidade envolvida. No município pesquisado, constatou-se que há uma grande concentração de empresas na região metropolitana, pressupondo a carência de oferta de empregos para outras regiões do Estado.

O posicionamento dos Gestores em relação à demanda de profissionais expressou claramente que as empresas enfrentam grande dificuldade em conseguir profissionais com qualificação, independentemente da necessidade de profissionais formados, evidenciada nas opiniões da maioria dos Gestores entrevistados:

¹ O chefe do setor de Registros Acadêmicos do IFPA/*Campus* Belém explica que não há precisão no registro de dados referentes ao número de egressos (informação verbal).

profissionais provindos dos cursos superiores em turismo, sem capacitação técnica para desenvolver habilidades mínimas necessárias na operacionalização; os formados chegam ao mercado com a ideia de ocupar cargos de nível alto e o desconhecimento geral quanto à existência de escolas profissionalizantes.

A ausência de profissionais qualificados no mercado é contestada, visto que a quantidade de profissionais formados na área, na última década, é bastante significativa, tendo em Belém variados cursos técnicos de nível médio (público - estadual e federal, e privado), bem como de nível superior e de pós-graduação. Evidencia também os obstáculos que os egressos enfrentam por situações causadas por profissionais inaptos.

Comparando com o perfil profissional trabalhado pelo IFPA/Campus Belém, ficou evidente a distância existente entre os dois polos, visto que há uma deficiência estrutural e organizacional da Instituição em buscar no mercado as informações e parcerias necessárias para melhorar essa relação e, portanto, diminuir as distâncias existentes.

Ficou evidente que as empresas da área necessitam de pessoal com qualificação, especialmente no setor operacional, mas necessitam melhorar suas estruturas organizacionais, possuir cargos fixos e profissionais com qualificação na área para dar qualidade ao mercado.

Por outro lado, a formação técnica deve diminuir a distância existente entre conteúdo teórico-prático e as funções operacionais das empresas, fortalecendo a relação empresa e escola com a realização de estágios fora da instituição, melhoria na estrutura física e operacional de funcionamento dos cursos.

REFERÊNCIAS

BARRETTO, M. **Manual de iniciação ao estudo do turismo**. (13a. ed.) Campinas, SP: Papirus, 2003.

BENI, M. C. **Análise estrutural do turismo**. São Paulo: Senac, 2001.

COOPER, C. *et al.* **Turismo: princípios e práticas**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

DOWBOR, L. (2006). **O que acontece com o trabalho?** São Paulo: Senac. Disponível em: <<http://dowbor.org/2006/08/o-que-acontece-com-o-trabalho-doc.html/>>. Acesso em 26 nov. 2009.

IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=150140>>. Acesso em: 31 ago.2015.

_____. **Estados @**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?lang=&sigla=pa>>. Acesso em: 31 ago.2015.

IFPA/Campus Belém. **Plano Pedagógico de Curso (PPC) do Curso técnico em eventos subsequente**. Belém, PA, 2010a.

_____. **Plano Pedagógico de Curso (PPC) do Curso técnico em eventos integrado**. Belém, PA: IFPA/Campus Belém. 2010b.

IFPA/Campus Belém. **Plano Pedagógico de Curso (PPC) do Curso técnico em eventos integrado**. Belém, PA: IFPA/Campus Belém, 2011.

IPEA. **Projeto Governança metropolitana e o profissional de Turismo**. Campinas, SP: Papirus, 1998.
no Brasil. Nov. 2012. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/projeto_governanca_oficina1_pa.pdf>. Acesso em: 08 set. 2015.

JUCEPA. **Cadastro de empresas de turismo e eventos - Pará**. Belém, 2015.

KUENZER, A. Z. **Formação de professores para a educação profissional e tecnológica. Educação superior em debate**. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/67169380/Formacion-Profesores-Educacion-Profesional-Inep>>. Acesso em 01 mai. 2009.

LOCKWOOD, A.; MIDLIK, S. **Turismo e hospitalidade no século XXI**. São Paulo, SP: Manole, 2003.

MTur. **Sistema de Cadastro de pessoas físicas e jurídicas que atuam no setor do Turismo – CADASTUR**. 2015. Disponível em: <<http://www.cadastur.turismo.gov.br/cadastur/PesquisarEmpresas.mtur>>. Acesso em: 31 ago. 2015.

OMT. **Introdução ao turismo**. (D. M. R. Corner. Trad.). São Paulo, SP: Roca, 2001.

PARÁ. Ministério Público do Pará. **Mapa da Região Metropolitana de Belém (RMB)**. 2015. Disponível em: <<http://slideplayer.com.br/slide/1822532/#>>. Acesso em: 09 set. 2015.

RUSCHMANN, D. **Turismo no Brasil. Análise e tendências**. São Paulo, SP: Manole, 2002.

TRIGO, L. G. G. **A Sociedade pós-industrial**

A composição ornitológica do estuário de Vila de Beja, Abaetetuba-PA: parâmetros ecológicos para avaliação ambiental

The ornithological composition of Beja Village estuary, Abaetetuba-PA: ecological parameters for environmental assessment

Lourdes de Fátima Araújo Antunes

Concluinte do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Belém. **Endereço:** Travessa Mariz e Barros, Passagem Fátima, 33 – Bairro: Marco- Belém/PA. CEP.:66093-330. **E-mail:** ludisfaa@ig.com.br

Roberto Vilhena do Espírito Santo

Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará - IFPA, Campus Belém, Departamento de Formação de Professores e Educação Básica, Coordenação de Biologia.

RESUMO

Com o objetivo de conhecer a avifauna da Vila de Beja, município de Abaetetuba, utilizou-se o método de observação direta em campo para identificar a composição ornitológica de forma que pudesse retratar a diversidade de aves locais, bem como, identificar grupos (riqueza específica, endemia, migração, espécies em situação de risco) que possam evidenciar os potenciais e as fragilidades ambientais dessa região típica do estuário amazônico. A identificação taxonômica foi feita com uso de literatura específica. No presente estudo foram identificadas 66 espécies de aves, pertencente a 34 famílias de 21 ordens, com maior variabilidade para a família Thraupidae. Dentre, as categorias estudadas registram-se 02 espécies endêmicas, 14 espécies migratórias e duas espécies inseridas na categoria quase ameaçada de extinção: a *Ortalis Superciliaris* e a *Odontophorus Gujanensis*. Concluiu-se que a Vila de Beja representa uma importante área ecológica para diversas espécies de aves, especialmente as migratórias, que utilizam a localidade como ponto de repouso, nidificação e alimentação, o que reforça a necessidade imediata de ações no âmbito da preservação ambiental daquela região.

Palavras-chave: Abaetetuba. Estuário. Amazônia. Avifauna.

ABSTRACT

In order to know the birds of Beja village, in Abaetetuba city, we used the direct observation method in the field, to identify the ornithological composition to portray the local birds diversity, as well as identify groups (species richness, endemic, migration, species at risk) that may highlight the potential and the environmental fragility of this region, typical in the Amazon estuary. The taxonomic identification was made with a specific literature. In this study we identified 66 bird species belonging to 34 families in 21 orders, with greater variability for the Thraupidae family. Among the categories studied was recorded 2 endemic species, 14 migratory species, and two species inserted in almost endangered category: a *Ortalis Superciliaris* and *Odontophorus Gujanensis*. We concluded that the Beja village is an important ecological area for many birds species, especially the migratory, that using the location as a point of rest, nesting and feeding, which reinforces the immediate need for action on environmental preservation of that region.

Keywords: Abaetetuba. Estuary. Amazon. Birds.

INTRODUÇÃO

Ambientes como o de Vila de Beja do município de Abaetetuba do Estado do Pará, que está inserida na Microrregião do Baixo Tocantins, na chamada zona fisiográfica guajarina, destaca-se por sua paisagem típica de estuário amazônico (SILVEIRA e MARQUES, 2004), e possui importantes características ecológicas e econômicas.

Contudo, a ocupação e exploração de seus recursos naturais gera preocupação, pois, além de acarretar danos irreversíveis do ponto de vista ecológico, também poderá afetar diretamente a vida dos moradores locais, ao gerar degradações ambientais que podem impedir ou reverter o desenvolvimento econômico dessa região (FIGUEIREDO, 2007).

Autores como Almeida (2010), Ribeiro et al. (2004) e Jardim (1998), estão em consenso ao afirmar que historicamente a Microrregião do Baixo Tocantins foi palco, desde o período colonial, de forte processo de ocupação humana e exploração de seus recursos naturais.

Além disso, Vila de Beja, por conta de sua praia balneária, atrai um intenso fluxo de visitantes oriundos da cidade e dos municípios vizinhos que buscam lazer, principalmente durante o período de veraneio, atividade turística que gera visivelmente uma gama de impactos sócio-econômicos e ambientais (LAGE, 1998).

Outro fator preocupante está no fato dessa área estar situada na Bacia do Tocantins-Araguaia. Por despejar diariamente milhões de metros cúbicos de água doce no Oceano Atlântico, é indicado como a de maior potencial para a geração de energia hidrelétrica (COSTA, 2006) e, portanto,

constitui um dos eixos de planejamento do governo federal, com enfoque em transporte e geração de energia, abrindo espaço para outros diversos impactos sócio-ambientais para as populações locais (ALMEIDA, 2010).

A evidente degradação ambiental proveniente desse histórico processo de ocupação a que esta região vem sendo submetida poderá comprometer, consideravelmente, a diversidade biológica local que depende daquele ambiente preservado para a sua sobrevivência, especialmente, aquelas espécies mais sensíveis às alterações ambientais.

Por exemplo, a diminuição da área florestal, acarretada pela fragmentação, pode afetar, não apenas o número, mas também, a composição das espécies de aves (GIMENES e ANJOS, 2003). Isso por que “algumas das espécies de aves, que evoluíram em florestas contínuas, muitas vezes não dispõem de características ecológicas que lhes permitam sobreviver em fragmentos florestais” (BLONDEL, 1991), pois, a degradação ambiental em áreas como esta restringe consideravelmente o abrigo e a disponibilidade de alimentos às espécies de aves que ali coexistem e intensifica os fatores limitantes que selecionam espécies de aves mais resistentes e versáteis na utilização de recursos essenciais a sua sobrevivência, em detrimento de espécies endêmicas que dependem de florestas nativas bem preservadas para subsistirem (SPIRN, 1995 apud ALMEIDA et al., 2009).

Essa situação agrava-se ainda mais pelo fato dessas espécies, de restrita distribuição geográfica, possuírem hábitos alimentares peculiares, que desempenham um distinto papel na dispersão de sementes e no equilíbrio da cadeia alimentar e,

consequentemente, na manutenção do ecossistema local, por meio de uma relação mutualística, cuja compreensão estabelece a necessidade de preservação de tais espécies (ARGEL-DE-OLIVEIRA, 1998).

Desse modo, mediante a possibilidade iminente da perda da biodiversidade do estuário de Vila de Beja, são extremamente necessários estudos voltados para o estabelecimento de parâmetros ecológicos de avaliação da qualidade ambiental da região que possam contribuir para o favorecimento de mecanismos e alternativas viáveis de preservação e conservação daquele ambiente.

Cabe salientar, entretanto, que as relações ecológicas da região amazônica apresentam todo um contexto de riquezas e detalhes devido a sua característica biodiversidade, o que a impossibilita estudá-la como um todo diante às dificuldades logísticas e financeiras (DEVELEY, 2011).

Sendo assim, é preferível estudar as interações ecológicas a partir de certas populações de espécies que possam revelar as condições da qualidade ambiental, espécies consideradas indicadores de ambiente preservado, como aquelas que ocorrem exclusivamente no habitat original, ou apenas eventualmente em áreas adjacentes (NAIME, 2011).

Neste sentido, a avifauna vem sendo utilizada com bastante frequência em estudos e análises da qualidade de diversos ambientes, bem como, na evolução de comunidades bióticas (MORRISON, 1986; ALMEIDA e ALMEIDA, 1998; ALEIXO, VIELLIARD, 1995; MACHADO, 1997; ALEGRINI, 1997, VIELLIARD, 1990).

As aves silvestres são reconhecidas como excelentes bioindicadores, pois são um grupo bem conhecido quanto à

sistemática e taxonomia (~10.000 espécies no mundo e 1.834 espécies no Brasil); são facilmente amostradas (técnicas simples e de baixo custo); apresentam comportamento conspícuo (vocalização) e a facilidade de identificação; possuem hábitos diurnos na maioria das espécies; e grande variedade de respostas diante de diferentes condições ambientais (DEVELEY, 2011).

Portanto, nos propusemos a realizar o presente estudo sobre a composição ornitológica do estuário de Vila de Beja, Abaetetuba-PA, cuja perspectiva está em identificar possíveis parâmetros ecológicos para presentes e futuras avaliações da qualidade ambiental desse típico ecossistema costeiro da Região Amazônica do Baixo Tocantins.

Para tanto, realizamos o levantamento da avifauna local, por meio do registro de aves que usufruem o estuário de Vila de Beja, Abaetetuba-PA, a fim de analisarmos os diversos grupos ornitológicos encontrados que possam evidenciar o potencial e as fragilidades ecológicas daquele ambiente.

METODOLOGIA

ÁREAS DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Distrito de Vila de Beja (Figura 1A), localizado às margens da baía do Capim e recortado pelos igarapés e furos do rio Arapiranga de Beja, pertencente ao município de Abaetetuba (Figura 1B), com sede entre as coordenadas geográficas 01° 43' 57" de latitude Sul e 48° 52' 52" de longitude a Oeste de Greenwich (PARÁ, 2011), na Microrregião do Baixo Tocantins, pertencente à mesorregião do

Nordeste Paraense, entre a Amazônia Central e Amazônia Oriental, no nordeste do Estado do Pará (ALMEIDA, 2010).

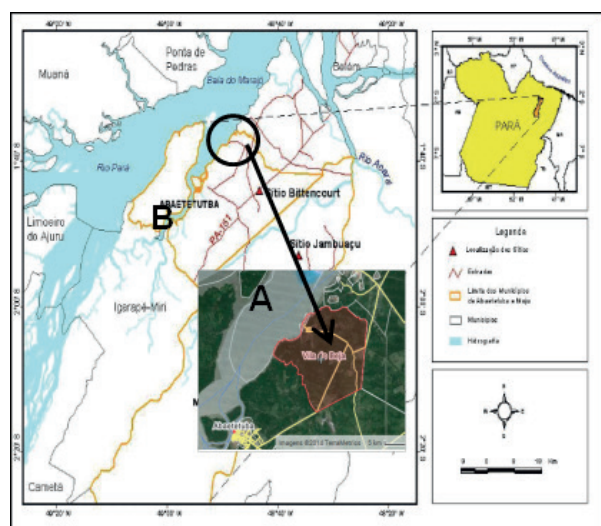


Figura 1. Área Territorial: **A.** Distrito de Vila de Beja; **B.** Limitrofes de Abaetetuba-PA.

As observações ocorreram tanto nos fragmentos florestais (Figura 2A), quanto na área urbana (Figura 2B), cujo acesso se dá pela Rodovia PA 403 (Avenida Francisco de Azevedo Monteiro), há 16 km da sede do município de Abaetetuba.

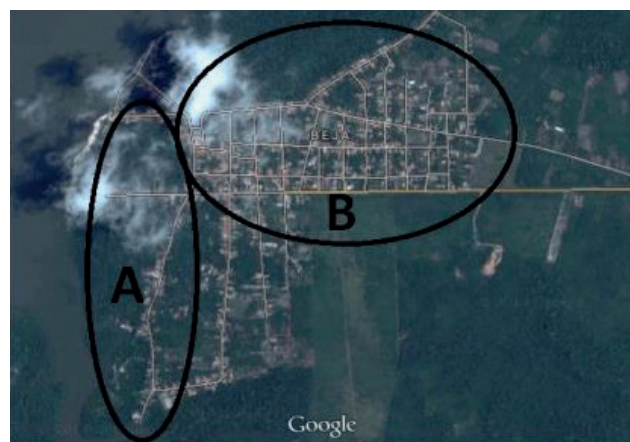


Figura 2. Área de Estudo: **A.** Fragmento florestal de observação direta; **B.** área urbana de aplicação de questionário.

O clima no município de Abaetetuba

é do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, que corresponde à categoria de super-úmido. Apresenta altas temperaturas, inexpressivas amplitudes térmicas e precipitações abundantes (PARÁ, 2011). A região destaca-se por sua paisagem típica de estuário amazônico, com uma conformação Topográfica essencialmente plana, e recortada por inúmeros rios, furos e igarapés, Figura 3 (SILVEIRA e MARQUES, 2004).

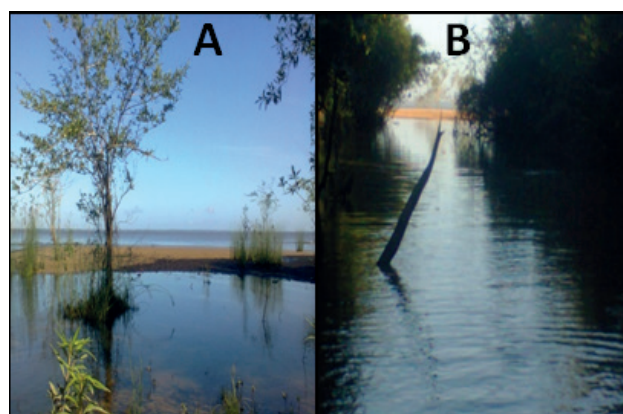


Figura 3. Conformação topográfica: **A.** Rio Capim; **B.** Rio Arapiranga de Beja.

A vegetação é característica do estuário amazônico, onde encontramos diversas formações: matas de terra firme, restinga, mangue e predominantemente matas de várzea e várzeas de buritizais, Figura 4 (SGUISSARDI e NUNES, 2010).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Segundo Marconi e Lakatos (2007, p. 157), pesquisa é um “procedimento reflexivo, sistemático, controlado e crítico, que permite descobrir novos fatos ou dados, relações ou leis, em qualquer campo de conhecimento”. Toda pesquisa implica o levantamento de dados de variadas fontes para reconhecer informações sobre o campo de interesse.

Portanto, optamos estudar a composição das espécies ornitológicas do estuário do distrito de Vila de Beja através de métodos que envolvam elementos quantitativos e qualitativos. Para tanto, buscou-se conciliar conhecimentos tradicionais ao conhecimento científico, conforme as atividades a seguir:

- Pré-campo:
 - * Levantamento e Leitura bibliográfica;
 - * Visita de reconhecimento e identificação das características ecológicas da região;
 - * Elaboração do projeto de pesquisa.

Para a elaboração do projeto, realizamos o levantamento e leitura de bibliografias específicas, bem como, uma primeira visita in loco para o reconhecimento da área estudada seguida por uma abordagem preliminar sobre as características ecológicas das aves da região, com os moradores da comunidade, visto enquanto “sujeitos imbuído da dimensão ambiental que incorpora valores e atitudes aos conhecimentos sobre os processos ambientais” (PEREIRA et al. 2005).

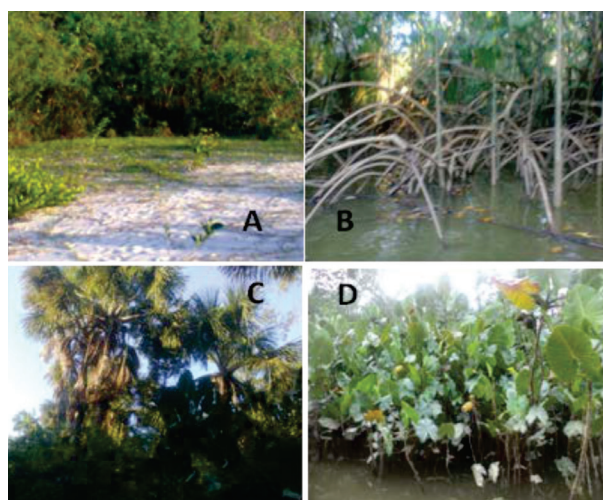


Figura 4. Registro da Vegetação de Vila de Beja: **A.** Mata de Restinga; **B.** Mata de Mangue; **C.** Várzea de Buritizais; **D.** Mata de Várzea (Anigual).

Tais informações nos proporcionaram a identificação dos potenciais locais de repouso, alimentação e nidificação da avifauna local, necessário para a definição das estratégias de observação, levando-se em consideração as adversidades logísticas para as condições ambientais do estuário de Vila de Beja, e de acordo com a metodologia adotada.

- Campo:
 - * Observação direta;
 - * Registro Fotográfico;
 - * Identificação das espécies.

Na fase de campo, foram realizadas observações diretas por meio de transecções de aproximadamente 1,5 km, percorridas por intervalos regulares, de orientação borda/interior das áreas de mangue, várzeas, nas margens próximas da praia, a pés e por embarcações conhecidas na localidade por “rabetas”, que seguiam os rios e igarapés que recortavam a área observada, auxiliados de instrumentos de visualização e fotográficos, (binóculos Tasco 8x42 mm e máquinas fotográficas digitais), para o registro das aves encontradas em seu habitat natural e uso do guia de campo para a identificação preliminar.

Ao todo, ocorreram 06 campanhas com periodicidade bimestral, de dois dias de campo cada, ocorridas nos período de 24 e 25 de maio, 26 e 27 de julho, 27 e 28 de setembro; 15 e 16 de novembro, 02 e 03 de janeiro; 21 e 22 de março, de forma a completar as estações de seca e chuva, nos horários das 6h30min às 10h30min e das 14h30min às 18h30min, perfazendo um esforço de observação de 8 horas/dia, totalizando 96 horas de observação.

A opção por realizar a observação direta em transecções, percorridas por

intervalos regulares se deu pelo fato de considerarmos essa metodologia como a mais adequada para a realização de nossa pesquisa, mediante as dificuldades logísticas de execução de outras metodologias, as quais exigem licenças ambientais e maior disponibilidade de tempo, recursos financeiros e materiais, como por exemplo, a captura com rede de neblina. Além disso, diversos especialistas utilizam a observação direta por transecções há bastante tempo, dada sua eficiência: ALEIXO e VIELLIARD (1995); MONTEIRO e BRANDÃO (1995).

Durante as observações diretas, todas as informações pertinentes observadas, tais como: tipos de indivíduo, características visuais, habitat, alimentação, horário de observação, provável espécie identificada, entre outras, foram registradas em caderno de campo. Essa técnica é a que melhor atende a proposta deste estudo, pois acreditamos que o registro imediato dessas informações no momento da observação facilita uma identificação mais precisa e eficiente.

- Pós-campo:
 - * Tabulação de dados coletados;
 - * Análise dos resultados;
 - * Elaboração, apresentação e publicação de relatório final.

Na terceira e última fase, após a tabulação das informações coletadas, elaboramos um quadro com as aves registradas em Vila de Beja (Quadro 1), com as devidas identificações e classificações sistemáticas, embasadas em literaturas e sites especializados para este fim – SICK (1997); CBRO (2014); NOVAES e LIMA (1998); WIKIAVES (2014).

Com base no conjunto destas informações registradas, procuramos realizar, através de

estatística descritiva, uma análise qualitativa sobre a composição ornitológica do estuário de Vila de Beja, a partir das características ecológicas observadas nos diversos grupos ornitológicos da localidade, tais como, a variabilidade específica, endemia, migração e riscos de extinção, de modo que tais características podem evidenciar parâmetros ecológicos das condições ambientais do estuário de Vila de Beja.

Por fim, elaboramos este relatório final, de acordo com os tópicos abordados, para a posterior submissão ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Estado do Pará – IFPA, para cumprimento do requisito para obtenção do Título de Graduação do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

COMPOSIÇÃO ORNITOLÓGICA DO DISTRITO DE VILA DE BEJA

Atualmente, de acordo com o Comitê Brasileiro de Registro Ornitológico – CBRO, o número de espécies de aves brasileiras é de 1901 espécies, distribuídas em 103 famílias e 33 ordens; desse total de espécies, 1064 são exclusivamente da ordem dos passeriformes. (CBRO 2014; <http://www.cbro.org.br>).

Segundo Sick (1997), a Amazônia e a Mata Atlântica são os dois biomas com a maior diversidade e endemismo. Em relação à região Amazônica, o autor relata ainda que não há outro lugar no mundo onde vive tantas aves, tanto em número total de espécies, quanto número de espécies existentes em um mesmo *habitat*.

No presente estudo, foram identificadas na região do Distrito de Vila de Beja, 66 espécies de aves, pertencente a 34 famílias de 21 ordens (Quadro 1).

Quadro 1. Táxons das Aves Registradas em Vila de Beja.

FAMÍLIA	GÊNERO / ESPÉCIE	NOME VERNÁCULO
Tinamidae	<i>Crypturellus cinereus</i> (Gmelin, 1789)	Inhambu-preto
Anatidae	<i>Cairina moschata</i> (Linnaeus, 1758)	Pato-do-mato
	<i>Amazonetta brasiliensis</i> (Gmelin, 1789)	Pé-vermelho
Cracidae	<i>Ortalis supercilialis</i> (Gray, 1867)	Aracua-de-sobrancelhas
Odontophoridae	<i>Odontophorus gujanensis</i> (Gmelin, 1789)	Uru-corcovado
Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i> (Linnaeus, 1766)	Mergulhão-pequeno
Ardeidae	<i>Tigrisoma lineatum</i> (Boddaert, 1783)	Socó-boi
	<i>Butorides striata</i> (Linnaeus, 1758)	Socozinho
	<i>Ardea alba</i> Linnaeus, 1758	Garça-branca-grande
	<i>Egretta thula</i> (Molina, 1782)	Garça-branca-pequena
	<i>Egretta caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	Garça-azul
Threskiornithidae	<i>Eudocimus ruber</i> (Linnaeus, 1758)	Guará
	<i>Mesembrinibis cayennensis</i> (Gmelin, 1789)	Coró-coró
Cathartidae	<i>Cathartes aura</i> (Linnaeus, 1758)	Urubu-de-cabeça-vermelha
	<i>Cathartes burrovianus</i> Cassin, 1845	Urubu-de-cabeça-amarela
	<i>Coragyps atratus</i> (Bechstein, 1793)	Urubu-de-cabeça-preta
Accipitridae	<i>Rupornis magnirostris</i> (Gmelin, 1788)	Gavião-carijó
Eurypygidae	<i>Eurypyga helias</i> (Pallas, 1781)	Pavãozinho-do-pará
Rallidae	<i>Aramides cajaneus</i> (Statius Muller, 1776)	Saracura-três-potes
Charadriidae	<i>Vanellus chilensis</i> (Molina, 1782)	Quero-quero
	<i>Charadrius semipalmatus</i> Bonaparte, 1825	Batuíra-de-bando
	<i>Charadrius collaris</i> Vieillot, 1818	Batuíra-de-coleira
Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i> (Linnaeus, 1766)	Maçarico-pintado
Sternidae	<i>Phaetusa simplex</i> (Gmelin, 1789)	Trinta-réis-grande
Rynchopidae	<i>Rynchops niger</i> Linnaeus, 1758	Talha-mar
Columbidae	<i>Columbina passerina</i> (Linnaeus, 1758)	Rolinha-cinzenta
Opisthocomidae	<i>Opisthocomus hoazin</i> (Statius Muller, 1776)	Cigana
Cuculidae	<i>Crotophaga major</i> Gmelin, 1788	Anu-coroca
	<i>Crotophaga ani</i> Linnaeus, 1758	Anu-preto
Tytonidae	<i>Tyto furcata</i> (Temminck, 1827)	Coruja-da-igreja
Nyctibiidae	<i>Nyctibius grandis</i> (Gmelin, 1789)	Mãe-da-lua-gigante
Trochilidae	<i>Anthracothorax viridigula</i> (Boddaert, 1783)	Beija-flor-de-veste-verde
Alcedinidae	<i>Megaceryle torquata</i> (Linnaeus, 1766)	Martim-pescador-grande
	<i>Chloroceryle amazona</i> (Latham, 1790)	Martim-pescador-verde
Ramphastidae	<i>Ramphastos tucanus</i> Linnaeus, 1758	Tucano-grande-de-papo-branco
	<i>Ramphastos vitellinus</i> Lichtenstein, 1823	Tucano-de-bico-preto
	<i>Pteroglossus</i> sp	Araçari
Picidae	<i>Celeus elegans</i> (Statius Muller, 1776)	Pica-pau-chocolate
	<i>Campephilus melanoleucos</i> (Gmelin, 1788)	Pica-pau-de-topete-vermelho
Falconidae	<i>Daptrius ater</i> Vieillot, 1816	Gavião-de-anta
	<i>Caracara plancus</i> (Miller, 1777)	Caracará
	<i>Milvago chimachima</i> (Vieillot, 1816)	Carrapateiro
	<i>Herpetotheres cachinnans</i> (Linnaeus, 1758)	Acauã

Psittacidae	<i>Orthopsittaca manilatus</i> (Boddaert, 1783)	Maracanã-do-buriti
	<i>Brotogeris chrysoptera</i> (Linnaeus, 1766)	Periquito-de-asa-dourada
	<i>Amazona amazonica</i> (Linnaeus, 1766)	Curica
Dendrocolaptidae	<i>Glyphorhynchus spirurus</i> (Vieillot, 1819)	Arapaçu-do-bico-cunha
Pipridae	<i>Pipra aureola</i> (Linnaeus, 1758)	Uirapuru-vermelho
Cotingidae	<i>Lipaugus vociferans</i> (Wied, 1820)	Cricrió
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i> (Linnaeus, 1766)	Bem-te-vi
	<i>Tyrannus melancholicus</i> Vieillot, 1819	Suiriri
	<i>Conopias parvus</i> (Pelzeln, 1868)	Bem-te-vi-da-copa
Hirundinidae	<i>Progne chalybea</i> (Gmelin, 1789)	Andorinha-doméstica-grande
Turdidae	<i>Turdus leucomelas</i> Vieillot, 1818	Sabiá-barranco
	<i>Turdus fumigatus</i> Lichtenstein, 1823	Sabiá-da-mata
Icteridae	<i>Psarocolius viridis</i> (Statius Muller, 1776)	Japu-verde
	<i>Cacicus cela</i> (Linnaeus, 1758)	Xexéu
	<i>Chrysomus icterocephalus</i> (Linnaeus, 1766)	Irataúá-pequeno
	<i>Molothrus oryzivorus</i> (Gmelin, 1788)	Iraúna-grande
Thraupidae	<i>Tachyphonus rufus</i> (Boddaert, 1783)	Pipira-preta
	<i>Lanio surinamus</i> (Linnaeus, 1766)	Tem-tem-de-topete-ferrugíneo
	<i>Tangara episcopus</i> (Linnaeus, 1766)	Sanhaçu-da-amazônia
	<i>Tangara palmarum</i> (Wied, 1823)	Sanhaçu-do-coqueiro
	<i>Paroaria gularis</i> (Linnaeus, 1766)	Cardeal-da-amazônia
	<i>Sporophila plumbea</i> (Wied, 1830)	Patativa
	<i>Sporophila angolensis</i> (Linnaeus, 1766)	Curió

PARÂMETROS ECOLÓGICOS DA AVIFAUNA DE VILA DE BEJA

Riqueza específica

As famílias de maior riqueza específica são as pertencentes à ordem dos passeriformes. A família *Thraupidae*, por exemplo, apresentou 07 espécies diferentes, das quais chamaram atenção as espécies *Sporophila angolensis*, o curió, e a *Tangara episcopus*, conhecido localmente como souí-azul (Figura 5). Tais espécies foram encontradas diversas vezes durante a observação direta, reforçando o relato de Sick (1997), que as considerou como espécies abundantes na Amazônia e características em ambientes mais abertos.

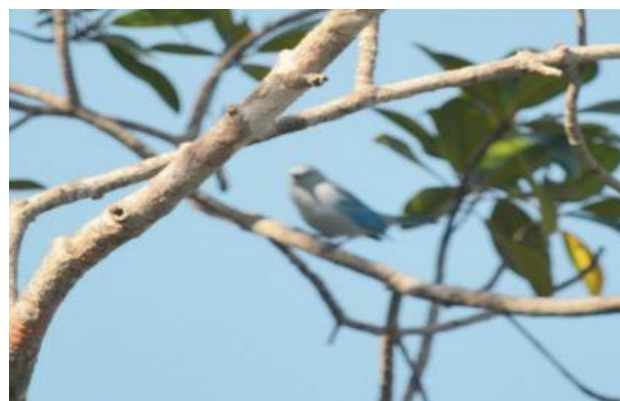


Figura 5. *Tangaraepiscopus* (Sanhaçu-da amazônia).

Ainda da ordem dos passeriformes, a família dos *Icteridae*, chegou a apresentar quatro espécies registradas, destacando-se o *Cacicus cela* que também foi frequentemente visualizado durante as observações (Figura 6) e bastante conhecido entre os moradores, provavelmente por ser de fácil identificação (SICK, 1997).

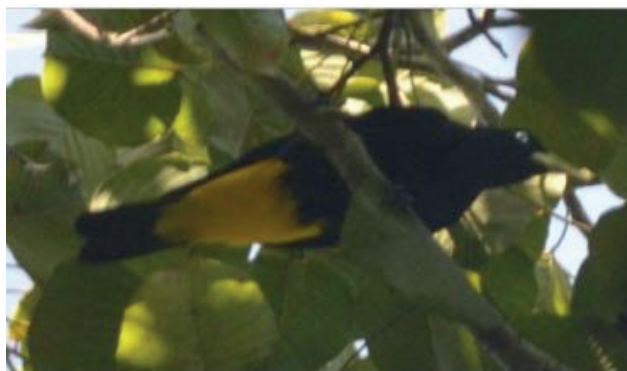


Figura 6. *Cacicuscela* (japiim).

Já a ordem Pelicaniformes destacou-se neste trabalho pela família Ardeidae, que apresentou cinco espécies identificadas. Esta família, de ampla distribuição, de porte variado, é comumente identificada pelas suas características, pois chamam atenção por sua plumagem e elegância, andam como se se esgueirassem a passos largos e bem calculados como se observassem um perigo ou uma oportunidade (SICK, 1997).

A *Egretta thula* (Figura 7), facilmente reconhecida pelos moradores, era presença constante em nossas observações. Já a *Egretta caerulea*, a garça-azul, de fácil identificação devido a sua plumagem característica inconfundível, cinza violácea, foi observada uma única vez durante a observação direta.



Figura 7. *Egretta thula* (garça-branca-pequena).

Da família *Falconidae* Leach (1821),

da ordem dos Falconiformes, registraram-se quatro diferentes espécies: o *Herpetotheres cachinnans* e o *Daptrius ater*, registrado uma única vez cada em dias diferentes e principalmente o *Caracara plancus* e o *Milvago chimachima*, os quais apresentaram três e dois registros respectivamente durante a observação direta (Figura 8).

O *C. plancus*, espécie conhecida como alvinegra, pouco pousante, onívoro, come tanto animais mortos como vivos e de toda qualidade, habita qualquer região aberta. Quase sempre, é o único gavião que aparece e que também é conhecido como gavião das queimadas (SICK, 1997). Essa espécie (Figura 8A.) foi observada sozinha sobrevoando o Igarapé Arapiranga.

O *M. chimachima* é uma ave típica de fazenda de gados, se alimenta dos carrapatos e vermes. Quando não encontra gado, come lagartas, pesca, caça e patrulha estradas e praias doces e salgadas. Ocorre da América Central ao norte do Uruguai e Argentina setentrional e em todo o Brasil. (SICK, 1997). Parente próximo do Caracará, este gavião (Figura 8B) foi visto sobrevoando sob as copas das árvores próximas da várzea, com seu filhote.

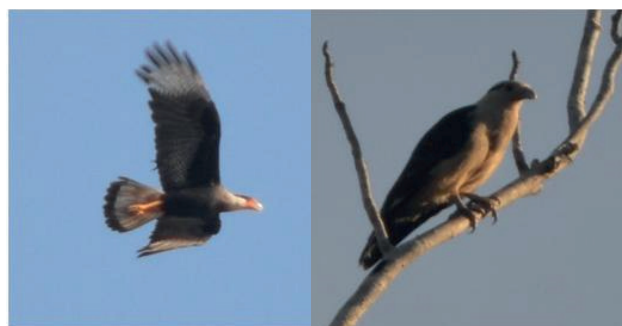


Figura 8. *Falconidae*: A. *C. plancus* (Caracará) e B. *M. chimachima* (Carrapateiro).

Das 30 famílias restantes que foram registradas, quatro são de espécies mono-

típicas: *Rynchops niger*, *Eurypyga helias*, *Opisthocomus hoazin* e *Tyto furcata*.

O *Rynchops niger*, da família *Rynchopidae* Bonaparte, 1838, é uma ave singular que não se conhece fóssil, apresenta características inconfundíveis, tais como: seu bico, cuja mandíbula é mais longa que sua maxila, e uma pupila em forma de fenda, lembrando um gato, cuja utilidade ainda se desconhece, pés desproporcionalmente pequenos, nadadeiras moderadamente desenvolvidas e asas que lembram uma gaivota (SICK, 1997).

Esta espécie foi observada em bandos de 20 a 30 indivíduos, durante as visitas dos meses de novembro a janeiro, com filhotes, entre os quais encontramos um sendo atacado por um cachorro e que estava com a asa ferida, isolado do grupo, o que possibilitou a aproximação para a averiguação de seus caracteres (Figura 9).



Figura 9. Filhote de *R. niger* (Talha-mar).

O *Eurypyga helias*, única espécie da ordem *Eurpygiformes* é típico do cerrado. Entretanto, o desmatamento progressivo em sua região natural contribui para sua expansão para novos ambientes na medida em que lhe proporciona novas áreas de *habitat* favorável, como ocorre sua expansão na Amazônia, aproveitando-se da devastação

ilimitada decorrente da Belém-Brasília (SICK, 1997). O indício de sua ocorrência e reprodução indicado por um morador foi confirmado durante o início do mês de novembro, ao encontrarmos o local de sua nidificação abandonado (Figura 10). Portanto, esse registro reforça a importância deste ambiente para a sua sobrevivência e o sucesso de sua adaptação na Amazônia.



Figura 10. Ninho do *E. helias* (Pallas, 1781).

A *Opisthocomus hoazin* (Figura 11A), representante da família *Opisthocomidae*, é uma habitante restrita à vegetação arbórea de terrenos alagadiços da Amazônia e considerada a ave mais notável desse sistema fluvial (SICK, 1997). Embora não represente uma ave de caça, seus ovos são apreciados entre os moradores. Esta espécie já não se encontra mais próxima das grandes cidades amazônicas (SICK, 1997), mas durante a observação foram encontrados vários casais nos galhos das árvores próximas ao aningual (Figura 11B), após a indicação sobre seu local de alimentação e permanência por um morador.



Figura 11. *Opisthocomidae*: A. *O. hoazin* (Statius Muller, 1776); B. Casal de *O. hoazin*.

As famílias *Tinamidae*; *Cracidae*; *Odontophoridae*; *Podicipedidae*; *Accipitridae*; *Rallidae*; *Scolopacidae*; *Sternidae*; *Columbidae*; *Nyctibiidae* *Trochilidae*; *Dendrocolaptidae*; *Pipidae*; *Cotingidae*; e *Hirundidae*, embora normalmente representem variadas espécies de mesmo *habitat*, foi identificada, apenas, uma única espécie representante de cada um destes grupos. Fato este que evidencia certa fragilidade ambiental dessa localidade. Dentre estas famílias, destacamos:

A família *Accipitridae* - representada pela espécie *Rupornis magnirostris*, apesar de não ter sido relatada pelos moradores, foi frequentemente observada nas áreas mais antropizadas (Figura 12), o que pode indicar que se trata de uma espécie versátil recém-chegada ao ambiente.



Figura 12. *Rupornis magnirostris* (Gavião-carijó), registrado nas proximidades da área urbana.

A família *Podicipedidae* – representada pela espécie *Techybaptus dominicus*, também único representante da ordem dos *Podicipediformes* registrado neste estudo, é o menor mergulhão do continente, apresenta uma sonoridade parecida com outros animais, inclusive mamíferos (SICK, 1997) e possui ampla distribuição no território brasileiro.

Nosso único representante da família *Dendrocolaptidae* - *Glyphorhynchus spirurus* - foi registrado uma única vez. Esta família corresponde a um grupo de passeriformes mais abundante em florestas neotropicais, entretanto sua presença é reduzida em florestas empobrecidas, com reduzido número de espécies vegetais, e pequeno número de árvores, maiores e velhas (SICK, 1997).

Embora para a questão da qualidade ambiental, o estudo da riqueza específica, aparentemente, demonstra-se pouco adequado para esse tipo de ambiente, pois, segundo Pacheco (1998), a avifauna inventariada em várzeas do Baixo Amazonas tende a ser naturalmente menos diversa, através de nosso estudo, observamos alguns dados interessantes:

a) Durante os meses de novembro a março que correspondem ao período chuvoso em nossa região, cuja incidência constante de chuva poderia ter prejudicado nossa observação, visto que as aves a procura de abrigo diminuem suas atividades habituais, foi o período em que o maior número de espécies foram registrado. Esse fato evidencia um indicativo de diversidade de espécies ainda maior daquelas observadas.

b) Neste mesmo período, que coincide com a ação reprodutiva da maioria das espécies de aves brasileiras (SICK, 1997), também observamos o ciclo reprodutivo de

várias das espécies registradas, verificando-se assim a importância desta área de estuário amazônico para diversos grupos de aves, pois, ainda é capaz de suportar espécies singulares, como é o caso do *Europyga helias*, do *Opisthocomus hoazin* e do *Rynchops niger*, que usufruem daquele ambiente para a reprodução e nidificação.

Desse modo, o estudo demonstrou que esta região ainda garante condições ambientais adequadas para a preservação de diversas espécies, mesmo para aquelas famílias de baixa riqueza específica e, portanto, representam um indicativo positivo de qualidade ambiental.

ESPÉCIES ENDÊMICAS

Segundo Marini e Garcia (2005), “a distribuição das espécies residentes ao longo do Brasil é desigual, estando a maior diversidade de espécies concentrada na Amazônia e na Mata Atlântica, dois biomas que, originalmente, eram cobertos por florestas úmidas”. As aves residentes são “aquelas que se reproduzem no lugar, não vindo apenas, periódica ou acidentalmente, como migrantes ou visitantes de outros lugares” (SICK, 1997).

Em nosso estudo, das 66 espécies identificadas, 64 são residentes brasileiras. Dentre as quais, destacam-se as espécies consideradas endêmicas, aquelas de restrita distribuição geográfica, típica de certo *habitat* (SICK, 1997) e, portanto, de grande importância ecológica (ARGEL-DE-OLIVEIRA, 1998).

No Brasil, atualmente, são consideradas 270 espécies do tipo (CBRO, 2014), mas na área de estudo, registraram-se apenas duas espécies:

O *Ortalis supercilialis* da ordem Galiformes de ocorrência de Belém a Piauí

e Norte de Tocantins, cuja família, *Cracidae* abarca um grupo dos mais importantes galináceos da América do Sul, esta ave é complementada ecologicamente por outras taxas, como inhambus, e ciganas (SICK, 1997), espécies estas também observadas em nossos registros.

E ainda da ordem Galiformes, obteve-se a identificação da espécie *Odontophorus gujanensis* da família *Odontophoridae*, de restrita distribuição da região neotropical e característica de floresta de várzea.

Portanto, apesar dos registros realizados demonstrarem a carência de espécies endêmicas na área de estudo, ainda assim, ao analisar-se a importância do registro dado a *O. Superciliaris* e da *O. gujanensis*, constatou-se que o desenvolvimento sustentável e o manejo florestal adequado ao estuário de Vila de Beja, é uma preocupação urgente e necessária para a preservação destas espécies.

ESPÉCIES MIGRATÓRIAS

As aves migratórias são aquelas que realizam deslocamentos, de caráter periódico (sazonal), sejam eles por fenômenos voluntários, intencionais ou acidentais, em busca de alimento e de boas condições meteorológicas (SICK, 1997), cujas rotas incluem uma área de reprodução (LINCOLN, 1979; BETHOLD, 1993).

Para Sick (1997), a movimentação dessas aves no Brasil ocorre pelo deslocamento do inverno do Norte (inverno boreal) e do inverno do Sul (inverno austral), em que no extremo Norte, são centenas e até milhares de indivíduos que chegam e invernam, ou seja, utilizam estas áreas para pouso e alimentação, logo após o período reprodutivo.

De acordo com os critérios da lista do Serviço de Pesca e Fauna dos Estados Unidos (US Fish & Wildlife Service – USFWS), na categoria de aves migratória foram registradas quatorze espécies (pato-do-mato, socó-boi, garça-branca-grande, garça-branca-pequena, garça-azul, Guará, coró-coró, pavãozinho-do-pará, batuíra-de-bando, batuíra-de-coleira, maçarico-pintado, trinta-réis-grande, talha-mar, curió), pertencentes a nove famílias (*Anatidae*, *Ardeidae*, *Threskiornithidae*, *Eurypyidae*, *Charadriidae*, *Scolopacidae*, *Sternidae*, *Rynchopidae*, *Thraupidae*).

Dentre os grupos migrantes considerados mais importantes (HARRINGTON e MORRISON, 1979; SICK, 1997; BERTHOLD, 1993), registramos as espécies pertencentes às famílias *Charadriidae*, *Scolopacidae* e *Sternidae*, todas da ordem *Charadriiformes*, das quais destacamos: nossos visitantes norte americanos, representados pelas espécies *Charadrius semipalmatus* (Figura 13) e a *Actitis macularius*, nossa única espécie registrada proveniente do hemisfério Sul, a *Charadrius collaris*, que até o momento não havíamos identificado nenhum outro registro nesta região do estuário amazônico paraense.

Ainda pertencente ao grupo de aves migratórias, encontramos algumas espécies residentes, que segundo Carrano (2006), também realizam deslocamento ou verdadeiras migrações, especialmente espécies sulinas que durante o inverno se deslocam para áreas próximas ao Equador, fugindo das baixas temperaturas. Dentre estas espécies registradas, destacamos a *Phaetusa simplex* e *Cairina moschata*.

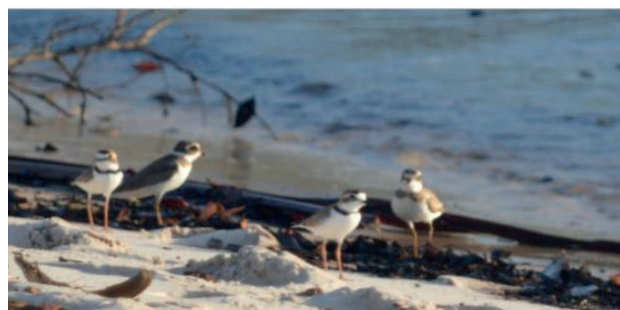


Figura 13. *Charadrius semipalmatus* (Baituíra-de-bando).

A *Phaetusa simplex*, conhecida pelos moradores como gaivota (Figura 14), frequente em nossas observações, de acordo com a literatura estudada, é bastante comum em nossa região (SICK, 1997).



Figura 14. *Phaetusa simplex* (Trinta-réis).

Por sua vez, a *C. moschata*, embora corresponda a uma das famílias mais bem conhecida, a família *Anatidae*, seja por seu comportamento conspícuo ou pelo seu valor cinérgico (SICK, 1997), percebemos escassez durante as observações, apresentando um único registro proveniente da observação direta na área pesquisada, na qual sobrevoava em uma parte da área de observação mais afastada (Figura 2A).

Considerando que parte do período de observação (setembro a março) coincidiu com o período reprodutivo da *C. moschata* - outubro a março (SICK, 1997) - sua escassez

durante a observação direta, pode indicar que a área de pesquisa não representa uma área adequada de nidificação e reprodução para esta espécie, ou ainda, uma consequência da alteração do ambiente aquático na localidade.

Outro fato interessante consiste em alguns relatos prévios dos moradores sobre a ocorrência de espécies consideradas pouco prováveis na região, como a *Eudocimus ruber* (guará), embora durante todos os períodos de observações diretas não registamos nenhum indivíduo dessa espécie.

A ocorrência desta ave na região é pouca provável, considerando-se que Vila de Beja, mesmo apresentando características ecológicas típicas do estuário amazônico, como mangue, por exemplo, esta é conhecida por sua praia de água doce (BARBOSA, 2010), isto é, de baixíssima salinidade. Enquanto o guará, ave típica dos manguezais, cuja ocorrência requer um ambiente singular em áreas de mangue do estuário amazônico já que possui uma alimentação baseada em pequenos caranguejos, mais abundante em rios e lagos salobres (SICK, 1997).

Assim, o relato prévio dos moradores sobre a *E. ruber*, poderá ser um indicativo que este ambiente do estuário amazônico representa um refúgio temporário e excepcional de aves expulsas de outros ambientes vizinhos, o que reforça a importância ecológica da região e sua respectiva preservação.

O protocolo de monitoramento de aves migratórias prevê que a conservação dessas espécies passa necessariamente pela manutenção da qualidade dos *habitat* por elas utilizados ao longo de suas rotas migratórias, sendo esta uma tarefa a ser desempenhada por todos os países que as

recebem (BRASIL, 2014).

Por sua vez, Cintra e Rosas (2011) ressaltam que a proteção e conservação das praias e dos *habitat* com seus variados tipos de vegetação nas margens de ambientes aquáticos são fundamentais para permitir a reprodução das populações de aves aquáticas residentes, além de garantir locais de alimentação e repouso, essenciais durante a invernada das aves migratórias neárticas.

Portanto, mediante a escassez de registros ornitológicos na região de Vila de Beja, observada na literatura consultada, estudos mais aprofundados que analisem a qualidade ambiental da região são necessários, de modo que possam complementar este trabalho pioneiro sobre a avifauna daquela região.

ESPÉCIES AMEAÇADAS

No Site SAVE Brasil, consta que o Brasil é o país com o maior número de espécies ameaçadas no mundo, com 152 espécies de aves globalmente ameaçadas de extinção, o que representa 12% das aves ameaçadas do planeta.

As espécies ameaçadas ou sobre forte risco de ameaça são aves quase sempre de distribuição muito restrita e habitat bastante fragilizado (SPIRN, 1995 apud ALMEIDA et al., 2009), como ocorre no Distrito de Vila de Beja, cujo assoreamento dos rios e igarapés (Figura 15) vem sendo observado após o loteamento irregular que avança de forma bastante significativa e rápida, principalmente em áreas próximas da praia, do mangue e das várzeas de buritizais. Estas alterações na paisagem natural, provocadas pelo desmatamento de florestas ribeirinhas,

implicam a perda da qualidade de habitat para a biota local (SANTOS, 2011)



Figura 15. Assoreamento no Igarapé do Corro, observado durante após loteamento irregular localizado em uma área de mangue.

Entre as espécies registradas, observou-se a *Odontophorus gujanensis* (Corcovado) - espécie endêmica que está inserida na categoria Quase ameaçada – NT (BIRDLIFE, 2011), de abrangência mundial. Esta espécie é considerada suspeita de perder 15,1 a 16,8% do *habitat* apropriado a sua distribuição com base em um modelo de desmatamento na Amazônia, que acrescida de sua susceptibilidade para caça e/ou caça com armadilhas, suspeita-se de sua diminuição de aproximadamente de 30% ao longo de três gerações (BIRD et al., 2011).

Também, observou-se a *Crypturellus cinereus* (Inhambu-galinha), única representante registrada da ordem dos *Tinamiformes*, cuja preocupação sobre a espécie se dá em razão das características ecológicas que a colocam naturalmente em situação de risco, pois, além de possuir diversos predadores mamíferos, estas, quando perseguidas, cansam-se rapidamente, deslocam-se apenas por algumas dezenas de metros, o que facilita a sua captura, cujo interesse é despertado graças à sua massa muscular, importante fornecedor de proteínas (SICK, 1997).

Portanto, o registro de espécies ameaçadas neste ambiente eleva o patamar de nossas preocupações para com esta região de estuário amazônica, visto que o desequilíbrio ambiental decorrente da histórica e contínua ocupação desta área, indiscutivelmente, representa uma grave ameaça a estas espécies de aves e de outros organismos biológicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo sobre a população de aves do estuário de Vila de Beja, Abaetetuba – PA demonstrou que este ambiente apresenta uma diversidade relativamente baixa: foram observadas 66 espécies de aves que pertencem a trinta e quatro famílias, de vinte e uma ordens.

Esse resultado nos chamou atenção, pois, a região pesquisada, por tratar-se de uma área de estuário que representa naturalmente importante berçário de diversas espécies, pressupõe-se que apresentaria maior número de aves registradas. Portanto, compreendemos que essa reduzida diversidade da avifauna em Vila de Beja demonstra o quanto este ambiente pode estar sendo afetado, assim como Santos (2011) já havia observado em outros estudos de pesquisa da qualidade ambiental em áreas com as mesmas características naturais.

Mas, de qualquer modo, constatamos que essa área do estuário amazônico ainda é ecologicamente fundamental para diversos tipos de aves, como por exemplo, aquelas que a utilizam em suas rotas migratórias durante seus ciclos de reprodução, nidificação, alimentação e repouso.

Além disso, o registro da espécie endêmica *Ortalis superciliaris*, de distribuição

restrita a poucos estados e da *Odontophorus gujanensis*, espécie endêmica quase ameaçada de extinção, evidenciam que as diversas formações vegetais disponibilizadas naquele mesmo ambiente garantem condições mínimas de sobrevivência dessas espécies de aves tão peculiares.

Certamente, a fragilidade ambiental, promovida pela histórica exploração econômica da região e intensificada pelo avanço da ocupação ilegal na área do mangue, expõe ainda mais esse ecossistema ao desequilíbrio ecológico e interfere negativamente na composição ornitológica de Vila de Beja.

Desse modo, a preservação das características ambientais singulares desta região que garantem a sobrevivência destas aves está condicionada à adoção de medidas emergenciais, preventivas e corretivas que vise à recuperação do equilíbrio ecológico daquele ecossistema. Para tanto, a carência de estudos sobre a importância e da fragilidade ecológica dessa região que permanece desconhecida e de políticas públicas voltadas para o desenvolvimento social sustentável precisa ser urgentemente suprida para que se possa auxiliar um planejamento estratégico de manejo ambiental saudável para a localidade.

REFERÊNCIAS

ALEGRINI, M. F. Avifauna como possível Indicador ecológico para os estádios de regeneração da mata atlântica. 1997. 161p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Interunidade de Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.

ALEIXO, A.; VIELLIARD, J. M. E. Composição e dinâmica da avifauna da mata de Santa Genebra, Campinas, SP. Rev. Brasil. de Zool., São Pulo, v.12, n.3, p.493 - 511 1995.

ALMEIDA, A. F.; ALMEIDA, A. Monitoramento de fauna e de seus habitats em áreas florestadas. Série Técnica IPEF, v. 12, n. 31, p. 85-92, abr., 1998, visualizado em 25/03/2013, in<<<http://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr31/cap8.pdf>.

ALMEIDA, A. R.; ZEM, L. M.; BIONDI, D. Relação observada pelos moradores da cidade de Curitiba-PR entre a fauna e árvores frutíferas. Revsbau, Piracicaba, São Paulo: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, v.4, n.1, p. 3-20, 2009.

ALMEIDA, R. Amazônia, Pará e o mundo das águas do Baixo Tocantins. Estudos Avançados. [online]. 2010, vol.24, n.68, pp. 291-298. ISSN 0103-4014.

ARGEL-DE-OLIVEIRA, M. M., 1998. Aves que plantam. Frugivoria e dispersão de sementes por aves. Boletim CEO, (13): 9-23.

BAHRI, S. Do extrativismo aos sistemas agroflorestais. In: A floresta em jogo: o extrativismo da Amazônia Central. Ed. UNESP: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo. P. 167 – 176. 2000.

BARBOSA, L. C. Impacto Socio-ambiental na Praia de Vila de Beja e Áreas Adjacentes do Município de Abaetetuba. 2010. 72p. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental)

– Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Taubaté. São Paulo, 2010.

BERTHOLD, P. Bird Migration: a general survey. Oxford, New York, Tokyo: Oxford University Press. 1993.

BIRD, J. P.; BUCHANAN, G. M., LEES, A. C.; CLAY, R. P.; DEVELEY, P. F.; YE'PEZ, I.; BUTCHART, S.H.M. 2011. Integrating spatially explicit habitat projections into extinction risk assessments: a reassessment of Amazonian avifauna incorporating projected deforestation. *Divers. Distrib.* 18(3):1-9.

BIRDLIFE (2011), Search for Specie. Disponível em: <<http://www.birdlife.org/datazone/species/index>> Acesso em: [01/04/2014].

BLONDEL, J. Birds in biological isolates. In: Perrins C. M., Lebreton J.-D., Hiron G. J. M. (ed.). *Birds population studies: relevance to conservation and management*. Oxford: Oxford University Press, 1991. p. 45-72.

BRASIL. Protocolo de Monitoramento de Aves Migratórias (CHARADRIIFORMES - Charadriidae, Scolopacidae e Sternidae), In: Programa Brasileiro de Monitoramento de Aves Migratórias. Brasília: DEA-MMA, 2014. Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/cemave/downloads/finish/3-protocolos/14-protocolo-de-monitoramento-de-aves-migratorias-charadriiformes-charadriidae-scolopacidae-e-sternidae.html>. Acesso em: [01/05/2014].

CARRANO, E. Conservação e composição da avifauna na Floresta estadual do Palmito, Município de Paranaguá, Paraná. 2006. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Setor de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

CBRO - Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2014) Listas das aves do Brasil. 11ª ed., 1/1/2014. Disponível em <<http://www.cbro.org.br>> Acesso em: [01/05/2014].

CINTRA, R.; ROSAS, M. Parque Nacional de Anavilhanas. In: *Conservação de Aves* COSTA, D. C. T.; JARDIM, M. A. G.; LISBOA, P. L. B. Aspectos do processo de extração do açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) por moradores ribeirinhos do município de Breves, Pará, Brasil. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi, Serie Botânica*, v. 18, n. 1. p. 101-118. 2002.

COSTA, G. S. Desenvolvimento rural sustentável com base no paradigma da agroecologia. Belém: NAEA/UFGA, 2006.

DEVELEY, P. F. Aves como indicadores de qualidade ambiental. Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil - SAVE Brasil, visualizado em 25/03/2013 in<<<http://www.amane.org.br/media/aves%20como%20indicadores%20biol%C3%B3gicos%20para%20manejo%20de%20ucs%20%20pedro%20develey.pdf>

DEVELEY, P. F. Métodos para estudos com aves. In: CULLEN JÚNIOR, L.; RUDRAN, R.; VALLADARES - PADUA, C. (Org.). *Métodos de estudos em Biologia da Conservação e*

- Manejo da Vida Silvestre. Curitiba: UFPR, 2004, p. 153-158.
- FIGUEIREDO, E. M. Uma estrada na reserva: impactos socioambientais da PA-136 em Mãe Grande, Curuçá (PA). 2007. 133 f. Tese (Mestrado em Ciências Ambientais) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi/Embrapa, Belém, 2007.
- GIMENES, M. R.; ANJOS, L. dos. Efeitos da fragmentação florestal sobre as comunidades de aves. *Acta Scientiarum, Biological Sciences*. v. 25, n. 2, p. 391-402, 2003.
- HARRINGTON, B. A.; MORRISON, R. I. G.. 1979. Semipalmated sandpiper migration in North America. *Studies in Avian Biology* 2: 83-100.
- JARDIM, M. G. U. M.; CUNHA, A. C. C., 1998. Usos de palmeiras em uma comunidade ribeirinha do estuário Amazonico. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Série Botânica*, 14:69-77.
- LAGE, B. H. G.; MILONE, P. C. Impactos Socio-econômicos do Turismo. *Revista de Administração*, São Paulo, v.33, n.44, p. 30-44, out/dez, 2004.
- LINCOLN, F. 1979. Migration of Birds. Ed. Revisada. Circular 16. Fish & Wildlife Service, United States Department of Interior. U. S. Government Printing Office.
- MACHADO, D. A. Estudo de populações de aves silvestres da região do Salto do Pirai e uma proposta de conservação para a Estação Ecológica do Bracinho, Joinville – SC, Piracicaba, 1997. 151p. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997.
- MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. Fundamentos de metodologia científica. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007. p. 261-265.
- MARINI, M. A.; GARCIA F. I. Conservação de aves no Brasil. *Megadiversidade*, Brasília, vol. 1, p. 95-102, 2005.
- MONTEIRO, M. P.; BRANDÃO, D. Estrutura da comunidade de aves do “Campus Samambaia” da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Brasil. *Ararajuba*, Rio de Janeiro, 3 (1), p. 21-26, 1995.
- MORRISON, M. L. Bird populations as indicators of environmental change. In: Johnston, R. F., ed. *Current ornithology*. New York: Plenum Press, 1986.
- NAIME, R. Animais Bioindicadores. In: *Revista Cidadania & Meio ambiente*, 2011, visualizado em 25/03/2013 <<<http://www.ecodebate.com.br/2011/05/06/animais-bioindicadores-artigo-de-roberto-naime/>>>
- NOVAES, F. C.; LIMA, M. F. C. Aves da Grande Belém: Municípios de Belém e Ananindeua, Pará. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1998.

PACHECO, J. F. A composição da avifauna do Mamirauá no contexto das várzeas amazônicas. In: Projeto Mamirauá. Rio de Janeiro: Ed. Número 83, p.8, 1998 - ISSN 0104-2386.

PARÁ. Estatística Municipal de Abaetetuba, 2011 p.8-33. Belém: SEPOF, 2011. Disponível em <<<http://www.sepof.pa.gov.br>>> Acesso em: 20/06/2013.

PEREIRA, A. R.; SOARES G. S. R.; GOMES, M. L. Forma-Ação de agentes multiplicadores em educação ambiental na Comunidade do Engenho - Município de Bragança-Pará. In: VIII Jornada de Extensão Universitária. 2005. Anais. Bragança: Universidade Federal do Pará, 2005.

RIBEIRO, R. N. S.; TOURINHO, M. M.; SANTANA, A. C. Avaliação da sustentabilidade agroambiental de unidades produtivas Agroambientais, Agroflorestais das várzeas flúvio Marinhas de Cametá-Pará. Acta Amazonica, Manaus, v.34, n.3, p. 339-374, 2004.

SANTOS, M. P. D. Município de Mucajaí. In: Conservação de Aves Migratórias Neárticas no Brasil. Valente et al. (Org.). Belém: PPBIO, p. 14-18, 2011.

SGUISSARDI, G.; NUNES, R. de O. Etnoconhecimento da avifauna existente na região do Distrito de Rolim de Moura do Guaporé – RO. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura e Bacharelado de Ciências Biológicas). FACIMED. Coacal, ed. Atual, vol. 3, n. 3 – 2011.

SICK, H. Migrações de aves na América do Sul Continental. Brasília: CEMAVE, 1984. Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997. 2v.

SILVEIRA, M. I.; MARQUES, F. Levantamento de Potencialidades Arqueológicas E Históricas na Área dos Municípios de Barcarena e Abaetetuba, PA. Relatório Final. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém: 2004. Disponível em: <<http://marte.museugoeldi.br/arqueologia/relatorios>> Acessado em: 25/05/09.

US Fish & Wildlife Service – USFWS, disponível no link <http://www.fws.gov/birdhabitat/Grants/NMBCA/Birdlist.shtm>.

VELLIARD, J. M. E.; SILVA, W. R. Nova metodologia de levantamento quantitativo da avifauna e primeiros resultados no interior do Estado de São Paulo. in: IV Encontro Nacional de Anilhadores de Aves. Anais... Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, p. 117-151, 1990.

WIKIAVES – A enciclopédia de Aves do Brasil, disponível em <<http://www.wikiaves.com>> Acessado em: 19/05/2014.

Análise da acessibilidade a shopping centers no contexto técnico e de percepção dos pedestres

Analysis of accessibility to shopping centers in the technical context and in perception of pedestrians

Francimário Arcoverde Gomes

Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente Urbano, Universidade da Amazônia. **Endereço:** Av. Júlio César, n.º 1026-A, Val-de-Cans, Belém-PA. **E-mail:** arq.franc@yahoo.com.br

Maisa Sales Gama Tobias

Doutora em Engenharia de Transportes, Docente da Universidade Federal do Pará e Universidade da Amazônia.

RESUMO

O deslocamento consiste numa condição básica para sobrevivência das atividades humanas no meio urbano e, no caso das viagens a pé, são comuns nas cidades brasileiras passeios e calçadas inadequadas à circulação de pessoas, sendo necessário garantir segurança e conforto ao ato de caminhar. Assim, este trabalho contribuiu para a discussão, tratando da questão dos polos geradores de viagens, em especial, de shopping centers, com estudos de caso em Belém do Pará. O método foi de caráter empírico-analítico, com entrevistas aos usuários, pedestres, sobre a percepção da acessibilidade e de avaliação técnica por urbanista, sobre elementos de projeto do espaço de circulação. Entre os resultados, constatou-se que a estrutura viária atual apresenta diversos problemas técnicos que comprometem a circulação dos pedestres, como também a percepção do pedestre é de que o espaço de circulação é bastante comprometido pelas condições de pavimentação, poluição sonora e outros fatores.

Palavras-chave: Mobilidade. Acessibilidade. Infraestrutura Urbana. Polo Gerador de Viagem.

ABSTRACT

The displacement is a basic condition for survival of human activities in the urban environment. In the case of travel on foot, is common in Brazilian cities inept walks and sidewalks to the pedestrian traffic, being necessary ensures safety and comfort to the act of walking. Thus, this work contributed to discussion, by treating the issue of trip generators centers, in particular, shopping centers, with cases in Belém of Pará, Brazil. The method was empirical- analytic, interviews with users, pedestrians, on the perception of accessibility and technical evaluation by urban planner, about of design elements of circulation space. Among the results, it was found that the current road structure has several technical problems that compromise the movement of pedestrians, but also, the pedestrian perception about circulation space is fairly compromised by conditions of pavement, noise and other factors.

Keywords: Mobility. Accessibility. Urban Infrastructure. Trip Generators Centers.

INTRODUÇÃO

As cidades são ambientes construídos, dinâmicos e que refletem o estágio de desenvolvimento de uma sociedade. Em particular, em sua estrutura espacial o transporte possui atuação vital na forma como se processam os fluxos, tendo a função de organizar e dar suporte às atividades urbanas. No Brasil, a partir, da década de 1980, a estrutura espacial urbana sofre uma grande transformação – de monocêntrica para policêntrica, passando de um centro para uma rede composta por centro e subcentros –, encenando uma nova abordagem relativa ao espaço urbano (KNEIB, 2008).

Concomitantemente, grandes empreendimentos começam a entrar em operação, conferindo aos espaços urbanos diversos impactos negativos advindos do grande volume de viagens, denominados Polos Geradores de Viagens, entre eles, os *shopping centers*. Diariamente, nas cidades brasileiras, os *shopping centers* atraem para si milhares de pessoas que circulam sob os mais diversos modos de transportes para os mais distintos lugares. Muitas dessas cidades apresentam problemas de infraestrutura para atender a todos os deslocamentos e é constante o aparecimento de congestionamentos e de falta de espaço físico pra atender a todos os envolvidos.

No caso do modo a pé, é comum deparar-se com calçadas com desníveis acentuados, pavimentação escorregadia, dimensões insuficientes, obstáculos fixos e móveis, entre outros aspectos. Entretanto, as condições desfavoráveis das calçadas, os seus subdimensionamentos e o consequente conflito com outros modos, acaba por prejudicar o

pedestre. Diante de tal quadro, o acesso a esses empreendimentos não oferece as condições adequadas de acessibilidade, contribuindo para segregar determinados grupos populacionais da cidade que, de alguma forma, tem como principal alternativa de transporte o modo a pé ou combinado com o transporte público e outros modos motorizados e não motorizados.

O objetivo deste trabalho foi centrado nessa abordagem, em que, através de uma análise técnica e de percepção e atratividade de *shopping centers*, demonstrou-se as condições de acessibilidade pelo modo a pé e de que maneira a influência deste grau de acessibilidade e do *mix* de facilidades existentes nesses empreendimentos exerce sobre a geração de viagens de pedestres.

REFERENCIAL TEÓRICO

Para Godinho (2010), a acessibilidade é a facilidade de acesso e de uso de ambientes, produtos e serviços, por qualquer indivíduo, em diferentes contextos, envolvendo o desenho inclusivo e deve atender às necessidades de diferentes populações. Ingram (1971) considera acessibilidade a forma de superar um obstáculo, que pode ser medida pelo tempo e/ou distância, sendo esta uma característica inerente a um determinado local. Na arquitetura e sobretudo no urbanismo, existe há algumas décadas a preocupação de adaptação de edifícios e espaços públicos às demandas de diferentes grupos da população com características físicas diversas. O conceito de acessibilidade, no Brasil, tornou-se mais conhecido após a aprovação da Lei 10.098, de 19/12/2000, que estabeleceu normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou

com mobilidade reduzida, com o objetivo da supressão de barreiras e de obstáculos em vias e espaços públicos, em edifícios e nos meios de transporte e comunicação.

Morris *et al.* (1979) afirma que os índices de acessibilidade utilizados em modelos de transporte são baseados na premissa de que a separação (tempo e distância) limita o número de oportunidades disponíveis. A acessibilidade pode ser interpretada como uma relação entre pessoas e espaço, e que independentemente da relação de viagens mede o potencial ou a oportunidade para deslocamento a atividades selecionadas.

No que se refere aos *shopping centers*, estes nasceram, segundo Padilha (2006), nos Estados Unidos, nos anos 1950, idealizados pelo capital imobiliário e mercantil norte-americano, como tentativa de criar uma nova cidade sem problemas urbanos envolvendo trânsito, chuva, sol, pedintes, acidentes e falta de estacionamento nas ruas. A invenção dessa cidade artificial, entretanto, serviu também para propagar um “modo americano de viver” que se espalhou rapidamente pelo Ocidente. No Brasil, o *shopping center* surgiu no final da década de 1960, como um modelo de comércio e serviços, trazendo consigo uma aura de sofisticação e requinte, aliado ao conforto, à comodidade e à segurança. Para Padilha (2006), os *shoppings* foram construídos exatamente como nos Estados Unidos. A segurança, a facilidade de encontrar tudo no mesmo lugar e a ideia de modernidade e progresso, atribuídas ao *shopping*, foram os maiores atrativos para os usuários.

Em função de sua grande atratividade, os *shopping centers* são considerados polos geradores de viagens (PGVs) e são definidos como empreendimentos de grande porte que atraem ou produzem um grande número de

viagens, causando interferências negativas na circulação viária no seu entorno, podendo prejudicar a acessibilidade de toda uma região, também, necessitando de grandes áreas para estacionamento de veículos e locais de carga e descarga. No caso dos polos geradores de viagens, em especial, dos *shopping centers*, é de fundamental importância a mensuração da sua área de influência, espaço em que exerce atratividade, para o sucesso do empreendimento e avaliação dos impactos causados na região, pela sua implantação, no comércio, nos padrões de ocupação de uso do solo, no sistema viário e de transporte.

A área de influência, dada por uma delimitação geográfica de uma área, permite avaliar o potencial de compra da maior parte dos clientes de um *shopping center*. De acordo com Marco *apud* Portugal e Goldner (2003), a área geográfica tem o seu poder de atração limitada por uma determinada distância e esta seria responsável por 95% das vendas do *shopping center*. Esse poder de atração é maior nas áreas mais próximas do empreendimento e vai diminuindo, progressivamente, à medida que se distancia do centro de referência. Em se tratando de um trabalho que leva em consideração o usuário, é fundamental entender como funciona a capacidade humana de captar estímulos externos. Para Serrano (2003), “a percepção nada mais é do que um processo que nos permite decodificar os estímulos e mensagens externas que recebemos a cada segundo”. De certo modo, a percepção é a forma como os indivíduos enxergam a “realidade” e o mundo que os cercam. Tobias (2009, p.33) afirmou que é fundamental para o entendimento do comportamento dos usuários dos modos de transporte conhecer os mecanismos inerentes

ao processo de percepção em relação à imagem que possuem do serviço ofertado. Estendendo esse pensamento aos usuários do modo a pé, torna-se essencial, para o fim que se propõe este trabalho, conhecer como se processa o entendimento do pedestre com vistas à sua percepção dos fatores relacionados às condições da infraestrutura existente, haja vista que, nesta pesquisa, os usuários (pedestres) irão opinar sobre as condições de acessibilidade. Tobias ressalta, ainda, que para um usuário ter alguma atitude sobre um objeto social, primeiramente é necessário que ele o perceba. Esta percepção se dará através dos seus órgãos sensoriais, influenciada pelo seu estado psicológico, e por experiências ligadas ao estímulo sensorial. “Uma vez percebido o serviço de transporte, formam-se atitudes sobre ele, fruto da avaliação da imagem do serviço [...]” (TOBIAS, 2009, p.36). A adequada infraestrutura de circulação é fundamental para que o usuário pedestre se sinta como parte importante deste sistema. Em consonância com esta afirmação, Jacobs (2011) ressalta que ruas mal iluminadas, calçadas esburacadas, quarteirões extensos e o equacionamento equivocado do convívio entre pedestre e automóvel são alguns dos elementos físicos e espaciais que corroem a urbanidade.

Quanto à avaliação da acessibilidade, existem diversos estudos para avaliação da qualidade dos serviços ofertados pelo sistema de transporte. Segundo Aguiar (2003), as metodologias para avaliação de infraestruturas para o modo a pé, por não serem tão usuais, necessitam de uma avaliação cuidadosa e devem ter a sua utilização adaptada à realidade local, além de serem observadas as exigências dos

usuários. Para efeito da avaliação que foi empreendida neste trabalho, na Quadro 1 são demonstrados os métodos de avaliação de acessibilidade que foram utilizados, de forma combinada, escolhidos em função da sua abrangência, eficácia conhecida, melhor adequação à realidade local e relativa facilidade de aplicação.

MÉTODO

O modelo de avaliação proposto parte da premissa de como o usuário percebe o sistema de circulação, levando em consideração a sua interação com este, e de como se percebe e se comporta em razão das dificuldades ou deficiências encontradas. Ao mesmo tempo, uma análise técnica feita, concomitantemente, permite avaliar as deficiências da infraestrutura viária sob o prisma técnico e se esta reflete a visão do usuário. Como resultado do entendimento destas percepções (percepção do usuário e percepção técnica), é possível identificar como o sistema viário existente está influenciando na acessibilidade, independentemente da condição do pedestre (indivíduo sem restrição de mobilidade ou com restrição de mobilidade).

No estudo, partiu-se de métodos consagrados sobre a avaliação da acessibilidade de pedestres (Quadro1) e, através de pesquisa de campo, empreenderam-se as entrevistas aos pedestres, sobre a percepção da acessibilidade e de avaliação técnica por urbanista, sobre elementos de projeto do espaço de circulação. O conjunto de informações advindas de campo alimentou os métodos teóricos empregados.

Quadro 1. Métodos de avaliação da acessibilidade.

Ferreira e Sanches (2001)	Metodologia para avaliação de espaços para pedestres composta por três etapas: a primeira consiste na avaliação técnica com base em indicadores de qualidade das calçadas, o qual se atribui uma pontuação correspondente a cada nível de serviço; a segunda, da ponderação destes indicadores de acordo com a percepção dos usuários; a terceira é a avaliação final dos espaços considerando a pontuação obtida na avaliação técnica e avaliação dos usuários.
Sarkar (1995)	A metodologia se baseia na classificação dos diferentes tipos de separação entre pedestres e veículos, com base em seus atributos físicos e compara o desempenho dessas separações em termos de segurança, equidade, conforto e conveniência para os diferentes usuários das vias. O método divide-se em duas partes distintas: macronível e micronível. No macronível, emprega-se o nível de serviço (NS), que varia de “A” até “F”, para avaliar o projeto e as condições das calçadas e interseções, com base na qualidade da separação entre modos. No micronível, o nível de qualidade do serviço (NQS) varia de “A” até “F”, para avaliar o projeto e as condições das calçadas e interseções.
Fruin (1971)	Utiliza o conceito de Nível de Serviço (NS) baseado em fatores quantitativos e qualitativos, para avaliar projetos de espaços destinados aos pedestres. Para tanto, o procedimento adotado envolve o conceito de capacidade, oriundo dos princípios básicos empregados na Engenharia de Tráfego. A capacidade de um espaço destinado aos pedestres ocorre invariavelmente quando existe alta concentração de pessoas trafegando, combinada com a restrição de velocidade da caminhada. Esta condição não é representativa de um ambiente humano confortável. Estes níveis de serviço fornecem um método quantitativo para se planejar um novo ambiente de uso de pedestres ou avaliar um ambiente.
HighwayCapacity Manual – HCM (2000)	Apresenta uma metodologia para avaliação do nível de serviço para pedestre a partir da análise da infraestrutura viária. Nível de Serviço (NS) é uma medida qualitativa que descreve as condições operacionais de uma corrente de tráfego, baseada em medidas tais como a velocidade e tempo de viagem, a liberdade para manobrar, as interrupções de fluxo viário, o conforto e a conveniência. Uma importante contribuição é a possibilidade de determinação da capacidade de tráfego de uma via, baseada na sua largura e na contagem de fluxo de pedestres.

Os estudos de casos foram realizados nos acessos principais (infraestrutura viária destinada ao pedestre) de três *shopping centers* existentes na cidade de Belém, em áreas de domínio público, ou seja, na parte externa dos shoppings, sendo feitos os contatos com os entrevistados em via pública. Os pedestres foram indivíduos maiores de 18 anos e, para a estimativa de amostra nos *shoppings*, foram feitas contagens de volume de pedestres na hora pico, obtendo-se como universo de hora pico cerca de 1.390 clientes nos acessos principais. O cálculo amostral foi feito considerando nível de confiança 90% e margem de erro de 10%,

com amostragem probabilística binomial, sendo determinados 65 clientes pedestres de cada *shopping* para serem entrevistados.

Os instrumentos de análise que foram empregados permitiram dois tipos de análise:

- Análise Técnica: uso de técnicas e de parâmetros, advindos de bibliografia existente e bastante difundida na área. A abordagem foi observacional, com atribuições de níveis de serviço a partir de parâmetros de avaliação visualizados e até mensurados quanto à infraestrutura, o fluxo de tráfego e outras condições ambientais.

- ii. Análise de Percepção e Atratividade: participação ativa dos pedestres, através das entrevistas, expressando opiniões sobre as condições de acessibilidade e elemento de atratividade dos *shoppings*, e ainda, questões de caráter socioeconômico e de padrões de viagem. As informações foram processadas em um banco de dados para a análise a respeito da questão.

ANÁLISE TÉCNICA

As condições de acessibilidade para o pedestre foram analisadas através de um método investido de um conjunto de técnicas – adaptadas de Delgado, Nascimento e Baggi, 2007– destinadas a avaliar o nível de serviço nos acessos externos de três *shopping centers* em Belém: a) delimitação da área de estudo; b) definição do tipo de viagem a ser analisado, neste caso, a pé; c) revisão bibliográfica e documental para caracterização da problemática, seleção dos fatores e atributos, como também seus parâmetros de medição e métodos mais adequados para o caso; d) pesquisa de campo, contagens de fluxos, observações *in loco* e entrevistas com os grupos de pedestres, para mensurar os atributos e aspectos intervenientes; e) cálculo dos indicadores e sistematização dos dados; e f) avaliação do nível de serviço nos acessos dos *shopping centers*.

Foram definidos os seguintes fatores: 1) fluidez nos espaços de trânsito e de permanência do pedestre, 2) condições das vias de circulação, 3) sinalização e informações, 4) conforto e 5) Atratividade. Estes são constituídos por múltiplos atributos,

constituindo-se na forma adequada a fim de avaliar nível de serviço (com exceção do fator Atratividade que não foi avaliado com base na definição de nível de serviço).

Para avaliação, procurou-se levar em consideração parâmetros dos métodos existentes aplicáveis às especificidades locais. Os parâmetros a serem utilizados para medir os diversos atributos e os níveis de serviço foram baseados em Fruin (1971), Sarkar (1995), Ferreira e Sanches (1998), HCM (2000) e a NBR ABNT 9050 (2004).

A avaliação do fator condição das vias aborda os atributos largura efetiva e condição da superfície de deslocamento, que podem ser observados no Quadro 2. O primeiro considera a ocorrência de barreiras ou obstruções para o deslocamento; o segundo avalia o estado de conservação e a qualidade do pavimento.

A condição da superfície também indica a segurança no deslocamento, pois as inadequações desta possibilitam quedas e tropeços. No que diz respeito aos fatores sinalização e informação, adotaram-se aspectos relacionados com a presença de sinalização e informação visual, sonora e tátil, bem como sua disposição. A importância deste fator refere-se à orientação dos pedestres com vistas a facilitar o seu deslocamento, independentemente da sua condição física (mobilidade). Ver Quadro 3.

Para o fator fluidez nos espaços de trânsito e de permanência do pedestre, foi utilizado o conceito de taxa de fluxo de pedestres do HCM 2000, tal como apresentado no Quadro 1. A partir daí, tem-se o nível de serviço através da Tabela 1.

Quadro 2. Parâmetros de avaliação do nível de serviço do fator Condição das Vias de Circulação.

NS	Atributo Largura Efetiva - Parâmetros de Avaliação nos Acessos
A	Acesso largo, totalmente livre de obstáculos; com livre escolha da velocidade de caminhar.
B	Acesso parcialmente livre de obstáculos; há espaços para ultrapassagem.
C	Largura reduzida em alguns trechos por conta de ambulantes, equipamentos ou barreiras arquitetônicas. A redução não afeta o fluxo e movimento de pedestres.
D	Largura consideravelmente reduzida em função da largura da via, ambulantes e/ou equipamentos. A redução afeta o fluxo e o movimento de pedestres.
E	Acesso bastante reduzido por ambulantes, obstáculos e/ou largura da via, a densidade é alta, causando paradas momentâneas do fluxo.
F	Canal de circulação estreito, ocupado por ambulantes; os pedestres utilizam a rua, entrando em conflito com outros modos.
NS	Atributo Condições da Superfície - Parâmetros de Avaliação nos Acessos
A	Superfície em excelente condição, firme, regular, estável, antiderrapante sob qualquer condição, com boa manutenção e não provoca trepidação. Não proporciona tropeços e quedas.
B	Superfície em boa condição, firme, estável antiderrapante, não provoca trepidação. Não proporciona tropeços e quedas.
C	Superfície em condição mediana, estável, sem trepidação, escorregadia quando molhada, irregular. Com presença de desníveis, buracos ou rachaduras em alguns trechos. Há pouca possibilidade de tropeços e quedas.
D	Superfície em condição mediana ruim, apresentando-se escorregadia quando molhada, irregular, com buracos, desníveis ou rachaduras em alguns trechos, provoca trepidações. Há possibilidade de tropeços e quedas.
E	Superfície em condição precária, escorregadia, irregular, provoca trepidações. Buracos, desníveis ou rachaduras restringem seu uso em determinadas partes. Há possibilidade de ocorrer acidentes.
F	Superfície em péssimas condições, instável, escorregadia, irregular, com grande quantidade de buracos, desníveis ou rachaduras impossibilitando o seu uso. Há problemas de drenagem e acúmulo de lixo. Alta possibilidade de ocorrer acidentes.

Fonte: Adaptado de Delgado, Nascimento e Baggi (2007).

Quadro 3. Parâmetros de avaliação do nível de serviço do Fator Sinalização e Informações.

NS	Descrição
A	Existem informações visuais, sonoras e táteis, permitindo a todos os usuários localizarem-se no espaço e prevenirem-se de acidentes.
B	Existem algumas informações visuais, sonoras e táteis, permitindo a todos os usuários localizarem-se no espaço e prevenirem-se de acidentes.
C	Existem informações sobre a forma visual e tátil, permitindo a estes usuários localizarem-se no espaço e prevenirem-se de acidentes.
D	As informações existentes são predominantemente visuais, com informações táteis em alguns trechos, mas sua disposição é confusa, podendo atrapalhar o fluxo e causar conflitos.
E	Informações exclusivamente visuais, precárias, confusas, atrapalhando o fluxo.
F	As informações são poucas ou inexistentes.

Fonte: Adaptado de Delgado, Nascimento e Baggi (2007).

Tabela 1. Critério de NS para fluxos médios em passeios e calçadas.

NS	Espaço (m ² /p)	Taxa de Fluxo (p/min/m)	Velocidade (m/s)	Razão, v/c
A	>5,6	≤16	>1,3	≤ 0,21
B	>3,7 – 5,6	>16 – 23	>1,27 – 1,30	>0,21 – ,31
C	>2,2 – 3,7	>23 – 33	>1,22 – 1,27	>0,31 – ,44
D	>1,4 – 2,2	>33 – 49	>1,14 – 1,22	>0,44 – ,65
E	>0,75 – 1,4	>49 – 75	>0,75 – 1,14	>0,65 – 1,0
F	≤0,75	Variável	≤0,75	Variável

Fonte: HCM, 2000 (adaptado).

ANÁLISE DE PERCEPÇÃO E ATRATIVIDADE

Quanto ao fator conforto, variável de caráter qualitativo, a análise foi feita a partir da percepção do usuário, através de entrevistas. Este fator foi mensurado com base em uma metodologia quantitativa, em que foram analisados os atributos ruído, iluminação, sinalização, superfície de deslocamento (estado da calçada – contínua ou descontínua; obstruída ou não; íntegra ou com buracos; piso antiderrapante ou liso, regular ou irregular e declividade), sujeira e arborização.

A avaliação do conforto partiu de uma matriz de prioridade (DNER, 1996) para posterior quantificação numa escala de 0 a 5, variando de péssimo a excelente. Com base em Santana (1992) *apud* Delgado, Nascimento e Baggi (2007), foi possível obter o índice de conforto para os acessos, utilizando as classificações dos níveis de serviço da Tabela 2.

Por fim, para integrar todos os fatores numa estrutura única, estes foram ponderados tomando-se como referência a técnica da

matriz de prioridades e combinados seguindo o método de pesos e notas.

O fator atratividade foi analisado também, através de entrevistas, em que se verificou a influência direta para esse fator dos aspectos condições de acessibilidade e o motivo do deslocamento do pedestre para o *shopping*. Foi uma análise superficial sobre a atratividade dos shoppings quanto ao *mix* de facilidades que eles oferecem. Nesta parte também houve participação do pedestre através da entrevista.

ESTUDO DE CASO

Os casos em estudo foram em três *shoppings* de Belém do Pará, distribuídos entre o centro de Belém e a periferia. A análise dos três *shoppings* pareceu interessante em função destes estarem situados em áreas completamente diferentes em uso do solo e sistema viário, além de estes possuírem estruturas de facilidades bastante diversificadas. Localização dos *shoppings* na Região Metropolitana de Belém indicada na Figura 1.

Tabela 2. Parâmetros de pontuação.

NS	A	B	C	D	E	F
Conceito	Excelente	Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
Pontos	5	4	3	2	1	0
Intervalos	5	4,0 a 4,99	3,0 a 3,99	2,0 a 2,99	1,0 a 1,99	0,0 a 0,99

Fonte: Delgado, Nascimento e Baggi (2007).



Figura 1. Shopping (1) Pátio Belém, (2) Castanheira e (3) Boulevard - localização.

CARACTERÍSTICAS DOS SHOPPINGS EM ESTUDO

Em Belém, o primeiro *shopping* surgiu no ano de 1993, com a bandeira Iguatemi Belém *Shopping*, com lojas âncoras, lojas satélites e estacionamento. O *mix* incluiu praça de alimentação e lojas de conveniência. Atualmente chamado de *Shopping Pátio Belém*, encontra-se com 222 lojas e cinco salas de cinema. Está situado na área central de Belém do Pará, onde se concentra um público de grande poder aquisitivo, assim como empresas

comerciais, instituições financeiras e instituições educacionais. Segundo dados do próprio empreendimento, nesta área, 70% dos moradores são pertencentes às classes A, B e C, com um fluxo médio de consumidores de 1.350.000 pessoas/mês.

Ainda em 1993, outro empreendimento, o Castanheira *Shopping Center*, foi aberto ao público da cidade. Situado numa região periférica do município (bairro Castanheira), às margens da BR-316, porém próximo de municípios conurbados, como Ananindeua e Marituba. A página eletrônica desse *shopping* informa um fluxo

médio diário de 50.000 pessoas. Atualmente possui 180 lojas, 33 quiosques, 7 salas de cinema e um estacionamento para 1.500 veículos. Em 2009, foi inaugurado o terceiro *shopping* de Belém, o *Boulevard Shopping*, com cinco lojas âncoras, 250 lojas comuns, 4 *megastores*, salas de cinema, praça de alimentação e estacionamento com 2.000 vagas. A localização desses *shoppings* está na Figura 2.

O Pátio Belém e o *Boulevard Shopping*, apesar de edificadas num espaço de tempo entre si de quase duas décadas, apresentam em comum o fato de estarem inseridos em bairros de alta renda.

O primeiro está situado no bairro de Batista Campos, considerado um bairro nobre, o segundo, no Reduto, no limite do bairro do Umarizal, considerado um dos metros quadrados mais caros da cidade. Ambos os empreendimentos também estão próximos do antigo centro comercial da Capital, Belém. No caso do *shopping* Castanheira, este se encontra na periferia de Belém, porém geograficamente no centro da Região Metropolitana, localizando-se numa posição estratégica de saída da região e por onde circula a maioria da frota de veículos (Figura 3).



Figura 2. Shopping (1) Pátio Belém, (2) Castanheira e (3) Boulevard.

Fonte: <http://www.mapsgalaxy.com/>



Figura 3. Shopping Pátio Belém, Boulevard Shopping e Shopping Castanheira, respectivamente.

Fonte: <http://patiobellem.blogspot.com/>, 2011 (1.^a imagem) e Acervo dos autores, 2012 (2.^a e 3.^a imagens).

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE

Os resultados estão apresentados numa combinação do emprego dos métodos apresentados, associando a análise técnica com a de percepção dos usuários.

a) Condições das Vias de Circulação

No fator condições das vias, no qual foram analisadas a largura efetiva e a superfície das calçadas, a aplicação do formulário técnico demonstrou os níveis de serviço apresentados na Tabela 3. Neste aspecto, o pior desempenho pertence ao *shopping* Castanheira, que apresentou vias com desníveis e pavimentação bastante comprometida, com a presença de buracos, rachaduras, poças com água em diversos pontos, com grandes possibilidades de ocorrências de acidentes. Outro aspecto que compromete a acessibilidade é a presença nas vias do comércio informal, reduzindo de forma expressiva a largura da via, sendo mais analisado no fator fluidez.

O melhor nível de serviço foi auferido ao *Boulevard Shopping*, porém a obtenção dessa pontuação se deve principalmente à largura efetiva da via existente. A qualidade da pavimentação, que apresentou buracos em apenas um dos trechos analisados, não compromete o caminhar devido à ampla largura da calçada, e resultou numa avaliação dos trechos de nível de serviço entre “C” (bom) e “D” (regular). Este declínio da pontuação ocorreu em função da presença de pavimentação em pedra portuguesa e piso intertravado, que provocam trepidações em carrinhos de bebê e em cadeira de rodas, bem como inclinações significativas em alguns trechos.

b) Sinalização e Informações

No fator sinalização e informações, os resultados obtidos estão na Tabela 3 e demonstram uma grande deficiência neste aspecto. No *shopping* Castanheira, praticamente, inexistente sinalização para o pedestre. No *shopping Boulevard*, a presença de sinalização tátil em alguns trechos demonstra a falta de continuidade e confunde o usuário; o aspecto positivo é a presença do semáforo para o pedestre em alguns pontos de travessia.

c) Fluidez nos espaços de trânsito – calçadas

Para este fator, os resultados demonstraram que todos os *shoppings* estudados estão ofertando aos seus usuários baixos níveis de serviço (Tabela 3). A capacidade nas vias de acesso a esses equipamentos urbanos está amplamente prejudicada: no caso do *shopping* Pátio Belém, por estar inserido próximo ao antigo centro comercial da cidade, a fluidez é prejudicada pela pouca largura de suas calçadas; o *shopping* Castanheira teve o pior resultado em função da grande presença de ambulantes ocupando as vias de acesso. Em um dos trechos analisados, há inclusive, um ponto de táxi obstruindo a calçada. Em dois, dos quatro trechos analisados, é flagrante a utilização da faixa de rolamento de veículos pelos pedestres devido às obstruções nas calçadas. No *Boulevard Shopping*, apesar da dimensão física das calçadas apresentarem uma boa largura efetiva, a operacionalidade desta foi considerada regular em função do grande fluxo de pessoas.

d) Conforto na percepção do pedestre

A análise foi feita a partir de entrevistas sobre percepção dos pedestres, atribuindo-se notas de 0 a 5 (péssimo a excelente)

para mensuração. Foram analisados os atributos superfície de deslocamento (estado da calçada – contínua ou descontínua; obstruída ou não; íntegra ou com buracos; piso antiderrapante ou liso, regular ou irregular e declividade), ruído, iluminação, sinalização, sujeira e arborização. Os resultados encontram-se na Tabela 4. No atributo superfície, o pior desempenho foi atribuído ao *shopping* Pátio Belém e o melhor ao Boulevard Shopping. No aspecto

ruído, o *shopping* Pátio Belém teve o pior desempenho, talvez, explicado pelos seus acessos principais estarem em via de rolamento de apenas três faixas, o que não ocorre nos demais *shoppings*. Em relação à iluminação, o *shopping* Castanheira teve a pior avaliação, o que pode ser pelo fato de estar implantado às margens da BR-316, com vias duplicadas e canteiro central.

Tabela 3. Níveis de serviço.

Local da análise	Condições das vias		Sinalização e Informações		Fluidez	
	Pontuação	NF	Pontuação	NF	Pontuação	NS
<i>Shopping</i> Pátio Belém	2,37	D	1,25	E	1,25	E
<i>Shopping</i> Castanheira	0,25	F	0	F	0	F
Boulevard Shopping	4	B	2	D	1,5	E

Tabela 4. Condições relacionadas à caminhada.

Atributo	Pior condição	Melhor condição
Superfície	Pátio Belém – 72% (péssimo)	Boulevard Shopping – 37% (bom)
Ruído	Pátio Belém – 66% (péssimo)	Boulevard Shopping – 38% (bom)
Iluminação	Castanheira – 40% (péssimo)	Boulevard Shopping – 37% (bom)
Sinalização	Castanheira – 37% (péssimo)	Boulevard Shopping – 46% (bom)
Sujeira	Pátio Belém – 73,8% (péssimo)	Boulevard Shopping – 26% (bom)
Arborização	Castanheira – 83% (péssimo)	Boulevard Shopping – 34,8% (bom)

A sinalização no *shopping* Castanheira também recebeu a pior avaliação. No atributo “sujeira” os *shoppings* Pátio Belém (73,8%) e Castanheira (72,3%) tiveram avaliações classificadas como péssimas. Ainda, dentro do fator conforto, foi investigada a influência desses atributos como elementos que desencorajam os pedestres a se deslocarem em função das características de acessibilidade apresentadas. No *shopping* Castanheira, 26% dos pedestres deixam de realizar viagens por questões

de acessibilidade. Enquanto no Boulevard Shopping apenas 7,7% declararam não realizar viagens em função dessas condições.

e) Atratividade na percepção do pedestre

O fator atratividade foi analisado também através de entrevistas, em que se verificou o motivo do deslocamento do pedestre para os *Shoppings*. Esta análise superficial permitiu conhecer a influência do *mix* de facilidades (serviços, produtos) que cada empreendimento possui na geração

de viagens pelo usuário. No Pátio Belém, o principal fator de atração são as lojas (20%), seguido pelo passeio (17%). Um dado significativo é a constatação de que as atividades de lazer (passeio e cinema, 17% e 13%, respectivamente) são os principais motivos das viagens a este *Shopping*.

No caso do *shopping* Castanheira, a ida às lojas responde por 18% das viagens, em seguida, vem o passeio com 17% e o supermercado com 15%. As atividades de lazer – passeio (17%) e cinema (12%), em conjunto, são os principais motivos das viagens. O principal fator de atratividade no Boulevard *Shopping* são as lojas (24%), seguido pelos serviços bancários e lotéricos (17%). As atividades de lazer, se somadas (passeio e cinema, 16% e 15%, respectivamente) são as principais atratoras de viagens. Percebe-se, nos três *shoppings*, que o lazer é o principal motivo de deslocamento dos pedestres.

f) Aspectos socioeconômicos e de viagem dos pedestres

O empreendimento em que o pedestre menos utiliza outro modo para a viagem é o *Shopping* Castanheira: 40% dos pedestres fazem o percurso exclusivamente a pé. O Boulevard é onde 67,7% dos usuários utilizam o modo complementar ao modo a pé (Tabela 5), predominando as viagens de ônibus.

No Pátio Belém, 36% dos usuários fazem as viagens unicamente pelo modo a pé. Dos 64% que se utilizam do modo complementar, o ônibus representa 73%, seguido pelo veículo de passeio (19,5%). No *shopping* Castanheira, os ônibus respondem por 64%; em seguida, o veículo de passeio (12,8%). As faixas etárias dos pedestres são diversificadas, porém pode-se dizer que 16,9% deles, no *shopping* Pátio Belém, estão entre 26 e 37 anos e renda de um até dois salários mínimos, o que se repete proporcionalmente no *shopping* Castanheira, porém com renda até um salário mínimo. O *shopping* Boulevard tem o público de pedestre mais jovem (20%) como principal cliente, com faixa etária de 18 a 25 anos e renda de até um salário mínimo.

Tabela 5. Modos complementares mais utilizados.

Modo Complementar	Boulevard	Pátio Belém	Castanheira
Ônibus	68,18%	73,17%	64,10%
Van	2,27%	0,00%	2,56%
Táxi	4,55%	0,00%	7,69%
Veículo de Passeio	22,73%	19,51%	12,82%
Bicicleta	0,00%	4,88%	10,26%
Outros	2,27%	2,44%	2,56%

CONCLUSÕES

A metodologia adotada, associando métodos de acordo com o atributo a ser analisado no ambiente de circulação do pedestre, se mostrou adequada na avaliação

dos níveis de serviço dos passeios e calçadas dos acessos aos polos geradores de viagens, no caso, os *shopping centers*. A análise técnica foi capaz de demonstrar as reais condições da infraestrutura existente e a análise de percepção dos pedestres

se mostrou de fundamental importância para complementar os resultados sobre as condições de acessibilidade da infraestrutura viária, bem como para conhecer as motivações relacionadas ao *mix* de facilidades responsáveis pela atração de viagens aos *shoppings* em estudo. A percepção dos pedestres demonstrou uma grande coerência com os resultados obtidos na análise técnica, comprovando que as impressões relatadas sobre a infraestrutura viária corresponderam à realidade observada na análise urbanística.

A seleção dos *shoppings*, que seguiu os critérios de escolha em espaços diferenciados da cidade: um no centro comercial (Pátio Belém), um em área de classe de renda média e alta (Boulevard) e outro na saída da cidade (Castanheira), em área de classe de baixa a média renda, foi proveitosa, pois para cada situação os métodos empregados apresentaram aderência de resultados à realidade observada. Assim tem-se: o *shopping* Castanheira, que teve os piores níveis de serviço, devido aos problemas com a pavimentação e redução da largura efetiva, em função principalmente do comércio informal, que chega, em alguns pontos, a obstruir totalmente a calçada. O Boulevard *Shopping*, que obteve os melhores resultados, ainda assim, a largura efetiva de seus acessos se mostra insuficiente para o atual tráfego de pedestres. O *Shopping* Pátio Belém, que apresenta problemas de pavimentação e largura efetiva, que são agravados, entre outras coisas, por estar inserido próximo ao antigo centro comercial – com vias de pouca largura total.

Os três *shoppings* possuem, em comum, o fato de o principal modo complementar das

viagens a pé ser o ônibus. Quanto à influência do *mix* de facilidades na atração de viagens, as atividades de lazer são o principal atrativo para os usuários pedestres. Dessa forma, este trabalho indicou a necessidade de melhor adequação da infraestrutura viária existente nos acessos aos *shoppings*, pois ressalta a importância do modo a pé como um dos principais responsáveis pelo acesso de clientes aos *shoppings*, com autonomia, conforto e segurança, pressupostos básicos para garantia do direito constitucional de ir e vir. Além disso, apresenta uma associação de métodos que se mostrou exitosa na análise empreendida para a compreensão da qualidade da circulação em torno dos empreendimentos sob estudo, o que poderá servir para uso em outros estudos sobre acessibilidade a polos geradores de viagem. O uso de metodologia combinada de análise técnica, baseada em análise urbanística apoiada em bibliografia e autores consagrados, e de pesquisa de campo, sobre a percepção dos usuários pedestres, pode se constituir numa importante contribuição para futuros trabalhos sobre a infraestrutura urbana relacionada à mobilidade.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, F. O. **Análise de Métodos para Avaliação da Qualidade de calçadas**. São Carlos: UFSCar, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – **ABNT**. **Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos** – NBR 9050. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Lei n.º 10.098, de 19 de dezembro

de 2000. **Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências.** Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL/LEIS/L10098.htm>>. Acesso em: 14 Dez. 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGENS - DNER. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de Capacitação Tecnológica. **Manual de Técnicas de Conclaves.** 2.^a ed. Rio de Janeiro, 1996.

DELGADO, J. P. M.; NASCIMENTO, K. A. S.; BAGGI, M. S. **Avaliação da Microacessibilidade e Mobilidade do Pedestre e das Pessoas com Necessidades Especiais num Terminal de Transporte Urbano.** In: XIV CLATPU – Congresso Latino-americano de Transporte Público Urbano. Rio de Janeiro, 2007.

FERREIRA, M. A.; SANCHES, S. P. Índice de Qualidade das Calçadas – IQC. **Revista dos Transportes Públicos**, Vol. 91, Ano 23, p. 23-37. 2001.

FRUIN, John. J. *Designing for Pedestrians: A Level-of-Service Concept.* New York Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners. **Highway Research Record**, n.º 355, 1971.

GODINHO, F. **Novo conceito de acessibilidade?**. 2010. Disponível em <<http://www.acessibilidade.net/web/>>. Acesso em: 22 Abr. 2012.

Highway Capacity Manual 2000. **Transportation Research Board.** 1.189f. Washington, DC, 2000.

INGRAN, D.R. **The Concept of Accessibility; a search for an operational form.** *Regional Studies.* V.5, n. 2, 1971.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades.** – 3.^a ed. – São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

KNEIB, E. C. **Sub centros Urbanos: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes.** Tese de D.Sc. Universidade de Brasília, 2008.

MORRIS, J.M; DUBLE, P.L; WIGAN, M.R. **Accessibility indicators for transports planning.** *Transportation Research*, V13A, n.2, 1979.

PADILHA, V. **Shopping Center: a catedral das mercadorias.** São Paulo: Boitempo. 2006.

PORTUGAL, L. S.; GOLDNER, L. G. **Estudo de polos geradores de tráfego e seus impactos nos sistemas viários e de transporte.** São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2003.

SARKAR, S. *Evaluation of Safety for Pedestrian at Macro and Microlevels in Urban Areas.* **Transportation Research Record**, n.º 1502, 1995.

SERRANO, D. P. **Percepção e o Processo de Compra.** Disponível em: <www.portaldomarketing.com.br>. Acesso em: 28 Fev. 2012.

TOBIAS, M. S. G. **A Percepção dos Atributos de Transportes por Ônibus frente a modos alternativos: a preferência declarada do usuário.** Belém: Unama, 2009.

Metrópole e região na Amazônia: trajetórias do planejamento e da gestão metropolitana em Belém, Manaus e São Luís

Metropolis and region in the Amazon: trajectories of planning and metropolitan management in Belém, Manaus and São Luís

Tiago Veloso dos Santos

Doutor em Desenvolvimento Sustentável pelo Núcleo de Altos Estudos Amazônicos. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – Campus Belém. **Endereço:** Conjunto Jardim Ananindeua, Quadra N, n. 127. Centro – Ananindeua/PA. CEP 67033-000. **E-mail:** tiago.veloso@ifpa.edu.br

RESUMO

Analisa a relação entre metrópole e região na Amazônia brasileira a partir das trajetórias do planejamento e da gestão urbana nesses aglomerados metropolitanos. Tendo como referências empíricas as aglomerações de Belém, Manaus e São Luís, considera que, embora estas sejam produto, condição e meio de produção e reprodução de relações no interior de um contexto regional, não há, no padrão de ordenamento para as metrópoles, políticas de planejamento e gestão que configurem arranjos institucionais para que estas particularidades sejam um componente articulador do desenvolvimento urbano nestes centros metropolitanos.

Palavras-chave: Amazônia. Metrópole. Região.

ABSTRACT

Analyze the relationship between metropolis and region in the Brazilian Amazon what may be exemplified by the agglomerations of Belém, Manaus and São Luís and may be verified through the analysis of the characteristics of the policies of planning and management of those spaces. And, although they are product, condition and way of production and reproduction of relations inside a specific regional context in the Amazon, there are not, at the standards of the institutional orders to the metropolis, policies of planning and management that may configure institutional arrangements, so that those particularities may become an articulation component of the urban development in those metropolitan centers.

Keywords: Amazon. Metropolis. Region.

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista histórico, a criação de áreas metropolitanas, que tem na criação da Região Metropolitana de Belém o exemplo de referência para a Amazônia no início dos anos 1970, constituiu parte de uma estratégia geopolítica de integração e desenvolvimento do território nacional. Partia-se da premissa de que o conjunto hierarquizado de cidades, funcionalmente interdependentes, representava um recurso para atender à realização de metas comuns e a princípios de equilíbrio do sistema urbano (DAVIDOVICH, 2004). Portanto, em um primeiro momento, a criação de áreas metropolitanas foram prioritárias para a execução de políticas de desenvolvimento urbano sob controle federal e estavam associadas a um conjunto de diretrizes que apontavam as grandes cidades como focos principais da manutenção do regime político.

Diferentemente desse contexto, a criação de regiões metropolitanas em Manaus e São Luís ocorre em um período distinto e em contraposição ao modelo da década de 1970. O marco normativo de política urbana pós-Constituição de 1988 permitiu que não mais se associassem as áreas metropolitanas a projetos nacionais. Ao contrário, priorizava-se a autonomia política e econômica das cidades, que por conta da organização territorial e política brasileira estão vinculadas às sedes municipais.

Do ponto de vista da organização, as mudanças possibilitaram a descentralização de poderes e o estabelecimento de regiões metropolitanas passou a ser de competência das esferas estaduais da administração. Na Amazônia, isso se refletiu na criação de entidades metropolitanas, que, em sua maioria, foram institucionalizadas nos anos 2000. Um

dos objetivos dessas entidades (ainda que não explicitamente declarado) é o maior acesso aos recursos destinados a áreas metropolitanas.

Tomada como uma das estratégias atuais de desenvolvimento de política urbana, a institucionalização de regiões metropolitanas passou a ser um elemento de compreensão do tipo de política de planejamento e gestão pensada para esses espaços. As características dos modelos de governança dessas metrópoles foram analisadas a partir da institucionalização de unidades territoriais para a gestão. Nesse caso, propõe-se verificar as origens e transformações nos formatos das políticas de planejamento e gestão para as aglomerações de Belém, Manaus e São Luís, identificando o modelo ao qual estão vinculadas.

BELÉM: RUPTURAS INSTITUCIONAIS NAS POLÍTICAS DE PLANEJAMENTO E GESTÃO

Em Belém, a consolidação de uma região metropolitana nos anos 1970 estava relacionada à condição de Belém como a cidade mais importante da Amazônia, e, de acordo com o contexto da época de implantação da Região Metropolitana de Belém (RMB), a organização política autoritária viabilizava acordos que nem sempre eram previstos por um marco legal. Assim, diferentemente de outras regiões metropolitanas, em Belém não houve a criação de um órgão de coordenação metropolitana investido de competências técnicas e políticas para o planejamento das ações integradas.

A Companhia de Administração e Desenvolvimento da Área Metropolitana de Belém (CODEM), responsável pelas respostas às demandas de caráter metropolitano, foi

criada no âmbito da Prefeitura de Belém, com objetivos de ordenamento da área metropolitana, por meio da elaboração de planos e projetos pautados entre os poderes estadual e federal. Assim, embora a orientação dos planos e projetos tornasse a dimensão metropolitana escala para a solução de problemas da Grande Belém, as competências da CODEM tinham vinculações relacionadas aos problemas da capital, e não de seu espaço metropolitano.

Por outro lado, o contexto político centralizador favoreceu um sistema de gestão em que instâncias, para além da escala municipal, tomavam as principais decisões. Era a instância estadual – o governo do Estado do Pará – que de fato planejava o espaço metropolitano a partir de uma perspectiva nem sempre relacionada às demandas sociais.

Esse momento consolidou um sistema de gestão que foi institucionalizado em 1975 com a normatização do Sistema Estadual de Planejamento (SEP), no âmbito do governo do Estado do Pará, sob a coordenação da Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral (SEPLAN), que passou a ter a função da gestão metropolitana, articulada politicamente aos dois conselhos que permitiam algum tipo de participação no processo decisório de planejamento metropolitano, o Conselho Consultivo (Consul) e o Conselho Deliberativo (Conbel).

Assim, de certa forma, com esse formato, a gestão metropolitana da RMB passou a conviver com dois atores. De um lado, as ações realizadas a partir da CODEM, pensadas para o território municipal. Do outro, o governo estadual viabilizava a criação do Sistema Estadual de Planejamento, mais articulado aos programas de Brasília.

A reflexão sobre esse período destaca a existência de uma política de desenvolvimento nacional orientadora da questão metropolitana que definia linhas gerais, mas não atendia a particularidades relativas à condição amazônica. Nesse sentido, as políticas estaduais deveriam preencher lacunas deixadas pelos principais programas federais, que, ao serem implementados na Amazônia, não contemplavam as dinâmicas regionais.

Ainda que pese a fragilidade do aparato estadual de planejamento e gestão na época, diversas ações foram realizadas, destacando-se a elaboração dos grandes planos metropolitanos dos anos de 1970 e 1980, período em que se concentraram as atividades de planejamento da RMB e foram elaborados os chamados Planos Compreensivos da Grande Belém, modalidade de planejamento bastante utilizada no urbanismo brasileiro nas décadas de 1970 e 1980 (LAMARÃO CORRÊA, 1989).

Essas características foram identificadas por Lopes (2006) como constituintes do modelo de coerção simétrica adotado em plano nacional. É também o caso das práticas de planejamento e gestão na RMB, que conta com ampla atuação de esferas do governo federal, tanto no aspecto político-institucional, como na sustentação financeira e do repertório de ações metropolitanas empreendidas. O contraponto correspondente de perda de poder e autonomia política e financeira dos municípios foi também visualizado em Belém.

De fato, mesmo com a produção tecnoburocrática do período, o planejamento urbano compreensivo ficou restrito a um processo descontínuo de elaboração de planos. O que se observa em Belém até os anos de 1980 é que não foi possível o estabelecimento de uma política que viabilizasse o avanço do

planejamento em relação ao atendimento estrutural de problemas metropolitanos ou que garantisse a articulação setorial proposta no âmbito federal. Tais lacunas favoreceram a ação “espontânea” e contínua do setor privado e a ação fragmentada do setor público.

O encerramento do período de planejamento centralizado para as regiões metropolitanas acompanhou, assim, o término do regime civil-militar brasileiro. A normatização de uma nova forma de organização das regiões metropolitanas, com a incumbência dos governos estaduais como principais responsáveis, teve impacto direto na Região Metropolitana de Belém, que é novamente viabilizada, mas agora em escala estadual, em 1989, com a promulgação da Constituição do Estado do Pará, no capítulo IV, que trata da organização regional do Estado.

Embora inserida na constituição estadual e na política regional do Estado do Pará, o período de praticamente uma década (1988-1995) é marcado pela ausência de regulação para a RMB, que, de fato, somente em 1995 teve viabilizada uma nova conformação, com a sua ampliação decorrente da inclusão de três novos municípios – Marituba, Benevides e Santa Bárbara do Pará, com a lei complementar 27, de 1995. A ampliação por meio da inclusão de novos municípios deu-se em parte motivada pela fragmentação do espaço municipal de Ananindeua. A nova composição da RMB pode ser observada na Figura 1.

Aliado a esse contexto, ao longo de praticamente uma década houve uma disputa no campo eleitoral-administrativo entre os dois partidos que assumiram a primazia política na pós-redemocratização brasileira no âmbito da RMB.

De um lado, o Partido da Social

Democracia Brasileira (PSDB) governou o Estado do Pará no período de 1995 a 2006 em três diferentes gestões. De outro, o Partido dos Trabalhadores (PT), capitaneou uma frente de esquerda que governou o Município de Belém no período 1997-2005, em duas gestões consecutivas.

Ou seja, em um período de tempo similar, partidos políticos distintos, ideologicamente contraditórios e eleitoralmente rivais, com projetos políticos opostos, estavam à frente das duas maiores esferas de intervenção na Região Metropolitana de Belém, o que contribuiu para a falta de maiores condições de mecanismos de coordenação do planejamento e da gestão da metrópole.

Na RMB, que teve um histórico significativo de políticas de caráter metropolitano, com atuação das instituições da esfera federal, a mudança logo se fez notar. Um exemplo dessa mudança foi o processo de construção de planos diretores para os municípios, que passaram a fazer parte da RMB nos anos 1990. Em Belém, que já possuía um plano diretor antes mesmo do advento do Estatuto da Cidade, a dificuldade de pensar a metrópole em sua totalidade se manifestava pela própria inexistência de planos diretores nos demais municípios da malha metropolitana formalmente instituída, caracterizando-se assim como um planejamento estritamente municipal para dar conta de questões que não eram apenas municipais. Com a obrigatoriedade de elaboração dos planos, a partir do Estatuto da Cidade em 2001, os demais municípios da RMB, constituíram seus planos diretores, mas a não comunicabilidade entre eles se manteve. A temporalidade de construção desses planos pode ser observada no Quadro 1.

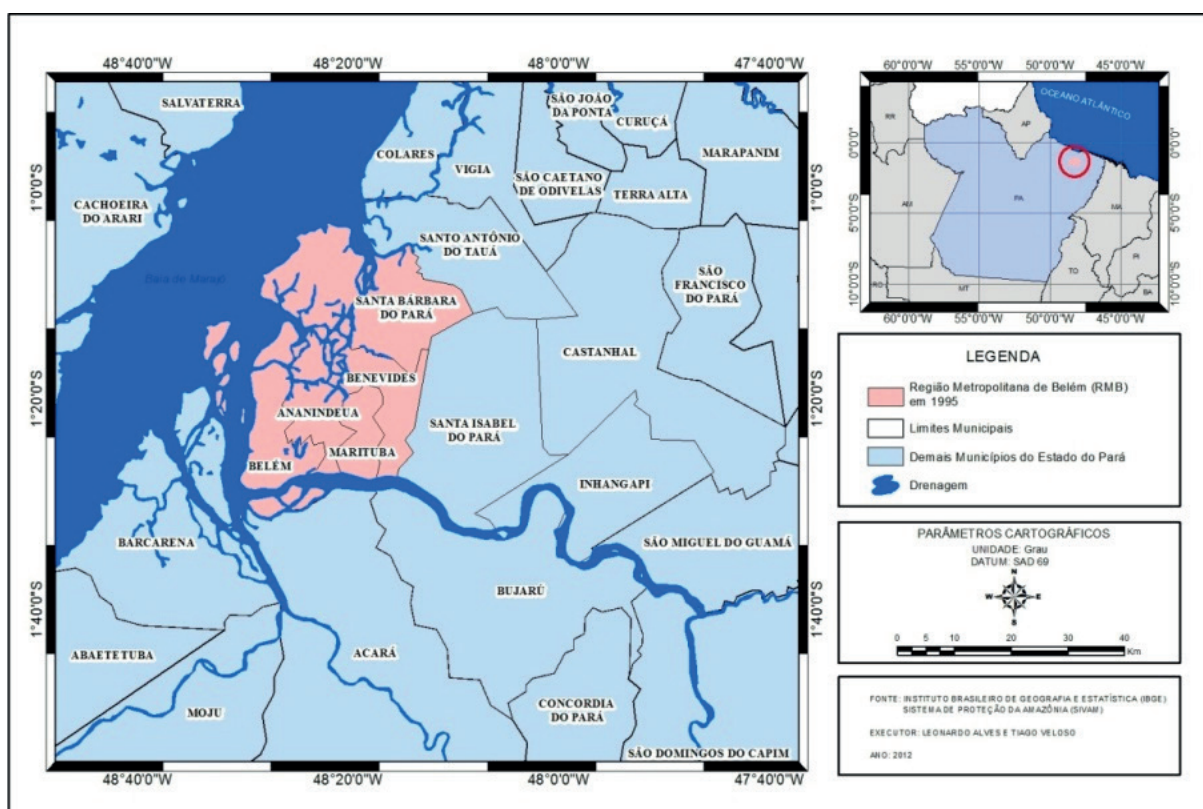


Figura 1. Região Metropolitana de Belém.
Fonte: Veloso (2015).

Quadro 1. RMB: Planos diretores.

MUNICÍPIO	ANO	ÓRGÃO ELABORADOR
Belém	1993	CODEM
Belém	2008	CODEM
Ananindeua	2006	SEPLAM Faculdade de Arquitetura UFRJ
Benevides	2006	SEPLAM
Marituba	2007	SEPLAM
Santa Bárbara do Pará	2006	SEPLAM
Santa Isabel do Pará	2006	SEPLAM
Castanhal	2006	SEPLAM

Fonte: Veloso (2015).

O grau de cooperação entre as municipalidades da RMB, outro elemento de análise, também pode ser quantificado de forma bem pequena, bastante limitado a poucas cooperações técnicas em assuntos setoriais e pouco abrangentes, como pode

ser observado no Quadro 2.

Quadro 2. RMB: Cooperações entre os municípios (1990-2014).

ANO	MUNICÍPIOS	TIPO
1991	Belém e Ananindeua	Protocolo
2012	Belém e Santa Bárbara	Cooperação Técnica
2012	Belém e Marituba	Cooperação Técnica
2012	Belém / CTBEL – Ananindeua / SEMUTRAN	Cooperação Técnica
2013	Governo do Estado do Pará Municípios de Belém, Ananindeua, Marituba, Benevides, Santa Bárbara, Santa Isabel do Pará	Convênio
2013	Ananindeua	Programa (PPA)

Fonte: Veloso (2015).

Ainda assim, em período mais recente, a RMB assumiu formato mais amplo, com as demandas de inclusão de novos municípios. Tais municípios já há algum tempo fazem parte da dinâmica metropolitana, conforme a Figura 2.

Esse cenário de reestruturação metropolitana para a RMB nos leva a considerar as mudanças na política para as regiões metropolitanas no Brasil (AZEVEDO; MARES GUIA, 2000), que, em contraposição à fase de centralização, identificada como modelo de coerção simétrica, ficou caracterizada pela hegemonia da retórica municipalista.

Essa nova hegemonia vai buscar como

principal escala de atuação, para as questões do planejamento urbano, a escala local, o que, no caso brasileiro, nos remete à esfera municipal da administração.

Por todos esses elementos, é possível considerar a RMB em um tipo de gestão que Lopes (2006) denomina de voluntarismo sem modelo na condução das políticas, haja vista as práticas de planejamento adotadas no espaço metropolitano de Belém no período posterior a 1988.

O voluntariado sem modelo na Região Metropolitana de Belém é identificado pela ausência de algum tipo de coordenação em torno da questão metropolitana.

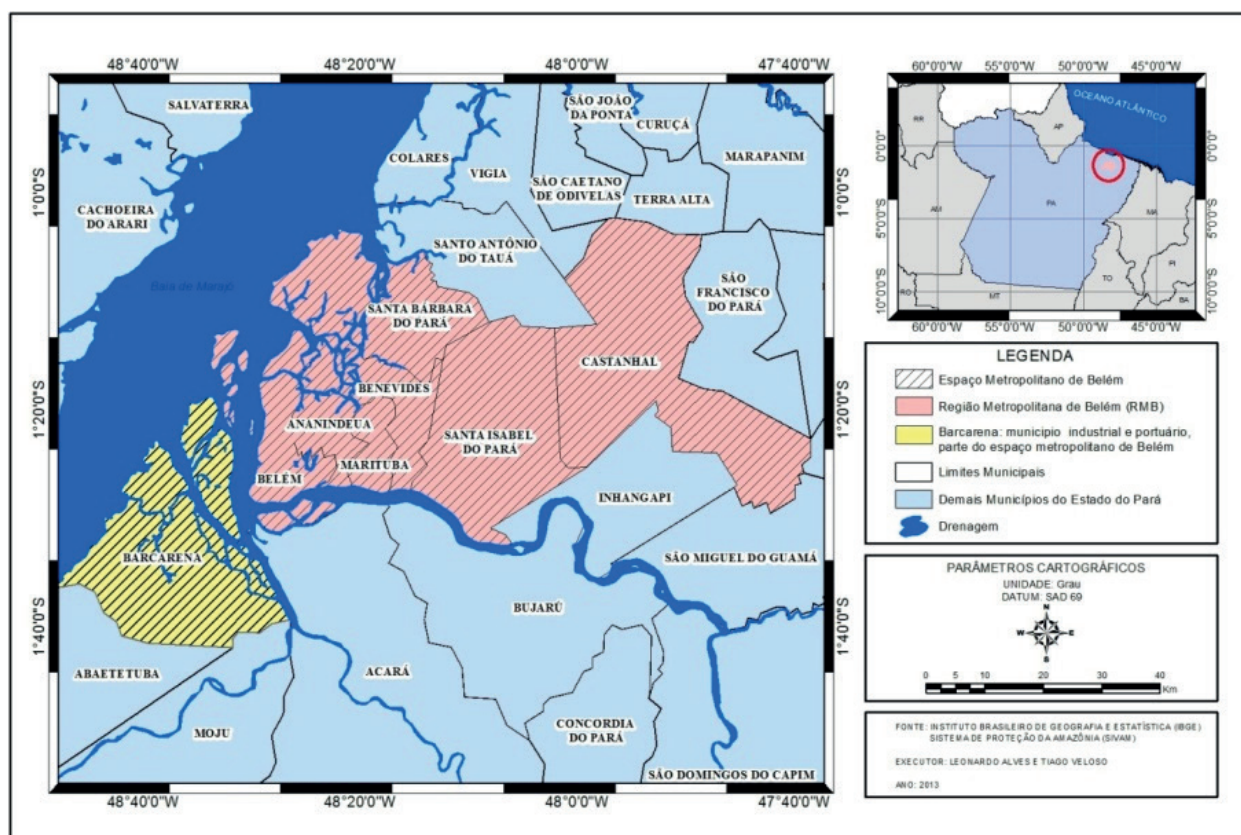


Figura 2. O Espaço Metropolitano de Belém.

Fonte: Veloso (2015).

Assim, os municípios construíram seus planos diretores analisando de forma limitada a realidade metropolitana e sem colocar os instrumentos disponíveis na legislação para atuar nesse contexto.

Nessa realidade, embora a necessidade de cooperação institucional seja latente, até mesmo em virtude dos problemas comuns, em um período de vinte e cinco (1989-2014) tivemos poucas experiências de cooperação

institucional entre os atores, seja o governo estadual ou os governos municipais. Mesmo quando foram constituídas, o foram de maneira descontínua e apenas em questões setoriais. Além disso, as divergências políticas entre as diferentes administrações do Estado e do Município de Belém foram, por um período de quase uma década, de sérios conflitos, que impossibilitaram algum tipo de atuação conjunta entre os dois mais importantes atores nesse espaço.

Se, em um primeiro momento, a marca das práticas voluntaristas é a crítica e a negação das políticas metropolitanas anteriores, principalmente o modelo de coerção simétrica, em um momento posterior as ações executadas são imbuídas de iniciativas de caráter local com ênfase na base territorial municipal e deslocadas de análise acerca das particularidades do espaço metropolitano. Há uma visão parcial, portanto, da questão metropolitana com perspectiva de focalização territorial e de setorização, seja do ponto de vista da escala de atuação, a municipal, seja do ponto de vista do conteúdo das políticas.

A passagem do modelo de gestão metropolitana baseada na coerção simétrica para um voluntarismo sem modelo não se deu de forma tranquila. Houve rupturas no formato de gestão metropolitana adotada até então, com o abandono político e desidratação econômica e financeira da estrutura viabilizada até aquele momento.

Na ausência de um sistema de planejamento e de gestão, as ações que eram necessárias para a metrópole, tomaram duas direções. A primeira, através do governo do Estado do Pará, responsável direto pela regulamentação da nova Região

Metropolitana, conforme a Constituição Federal. Nesse caso, as ações passaram a ser pautadas a partir de grandes obras, em especial as de infraestrutura logística – estradas, terminais de passageiros e cargas – e infraestrutura urbana – saneamento, produção habitacional e transportes¹.

Na segunda direção, passaram a atuar os municípios da Região Metropolitana de Belém, através principalmente da implementação dos mecanismos da política urbana e instrumentos de regulação que, em nível nacional, afirmam o município como base territorial dessas políticas, especialmente o Plano Diretor municipal. Essa direção teve como consequência na RMB uma tentativa por parte dos municípios em planejar o espaço metropolitano a partir da elaboração de seus próprios planos diretores municipais.

Assim, a interpretação da história de constituição da Região Metropolitana de Belém como espaço de planejamento e gestão de políticas para a metrópole pode ser definida como a construção interrompida

¹ Este último tem sido o elemento mais destacado na atuação do governo do Pará desde o início dos anos 1990, em virtude da elaboração, no ano de 1991, do Plano Diretor de Transportes Urbanos (PDTU). No início dos anos 1990, já sob gestões democráticas no âmbito estadual e municipal, foi consolidado o Plano Diretor de Transportes Urbanos de Belém (PDTU), amplo diagnóstico e plano de ação de projetos de transportes urbanos para a Região Metropolitana de Belém, idealizado pelo governo do Estado do Pará e sob coordenação e parceria com a Agência de Cooperação Japonesa (JICA). A partir de um minucioso diagnóstico sobre a realidade metropolitana e viária de Belém elaborou o inventário de dados e obras necessários para a construção de um sistema de transportes metropolitano moderno. Dada a sua seriedade, o projeto original (PDTU) até hoje segue como a principal referência de intervenções na área de planejamento urbano e transportes metropolitanos de Belém e, embora sob diferentes gestões tenha sido atualizada sua base de dados. Em 2003, sob a gestão do governador Simão Jatene (PSDB), recebeu a primeira atualização e ficou com a denominação Via Metrópole. Em 2007, sob gestão da então governadora Ana Júlia Carepa (PT), recebe nova atualização e fica com a denominação de “Ação Metrópole”.

de uma unidade de gestão territorial que, ao longo do seu período de existência, tornou-se refém de um tipo de trajetória dependente que provocou o seu enfraquecimento, em virtude das mudanças no panorama político nacional e regional.

Esse enfraquecimento ficou marcado quando da alteração do momento de execução de políticas de planejamento e gestão baseados em modelos de coerção simétrica, que contavam com forte apoio econômico-financeiro da esfera federal para o momento posterior, marcado por um tipo de voluntarismo sem modelo, que após a década de 1990, apesar de alguns esforços institucionais, redundaram apenas em políticas, que até o presente momento, mostraram-se drasticamente setorializadas e permanentemente fragmentadas.

MANAUS: O PLANEJAMENTO E A GESTÃO COMO INSTRUMENTOS DA INSERÇÃO INTERNACIONAL

A criação da Região Metropolitana de Manaus (RMM) deu-se de forma recente. Já inserida no período de criação de regiões metropolitanas do pós-Constituição de 1988 e com uma realidade metropolitana que, até o momento, encontra-se limitada à área do Município de Manaus, com pouca articulação com municípios vizinhos. A institucionalização da região metropolitana se deu por motivações político-administrativas. Nogueira (2010; 2011, p. 191) relata da seguinte forma o processo de criação da RMM:

quando surgiu a discussão a propósito da criação da Região Metropolitana de Manaus,

o projeto elaborado na Assembleia Legislativa do Estado não era de conhecimento dos prefeitos dos municípios, nem mesmo o da capital. Lideranças do governo do Estado afirmaram que tal propósito surgiu com uma solicitação de recursos federais, quando em visita a Brasília, o então governador Eduardo Braga obteve como resposta, no gabinete da Casa Civil do governo federal, que só havia recursos prioritários para as regiões metropolitanas e que Manaus não se enquadrava nesse critério. A alternativa, então foi fazer esse território, operação de recorte territorial e institucionalizando dentro das normas da legislação estadual, o espaço o normativo.

Assim nasceu a Região Metropolitana de Manaus composta dos municípios de Rio Preto da Eva, Presidente Figueiredo, Iranduba, Novo Airão, Careiro da Várzea, Manacapuru e Itacoatiara. Isso é bastante significativo, posto que a realidade metropolitana de Manaus é bastante diversa do aspecto mais comum da metropolização brasileira. A concentração econômica e demográfica de Manaus, possibilitada pela Zona Franca e o Polo Industrial configuraram uma metrópole que, até o momento, limita-se ao seu município núcleo.

Ainda assim, com essa particularidade, a criação da Região Metropolitana com vários municípios, obedeceu aos mesmos critérios utilizados para a forma comum de metropolização no Brasil, o espraiamento urbano da cidade central para municípios adjacentes para fins de acesso a recursos que estariam destinados a essas entidades.

Para Nogueira (2010), isso mostra como a RMM (Figura 3) é utilizada como ferramenta de planejamento, pois demonstra a possibilidade que o poder político tem de manipular o espaço, institucionalizando-o como fato, ainda que no aspecto funcional, a Região Metropolitana de Manaus esteja distante de apresentar as características

de conurbação, de intensificação de fixos e fluxos intermunicipais, de dispersão metropolitana, de periferação intermunicipal das classes populares ou de suburbanização de classes médias.

Em Manaus, são verificadas as características que, segundo Lopes (2006), marcam o período pós-Constituição de 1988 na construção de um arcabouço normativo de regiões metropolitanas. Na criação da RMM houve predomínio de ações

e iniciativas que configuram um arranjo que pouco tem a ver com a realidade de fixos, fluxos e abrangência territorial que caracterizam Manaus como a metrópole da Amazônia ocidental.

A questão em torno da institucionalização da Região Metropolitana de Manaus é que o processo de metropolização se consolida com o Polo Industrial e a Zona Franca no final da década de 1960, elementos que contribuíram para uma configuração da malha urbana concentrada.

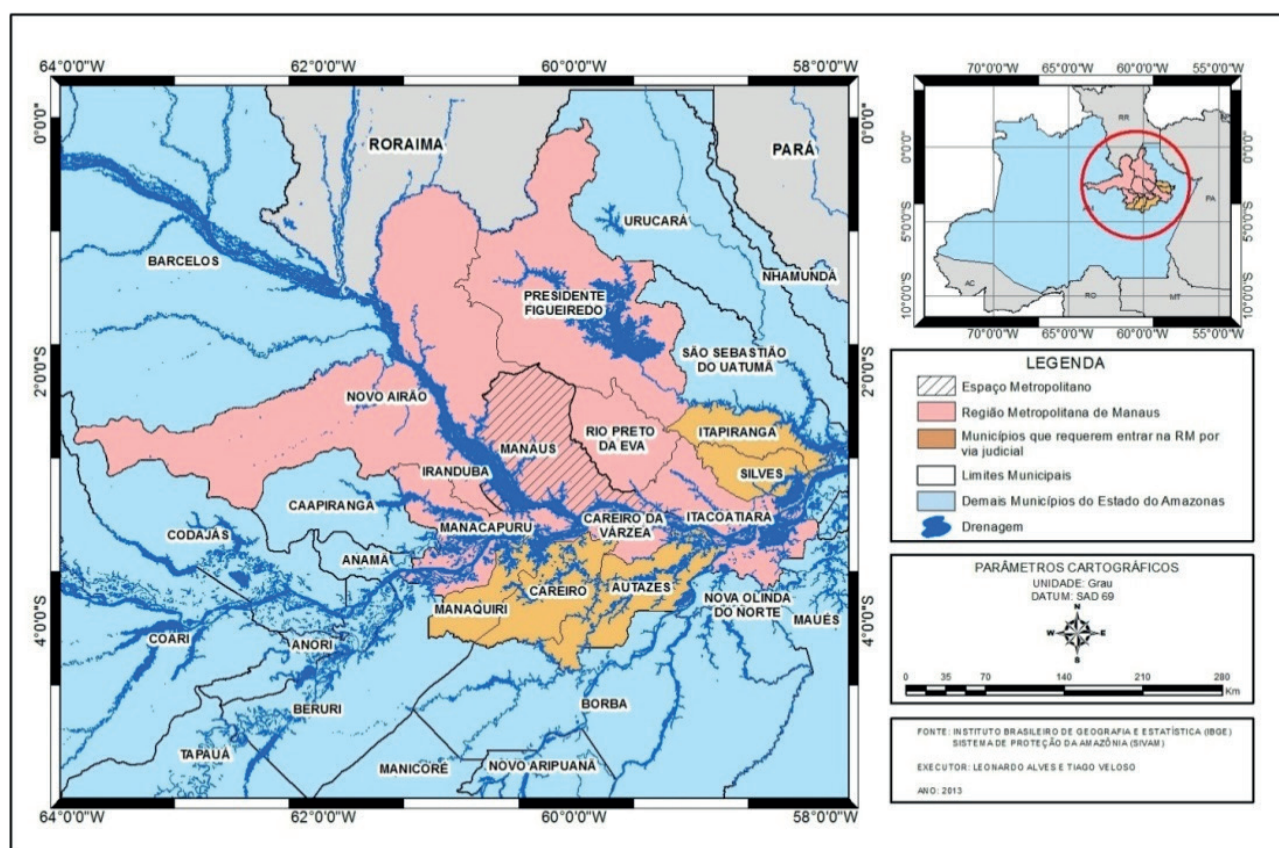


Figura 3. A Região Metropolitana de Manaus.

Fonte: Veloso (2015).

No entanto, apesar dessas diferenciações, a política metropolitana adotada foi justamente a de consolidação de uma área metropolitana que considera um arranjo intermunicipal, ou seja, a criação

de uma região metropolitana composta por vários municípios adjacentes a Manaus, apesar da realidade do espaço metropolitano manauara ser quase que exclusivamente municipal, a ponto do Município de Manaus

apresentar dois milhões de habitantes, cerca de metade da população do Estado do Amazonas.

Por outro lado, há de se considerar que a constituição da Região Metropolitana de Manaus não surge como uma unidade de gestão dos denominados “interesses comuns”. Partindo dessa interpretação, é necessário verificar a Região Metropolitana de Manaus como uma estratégia específica de legitimação de interesses de agentes diversos.

Os setores de mercado, por exemplo, o imobiliário, são relevantes na expansão da malha urbano-metropolitana de Manaus. Para Sousa (2013), a expansão da malha urbana para outros municípios, embora possa ter um elevado custo, agrega-se a outros interesses ligados aos rendimentos imobiliários, envolvendo comércio e serviços, o que fortalece a decisão de se investir na incorporação de novos espaços para o processo de urbanização (SOUSA, 2013). Há, portanto, uma estreita relação entre a construção dos grandes objetos que viabilizam a fluidez do espaço metropolitano e as necessidades de mercado, aliadas às estratégias de gestão governamentais. Como expressão dessa inter-relação, a ponte sobre o Rio Negro teve sua aprovação anunciada pelo governo do Estado do Amazonas em maio de 2007, apenas um mês após a criação da RMM (SOUSA, 2013). Para Sousa (2013), não há dúvida de que a ponte sobre o Rio Negro e a criação da RMM estimula a desconcentração espacial urbana de Manaus, em função dos novos espaços incorporados à dinâmica urbana da capital (SOUSA, 2013).

Nesse caso, as ações têm sido amplamente incentivadas no planejamento e

na gestão da metrópole, e foi um dos principais elementos considerados na construção da ponte sobre o Rio Negro, que, finalmente, superou o obstáculo natural ao crescimento da metrópole, conforme destaca o Plano de Desenvolvimento Sustentável e Integrado da Região Metropolitana de Manaus, principal plano de diretrizes para expansão da RMM:

A ligação a ser operacionalizada, através da Ponte, demandará uma continuidade urbana entre a Ponte e a margem direita do Rio Negro com bolsões de Condomínios e Resorts de alto padrão, bolsões de desenvolvimento socioeconômico com os novos bairros residenciais e de produção (AMAZONAS, 2012, p. 156).

Isso aparece com destaque, por exemplo, no PDRMM, que indica para onde deve ser direcionado o crescimento da Manaus metrópole, mas também que tipo de crescimento e atividades devem ser estimuladas. Considerando o entorno de Manaus como um espaço metropolitano a ser consolidado, o Município de Iranduba, mais fortemente impactado pela construção da ponte, é reconhecido nas políticas de planejamento e gestão como área de expansão imediata da malha metropolitana de Manaus.

A institucionalização da Região Metropolitana tem, portanto, uma dimensão do planejamento realizado pelo governo do Estado do Amazonas que compreende a mesma como instrumento de gestão territorial. Esse perfil de Região Metropolitana do qual trata o Governo do Amazonas estão relacionados à tentativa e ao desejo de setores políticos do Amazonas na ampliação do modelo de incentivos fiscais do Polo Industrial de Manaus e da Zona Franca

para toda a área da Região Metropolitana, como afirma o governador amazonense em discurso exposto no Plano Metropolitano:

Neste passo, é chegado o momento de se ampliar a diversificar as atividades empresariais em outra escala e localização, contemplando todas as cidades que formam a região metropolitana, com destaque aquelas do interior do Estado, Iranduba, Manacapuru, Novo Airão, Presidente Figueiredo, Rio Preto da Eva, Careiro da Várzea e Itacoatiara, a partir de uma decisiva transformação estrutural, centrada na implementação de novas plantas industriais, na esteira de expansão do modelo do PIM (AMAZONAS, 2012, p. 06).

Essa intenção aparece não somente nos documentos oficiais do planejamento e da gestão metropolitana para Manaus, posto que para diferentes agentes do planejamento e da execução das políticas metropolitanas, a RMM é compreendida como um elemento potencial que configura a realização de um projeto maior de desenvolvimento do Amazonas, relacionado à manutenção e a ampliação do padrão de desenvolvimento industrial manauara colocado pós-década de 1960, propiciado pela ZFM e pelo PIM.

Tomadas em conjunto, percebe-se que as políticas de planejamento e gestão e as ações e iniciativas de intervenção no espaço metropolitano de Manaus apresentam um grau razoável de coordenação, ao menos quando se verifica o comando da esfera estadual. Assim, o envolvimento do governo do Estado do Amazonas nas políticas de planejamento e de gestão em Manaus é um aspecto de um projeto de desenvolvimento maior:

O Governo do Estado é, em última instância, o grande fiador desse projeto de desenvolvimento estratégico, cujo esforço de realização terá como norte, a consolidação das aspirações dos cidadãos que vivem na Região Metropolitana de Manaus, assim como aqueles que residem

em outras áreas do Estado e que, de alguma maneira, interagem com a metrópole de todos os amazonenses (AMAZONAS, 2012, p. 07).

Esse quadro faz com que, em Manaus, o sistema de planejamento e gestão metropolitana esteja basicamente constituído e executado pelas instituições estaduais, como o governo do Amazonas e seus órgãos setoriais coordenando as ações, fazendo com que os agentes municipais de Manaus, e mesmo de outras cidades que compõem a RMM, fiquem isolados e distantes do processo de planejamento para a metrópole. O distanciamento das políticas de planejamento e gestão metropolitana executadas e/ou elaboradas pelo governo do Amazonas em relação aos municípios da RMM, não se dá pela falta de aproximação entre as administrações estaduais e municipais; ao contrário, trata-se de uma escolha racional da escala estadual que busca na RMM uma unidade de gestão territorial para suas intervenções. Para compreender esse fenômeno é necessário entender a realidade política do Amazonas, na qual a maior parte da população está em Manaus, fato que tem repercussões político-eleitorais e faz com que a disputa política estadual seja decidida pelo eleitorado da capital².

Por outro lado, essa estrutura proporcionada pelo governo do Estado não passa despercebida pelos agentes municipais, e, indo de encontro a essa estrutura, a prefeitura de Manaus a partir de seu Instituto de Planejamento Urbano e

² A relação existente entre o cargo de prefeito de Manaus e de governador do Amazonas destaca-se nesse cenário e é representativa na política amazonense da importância de Manaus em relação ao Amazonas. Considerando apenas o período democrático recente e os prefeitos e governadores eleitos, verificamos que dois personagens foram prefeitos de Manaus e governadores do Amazonas. Amazonino Mendes foi prefeito por duas vezes (1993-1994 e 2008-2012) e governador por três mandatos (1987-1990, 1995-1999 e 1999-2003). Eduardo Braga foi prefeito (1994-1996) e governador por dois mandatos (2003-2007 e 2007-2011).

Ordem Social (IMPURB), tece algumas críticas à institucionalização da Região Metropolitana, realizada sem consultas às instâncias municipais e com os efeitos provocados pelas políticas. A ausência de coordenação governo estadual – prefeituras também é reafirmada por gestores municipais, quando questionados sobre a participação municipal na elaboração e execução das políticas metropolitanas pensadas a partir do Plano Metropolitano proposto pelo executivo estadual.

Assim, pode-se afirmar que a RMM serve como instrumento de aprofundamento da reprodução ampliada do capital incentivado pelo Estado, que exerce esta função de duas formas. A primeira, com a institucionalização de uma unidade de gestão territorial como a Região Metropolitana, que serve de apoio formal para a elaboração e execução de políticas de planejamento e de gestão do espaço metropolitano de Manaus, sem necessariamente passar por gestões consorciadas com os municípios constituintes dessa RM. A RMM, nesse caso, tem um papel como território quase que exclusivo das dinâmicas estimuladas pela escala estadual da administração. Em segundo lugar tem-se a construção de “grandes objetos” que são pontos de apoio à nova dinâmica metropolitana pretendida.

SÃO LUÍS: PLANEJAMENTO E GESTÃO METROPOLITANA E A MEDIAÇÃO DE CONFLITOS POLÍTICO-ADMINISTRATIVOS

A Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL), Figura 4, foi oficialmente criada a partir de Lei estadual 038 de 1998, obedecendo à Constituição Estadual do Maranhão de 1989. Sua composição original

é formada pelos Municípios de São Luís, Raposa, São José do Ribamar e Paço do Lumiar. Em 2003, nova redação, sob a Lei Complementar Estadual 069, inclui o Município de Alcântara. Mais recentemente, em 2013, os Municípios de Bacabeira, Rosário e Santa Rita foram incorporados a RMGSL, totalizando agora oito municípios constituintes.

Os conflitos entre a esfera estadual e a esfera municipal (especialmente a Prefeitura de São Luís) se manifestaram em torno de como realizar a institucionalização da Região Metropolitana da Grande São Luís. Este processo foi marcado por disputas acerca de seu funcionamento e execução das políticas, bem de acordo com a nova realidade da política urbana brasileira, que nos anos 1990 tendeu ao localismo e ao municipalismo.

Ou seja, mesmo com dispositivos que garantem a autonomia municipal em relação às outras esferas administrativas, o grau de incerteza institucional fez com que se buscasse evitar qualquer interpretação que atrelasse a institucionalização metropolitana à perda da autonomia municipal. Em virtude das disputas em torno da região metropolitana e do modelo de gestão, somente na década de 2000, a Assembleia Legislativa retoma a discussão sobre a institucionalização de regiões metropolitanas no Estado.

Adificuldade inicial da institucionalização da gestão metropolitana em São Luís deveu-se à formação de um órgão constituído por representantes de cada governo municipal da Região Metropolitana e também do governo estadual, ficando a participação popular regulamentada no regimento interno.

Este contexto conflituoso, segundo Cordeiro (2009), intensifica-se a partir de

2002, visto que a Região Metropolitana da Grande São Luís já era uma realidade legal desde 1998. Trata-se agora de ocupação dos espaços para conduzir as políticas. Nesse caso, quem dá o primeiro passo nesse sentido é a Prefeitura Municipal de São Luís, quando

por meio da Lei Municipal nº 4.128 cria a Secretaria de Articulação e Desenvolvimento Metropolitano (SADEM), cuja justificativa é a necessidade de implementar a Região Metropolitana como instrumento de gestão.

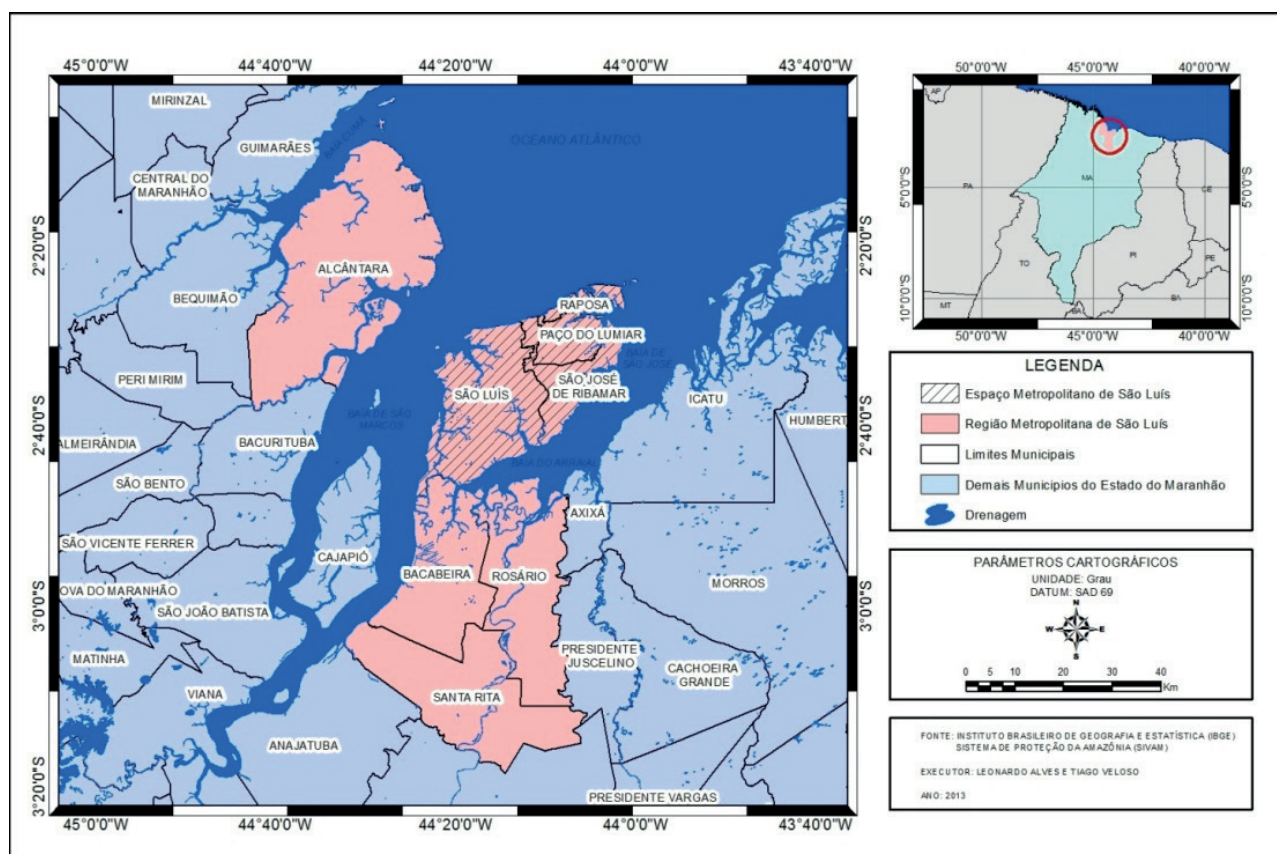


Figura 4. Região Metropolitana de São Luís.
Fonte: Veloso (2015).

No aspecto político, a utilidade da existência de um órgão específico na Prefeitura, era tornar o executivo apto a liderar a coordenação da gestão. Além da SADEM, o Instituto de Pesquisas de São Luís (INCID), passou a realizar pesquisas e estudos sobre a situação de questões metropolitanas em São Luís.

Por outro lado, a movimentação não ficou restrita apenas à esfera municipal. Por parte do governo estadual, uma série

de encontros setoriais para discutir as questões consideradas metropolitanas foram realizados ao longo de 2008, com participação significativa de setores da sociedade civil, e que culminaram com a criação da Secretaria de Articulação Metropolitana, ligada diretamente à Casa Civil do Governo do Estado do Maranhão, demonstrando a importância dada a questão.

Além disso, as discussões acerca da inclusão de outros municípios na RMGSL

se fortaleceram. Esse é mais um indício do conflito entre escalas administrativas que permeiam qualquer tipo de articulação entre a esfera municipal e a esfera estadual, dado que na última década estes grupos têm se enfrentado eleitoralmente e ocupado espaços nas esferas administrativas estadual e municipal. Nesse caso, é sintomática a escolha do prefeito de um Município da RMGSL, de São José de Ribamar, para assumir a Casa Civil do Governo do Estado e atrelar a ela a coordenação metropolitana. Uma das táticas utilizadas pelo governo do Estado do Maranhão para manter e expandir a influência política na metrópole é negociar politicamente de forma mais próxima com os municípios que fazem parte do entorno, relegando a São Luís uma posição periférica na condução do processo, posto que excluir a capital seria inviável em aspectos políticos.

Tais exemplos demonstram a dificuldade de estabelecer políticas comuns para o espaço metropolitano de São Luís, através de arranjos que se mostram conflituosos do ponto de vista político. Nesse caso, esses arranjos estão imbricados nas disputas por influência na capital, por parte do governo do Estado e, também da Prefeitura de São Luís.

Ainda assim, algumas mudanças têm sido verificadas na condução do processo de construção do sistema de gestão, apontando na direção de compartilhamentos, mesmo que estes sejam residuais. Ou seja, apesar das dificuldades do compartilhamento e dos conflitos político-administrativos, é possível pensar a possibilidade de bases para o planejamento e a gestão a partir de responsabilidades consensuadas dos entes administrativos. Assim, a elaboração de um sistema de planejamento e da gestão político-

institucional do espaço metropolitano, não é necessariamente um elemento central. Ainda que seja uma variável utilizada pelos agentes políticos, há, de fato, a tentativa de se estabelecer um arranjo de gestão, mesmo que este, a todo momento esteja sendo construído não em torno de uma agenda compartilhada, mas de interesses das diferentes escalas de governo.

De outra maneira, pode-se afirmar que a configuração de uma região metropolitana institucionalizada e a fragilidade de um sistema de planejamento e gestão urbana são também consequências de uma resposta em relação aos investimentos que estão interferindo na produção do espaço metropolitano de São Luís a partir da chegada de projetos econômicos regionais. A existência de iniciativas sobre a criação da instância metropolitana em São Luís está de acordo com as grandes ondas de investimentos e projetos econômicos na Amazônia desde os anos 1970. Se em um primeiro momento este pensamento não foi consolidado em virtude mesmo da ausência de possibilidades em escala estadual, agora, com uma segunda onda de investimentos, públicos e privados, consolida-se uma malha urbano-metropolitana que serve também como ponto de apoio de um complexo logístico que destina a produção e a exportação da riqueza amazônica aos mercados internacionais, especialmente o asiático.

Nesse caso, esse sistema de planejamento e gestão recentemente colocado em prática para a RMGSL, é implementado a partir de alguns elementos, dentre eles: a) normatização da região metropolitana; b) tentativa de implantação de gestão institucional, sem necessariamente partir

de acordos entre as instâncias municipais e estadual de administração; c) necessidade de maior articulação intermunicipal em virtude da chegada de novos empreendimentos logísticos em São Luís e nos demais municípios da Região Metropolitana; d) intensificação dos empreendimentos imobiliários.

Esse sistema, ainda embrionário, tem sido conduzido na direção de duas instâncias separadas de liderança da gestão metropolitana. Uma com atuação mais forte do governo do Estado do Maranhão, especialmente a partir de sua Casa Civil e da Secretaria de Assuntos Metropolitanos. A outra instância está presente na estrutura da Prefeitura de São Luís, com a Secretaria Municipal de Articulação Metropolitana e, em menor grau o Instituto da Cidade. Nesse caso, destaca-se a existência de uma variedade de instituições constituintes da composição do sistema, o que difere de outros arranjos monolíticos.

De fato, apesar de existirem instâncias políticas e administrativas para tratar do tema, as ligações são fracas, mesmo entre as instâncias da mesma escala. Há, também, um distanciamento entre as escalas, notadamente entre o governo do Estado do Maranhão e a Prefeitura de São Luís. Até o momento, o executivo estadual muitas vezes trata de temas ligados à gestão metropolitana com os outros municípios da RMGSL, mas não dialogando com a capital, o que se explica pelas disputas políticas já apresentadas.

O Estado tenta comandar o planejamento deixando São Luís de lado em virtude de disputas políticas. Essa ação não contribui em prol de um tipo de gestão compartilhada da Região Metropolitana. Ao contrário, apesar da retórica em torno

da participação e mesmo da criação de instituições voltadas para a questão metropolitana, esta ainda não se apresenta como um sistema coerente de planejamento e de gestão para a metrópole.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Analisando os aspectos das políticas de planejamento e gestão metropolitana das três metrópoles da região amazônica – Belém, Manaus, São Luís – é necessário reconhecer que se trata inegavelmente, de três realidades distintas que parecem corroborar para a compreensão das particularidades sub-regionais no espaço amazônico e que se expressam por meio de três formas metropolitanas que são, ao mesmo tempo, produto, condição e meio da dinâmica que se verifica em escala sub-regional.

Sendo assim, as políticas de planejamento e gestão mostraram um perfil distinto, variando essa diferenciação pelo formato e período de criação das regiões metropolitanas e pela sua diversidade de ajustamento políticos e de estruturas urbanas.

Em Belém, a Região Metropolitana mais antiga representou a possibilidade de intervenções da esfera federal da administração na então maior cidade da Amazônia e obedeciam a um imperativo de controle e gestão do território. Quando da mudança no perfil das políticas urbanas em nível nacional, já na década de 1990, a estrutura de planejamento e gestão é parcialmente desmontada e a RMB passa a ser progressivamente utilizada como instrumento de reestruturação urbana de Belém através das intervenções do governo do Estado do Pará.

Diferentemente, em Manaus, a instituição de uma Região Metropolitana, bem como de um sistema de planejamento e gestão está diretamente relacionada ao aprofundamento do projeto de construção de uma cidade de perfil internacional, no qual a existência de uma escala metropolitana de atuação é um instrumento do Estado do Amazonas a partir de grandes objetos de infraestrutura e do mercado, com a reprodução ampliada do capital (especialmente o imobiliário), amplamente incentivada pelo Estado.

Em São Luís, a institucionalização de uma região metropolitana tem se apresentado como um instrumento de disputa da gestão territorial do Governo do Estado em relação à capital, São Luís. Essa disputa, orientada pelos dois grupos políticos principais que nas últimas décadas disputam o comando das esferas administrativas, dá-se ora através de negociações, ora através de controles e acordos, em cada contexto, e considerando ainda os municípios adjacentes. A existência desse conflito também possibilita algumas brechas para a construção de cooperação de “baixo para cima”, como o realizado entre alguns municípios que compõem a região metropolitana da Grande São Luís, por fora das estruturas institucionais *top-down*. Assim, há uma verdadeira disputa entre as estruturas institucionais do Governo do Estado do Maranhão e da Prefeitura de São Luís pela primazia do planejamento e da gestão metropolitana.

Tomando essas características como referência substantiva dos sistemas de planejamento e gestão, conclui-se que, em um aspecto, essas políticas não têm apresentado capacidade de conduzir a

atuação de uma política de desenvolvimento metropolitano em âmbito regional. Sendo assim, nas referências de análise observam-se políticas de planejamento e gestão que têm uma expressão de efetividade, tendo em vista a legitimidade da Região Metropolitana como unidade de gestão territorial urbana. Entretanto, apenas o reconhecimento efetivo desses espaços institucionais, não se traduz em garantia de eficiência e eficácia das políticas de planejamento e gestão desenvolvidas, particularmente quando se trata de serviços públicos comuns.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, S.; MARES GUIA, V. R. Reforma do estado e federalismo: os desafios, experiência e realidade locais. In: QUEIRÓZ RIBEIRO, L. C. (Org.) **O futuro das metrópoles**. Rio de Janeiro: Revan/FASE, 2000.

BECKER, B. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias Estratégicas*. Brasília, n. 12, 2001, p. 135-159.

CORDEIRO, E. C.; DINIZ, J. S. Região Metropolitana da Grande São Luís: sua(s) constituição(ões) e atuais dilemas para gestão intergovernamental. *Ciências Humanas em Revista*, São Luís, v. 7, n. 2. 2009.

DAVIDOVICH, F. “A volta da metrópole” no Brasil. In: RIBEIRO, L. C. Q. (Org.). **Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito**. São Paulo: Ed. Perseu Abramo, 2004.

LAMARÃO CORRÊA, A. J. **O espaço das ilusões: planos compreensivos e planejamento urbano na RMB**. 1989. 339f. Dissertação (Mestrado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará. Belém, 1989.

LISBOA JÚNIOR. O sistema gestor da Região Metropolitana de Belém. **Metrópolis em Revista** (Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba), Curitiba, n. 3, p. 21-28, 2001.

LOPES, A. Gestão Metropolitana no Brasil: da coerção simétrica ao voluntarismo sem com resultados. In: SILVA, C. A.; FREIRE, D. G.; OLIVEIRA, F. J. G. **Metrópoles**: Governo, Sociedade e Território. Rio de Janeiro: DP & A; FAPERJ, 2006.

OLIVEIRA, J. A.; SCHOR, T. Manaus: transformações e permanências, do forte à metrópole regional. In: CASTRO, E. (Org.). **Cidades na floresta**. São Paulo: Anablume, 2009. p. 13-39.

NOGUEIRA, J. B. Política e território: invenção de uma região metropolitana. **Revista Percursos**: sociedade, natureza e cultura, Curitiba, n. 11, p. 179-196, 2010-2011.

SOUSA, I. S. **A ponte Rio Negro e a Região Metropolitana de Manaus**: adequações no espaço urbano-regional à reprodução do capital. 2013. 249f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. C. **A cidade dispersa**: os novos espaços de assentamentos em Belém e a reestruturação metropolitana. 1998. 394f. Tese (Doutorado). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

_____. **A natureza da urbanização na Amazônia e sua expressão metropolitana**. Revista Geografares, Vitória, v. 1, n. 1, jun. 2000.

_____. **Reestruturação metropolitana e partilhas territoriais**: a configuração de novas territorialidades na área de expansão urbana de Belém. Universidade Federal do

Pará, 2002. Monografia.

_____. **Grandes projetos, urbanização do território e metropolização na Amazônia**. Revista Terra Livre, São Paulo, v. 26, p. 177-194, 2006.

_____. **Cidades na floresta**: os grandes objetos como expressões do meio técnico-científico informacional no espaço amazônico. Revista IEB, São Paulo, n. 50, p. 13-138, set./mar. 2010a.

TRINDADE JÚNIOR, S. C. C; BARBOSA, E. J. S. **Reestruturação metropolitana na Amazônia oriental**: empreendimentos econômicos e dispersão urbana na área de influência imediata de Belém. (no prelo), 2014.

VELOSO, T. S. **Metrópole e Região na Amazônia**: trajetórias do planejamento e da gestão metropolitana em Belém, Manaus e São Luís. 2015. 276 f. Tese (Doutorado) – Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

Viabilidade econômico-financeira no processo de criação de novos municípios: análise do município de Santa Bárbara do Pará

Economic and financial viability in the creation of new municipalities process: analysis of the municipality Santa Bárbara do Pará

Ailton Pires de Lima

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA/Campus Belém). Bacharel e Licenciado em Geografia (UFPA), Mestre em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local (NUMA/UFPA). **Endereço:** Av. Presidente Vargas, 780 – Campina – CEP: 66017-000 - Belém – Pará - Brasil. **E-mail:** ailton.lima@ymail.com

Neila W. de S. Cabral

Docente no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA/Campus Belém). Bacharel em Turismo (UFPA), Mestre em Planejamento do Desenvolvimento e Doutora em Ciências Socioambientais (NAEA/UFPA).

RESUMO

Atualmente, diversas localidades por todo o Brasil se empenham em se tornar municípios. Entretanto, desde 1996 a Lei 15/96 suspendeu o processo de emancipação que havia sido retomado com a Constituição de 1988. A nova Constituição permitiu às Assembleias Legislativas o poder de regulamentar a Lei e estabelecer os critérios mínimos de viabilidade para a criação de um novo município. Como nesse período houve um surto emancipatório, o governo federal, por meio do Congresso Nacional, editou uma emenda constitucional devolvendo ao próprio Congresso a prerrogativa de regulamentar a matéria, bem como, definir os critérios para a elaboração do Estudo de Viabilidade. Em 2008, o Senado Federal aprovou uma proposta de regulamentação da Lei e apresentou em anexo os critérios para a elaboração dos Estudos de Viabilidade que compreende: a Viabilidade Econômico-Financeira; a Viabilidade Político-Administrativa; e a Viabilidade Socioambiental Urbana. Assim, o objetivo deste trabalho é analisar a situação econômico-financeira da Prefeitura Municipal de Santa Bárbara do Pará, no período de 2004 a 2009 e demonstrar a situação econômica e financeira desta Prefeitura no período analisado, mostrando os fatores positivos e negativos ocorridos nestes exercícios e verificando se o município, que foi instalado em 1993, se enquadra nas exigências da atual Lei.

Palavras-chave: Viabilidade. Criação de municípios. Santa Bárbara do Pará.

ABSTRACT

Currently, various localities throughout Brazil are attempting to become municipalities. However, since 1996 the Law 15/96 suspended the process of emancipation that had been restarted with the Constitution of 1988. The new Constitution allowed Legislative Assemblies to regulate the Law and establish the minimum criteria of feasibility for the creation of a new municipality. As in this period there was an "emancipatory outbreak", the federal government, through the National Congress, enacted a constitutional amendment bringing back to the Congress itself the prerogative to regulate this matter as well as to set the criteria for the Feasibility Study preparation. In 2008, the Senate approved a proposal for a regulation of Law and presented the criteria for the preparation of feasibility studies, comprising of: Economic and Financial feasibility; Political-Administrative feasibility; and Urban and Environmental feasibility. The objective of the present work is to analyze the economic and financial situation of the Municipality of Santa Bárbara do Pará, in the period from 2004 to 2009, showing the positive and negative factors that occurred in this period and to verify whether the municipality, which was installed in 1993, fits into the requirements of the current law.

Keywords: Viability. Creation of municipalities. Santa Bárbara do Pará.

INTRODUÇÃO

Historicamente o processo de emancipação municipal se deu a partir de uma disputa por seu controle entre as esferas federal e estadual. Na Constituição de 1967, o artigo 14 e Lei complementar n.º 1 estabeleceram requisitos mínimos de população e renda pública, bem como sobre a forma de consulta prévia. Esses requisitos eram uniformes para todo o país.

A Constituição de 1988, em seu Art. 18, estabeleceu que os requisitos mínimos para a criação, incorporação, fusão e desmembramento de municípios passariam a ser definidos por lei complementar dos estados, votadas nas Assembleias Legislativas.

No período entre 1980 e 2001, foram criados 1550 municípios no Brasil, sendo que, deste montante, 60 no Estado do Pará.

A edição da Emenda Constitucional (EC) n.º 15 de 1996 paralisou a criação de novos municípios, repassando ao Congresso Nacional a prerrogativa de regulamentar o Art. 18 da Constituição Federal, por meio de Lei Complementar que determina os procedimentos para a criação, a incorporação, a fusão e o desmembramento de municípios.

Sabe-se que a EC n.º 15/1996 nasceu para frear as emancipações e por isso voltou a centralizar na União a decisão quanto aos critérios mínimos para viabilizar a criação de novos municípios.

Não obstante a aplicação desta lei, o movimento emancipatório continuou vivo e forte em todo Brasil. No Estado do Pará, há 29 processos de emancipação na Assembleia Legislativa esperando a definição da Lei. Existe também um expressivo movimento de lideranças políticas e comunitárias

mobilizando para pressionar os representantes no Congresso Nacional

Em outubro de 2008, o Senado Federal aprovou o Substitutivo ao Projeto de Lei Complementar (n.º 98, de 2002), que regulamenta o procedimento para criação dos novos municípios. O projeto foi encaminhado à Câmara dos Deputados, que deverá apreciar a matéria e, caso seja aprovada, deverá encaminhar para a sanção da Presidência da República.

O projeto de Lei Complementar do Senado define, entre outras coisas, que, para a criação, a incorporação, a fusão e o desmembramento de Municípios, será necessária a realização de Estudo de Viabilidade Municipal e de consulta prévia, mediante plebiscito, às populações dos municípios envolvidos, por meio de lei estadual, obedecidos os procedimentos, prazos e condições estabelecidas por esta Lei Complementar

A viabilidade municipal pressupõe comprovação da existência das condições que permitam a consolidação e desenvolvimento dos municípios envolvidos, também deverá exigir, preliminarmente, em relação ao município a ser criado, que sejam atendidos os seguintes requisitos: viabilidade econômico-financeira; viabilidade político-administrativa; viabilidade socioambiental urbana.

Entre os 29 pleiteantes ao processo de emancipação municipal no Estado do Pará, há poucas informações sobre as condições necessárias para o atendimento das exigências da Lei. Assim, nesta pesquisa, resultante do mestrado em gestão de recursos naturais

e desenvolvimento local na Amazônia¹, optou-se por analisar um município criado na última leva de municipalização territorial ocorrida antes do impedimento definido pela Emenda Constitucional n.º 15 de 1996, neste caso o Município de Santa Bárbara do Pará, com o objetivo de aferir se o município em questão estaria em condições de atender ao que prevê a Lei, haja vista ter como hipótese neste trabalho que a maioria das localidades pleiteantes não estaria apta.

Portanto, tornou-se necessária uma reflexão sobre a aplicabilidade da Lei especificamente no aspecto de viabilidade econômico-financeira, a partir do seguinte questionamento:

O Município de Santa Bárbara do Pará se enquadra nos critérios da lei no tocante às especificidades de viabilidade econômico-financeira?

Desta forma, este estudo teve como objetivo analisar a possibilidade de aplicação do Substitutivo ao Projeto de Lei n.º 98, de 2002, que regulamenta a criação de novos municípios, a partir da investigação da viabilidade econômico-financeira de Santa Bárbara do Pará, por meio da análise das receitas do município no período de 2005 a 2007.

Considerando a natureza do problema investigado e a opção teórica, utilizou-se a abordagem qualitativa através do método de estudo de caso associado à pesquisa documental, que, segundo Godoy (1995), visa ao exame detalhado de um ambiente, de um sujeito, ou de uma situação particular, especialmente sobre aqueles fenômenos em que as possibilidades de

controle são reduzidas. O estudo de caso refere-se especificamente ao Município de Santa Bárbara do Pará, unidade territorial emancipada político-administrativamente em 1991. A pesquisa documental foi realizada nos arquivos da Assembleia Legislativa do Estado, Tribunal de Contas dos Municípios, Portal da Transparência do Governo Federal, Secretaria de Estado da Fazenda do Pará, bem como na prefeitura local.

Destaca-se ainda que o método, bem como os instrumentos utilizados, foram subsidiados pelo desenvolvimento de trabalho técnicos dos autores na unidade amostral da pesquisa, o que proporcionou um ambiente favorável à investigação, haja vista a importância da relação pesquisador-pesquisado.

Inicialmente, analisou-se a viabilidade econômico-financeira por meio dos seguintes meios de informação: receita fiscal, receitas provenientes de transferências estaduais e federais, estimativas de despesas com pessoal e cumprimento dos dispositivos da Lei de responsabilidade fiscal (Lei Complementar n.º 101, de 4 de maio de 2000).

A coleta foi subsidiada por instrumentos específicos da pesquisa qualitativa, baseados nas discussões teóricas sobre viabilidade econômico-financeira, tais como: reuniões, entrevistas, registro visual e observação direta com diário de anotações.

Com base nos dados coletados, pode-se observar que a análise financeira das informações contábeis do Município de Santa Bárbara do Pará permitiu identificar algumas das deficiências apresentadas pelo município, as quais necessitam de maior atenção e responsabilidade dos gestores municipais, da população e das entidades representativas dos diversos segmentos da sociedade para

¹ Programa de Pós-graduação em gestão dos recursos naturais e desenvolvimento local na Amazônia – PPGEDAM do Núcleo de Meio Ambiente – Universidade Federal do Pará.

a elaboração e implementação de políticas públicas efetivas, ao mesmo tempo que sinalizam para a dificuldade na viabilidade financeira da criação de novos municípios.

OS PROCESSOS DE EMANCIPAÇÃO POLÍTICA

Os dados do IBGE revelam que praticamente não houve criação de municípios nos vinte anos anteriores a 1984. Na verdade, a associação entre fases de descentralização política e de intensa criação de municípios e vice-versa: centralização política e reduzida criação de municípios tem-se verificado ao longo da história brasileira, pelo menos, desde 1930 (MAIA GOMES; MAC DOWELL, 1997).

Entretanto, desde 1985, o Brasil viveu um processo mais geral de descentralização, o que levou a um intenso movimento de criação e instalação de municípios.

Na Tabela 1, verifica-se que, de 1984 a 1997, foram instalados (a instalação corresponde ao início de funcionamento efetivo do município, o que se dá com a eleição e posse do primeiro prefeito) 1.405 municípios

no país, sendo as regiões Sul e Nordeste aquelas com maior percentual em números absolutos. Levando-se em conta que, em 1984, existiam 4.102 municípios no Brasil, o percentual de municípios no país aumentou em 34,3%.

Outro registro não menos importante (Tabela 1) é que, dos 1.405 municípios instalados no Brasil, de 1984 a 1997, nada menos de 1.329 (94,5%) têm menos de 20 mil habitantes; 1.095 (78%) desses municípios instalados tem menos de 10 mil habitantes e 735 (52%) são micro-municípios, com população inferior a 5 mil habitantes. Esse movimento alterou significativamente a estrutura municipal brasileira – ou seja, a distribuição dos municípios por tamanhos da população (e regiões). No momento presente, a proporção dos municípios com menos de 5 mil habitantes no total de municípios do Brasil é de 25,4%. Se tomarmos apenas os municípios com até 10 mil habitantes, essa mesma proporção se eleva para quase 50%; ampliando-se o grupo para os municípios de até 20 mil habitantes, a proporção no total chega a 75% (IBGE 1996).

Tabela 1. Instalação de municípios no Brasil.

Grupos de Municípios	NO	NE	CO	SE	SUL	Brasil
Até 5.000 hab	97	146	80	116	296	735
5.000 a 10.000 hab	49	107	30	87	87	360
10.000 a 20.000 hab	42	125	19	29	19	234
20.000 a 50.000 hab	18	21	6	14	2	61
50.000 a 100.000 hab	3	2	3	2	1	11
100.000 a 500.000 hab	-	1	-	3	-	4
TOTAL	209	402	138	251	405	1 405

Fonte: IBGE (1996).

A proliferação de pequenos municípios é, dessa forma, muito acentuada no país e em

suas várias regiões. O crescimento foi ainda mais espetacular entre os micro-municípios:

considerados isoladamente, seu número passou de 2% para 25,6% da totalidade de municípios. Fica, portanto, evidenciado que criar municípios no Brasil, antes de tudo, tem significado multiplicar o número dos pequenos e micro-municípios. Partindo para uma análise entre as Unidades da Federação, entre aquelas que apresentaram maior número de novos municípios em valores absolutos, estão: Rio

Grande do Sul (265) e Paraná(109) na Região Sul; Minas Gerais (131) e São Paulo (74) na Região Sudeste; Piauí (108) e Maranhão (87) na Região Nordeste; Mato Grosso (84) e Goiás (75) na Região Centro-Oeste; e Tocantins (87) e Pará (60) na Região Norte. A Tabela 2 mostra a evolução do processo de criação de municípios no Pará e no Brasil entre os anos de 1980 a 2001.

Tabela 2. Distribuição dos municípios, segundo o período de instalação.

UNIDADES DA FEDERAÇÃO	TOTAL DE MUNICÍPIOS INSTALADOS EM				
	1980	1991	1993	1997	2001
BRASIL	3.991	4.491	4.974	5.507	5.561
PARÁ	83	105	128	143	143

Fonte: Bremaeker (2001), adaptado pelos autores.

A MUNICIPALIZAÇÃO DO TERRITÓRIO NO ESTADO DO PARÁ: 1988 A 2001

No Estado do Pará, foram criadas sessenta novas unidades político-administrativas, sendo que a maioria desses novos municípios surgiu em função dos novos vetores de ocupação do território implantados desde a década de 70. Grandes obras de infraestrutura, como rodovias, usinas hidrelétricas e projetos técnico-econômicos de exploração mineral, agropecuária e madeira induziram a ampliação dos fluxos migratórios e a definição de novos núcleos urbanos. Em termos regionais, as regiões de integração do Xingu, Araguaia, Lago Tucuruí, Carajás, Capim evidenciaram o maior número de processos de emancipação.

Essas regiões foram palco dos processos de integração nacional, por meio dos grandes projetos, como o de implantação da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, do Projeto Ferro Carajás e foram definidas como espaços prioritários para os investimentos

públicos no contexto dos Planos Nacionais de Desenvolvimento.

ANÁLISE DO PERFIL SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE SANTA BÁRBARA

A localidade que deu origem ao município de Santa Bárbara do Pará, denominada povoado de Santa Bárbara, foi subdividido por volta de 1920 em três adensamentos; Traquateua, Candeuca e Santa Rosa, onde foram instaladas as primeiras escolas: - Mista de Candeuca, Mista de Traquateua e Mista de Santa Rosa, que administravam o ensino primário básico de 1.^a a 4.^a séries.

Segundo informações de antigos moradores, a origem do povoado remontaria ao terceiro decênio do século XIX, nos idos da Cabanagem, onde os cabanos ali teriam se aquartelados, abaixo de mangueiras, talvez à espera do momento oportuno para tomar de assalto a capital da província, Belém.

Nessa sua estada na área, teriam encontrado, semi-enterrada, uma pequena imagem a qual identificaram como sendo de Santa Bárbara, daí a origem do nome do local.

Como ente federativo, o Município de Santa Bárbara do Pará foi criado a partir do desmembramento do município de Benevides, conforme a Lei nº 5.693 de 13 de setembro de 1991, sendo oficialmente instalado em 1 de janeiro de 1993. Contendo uma área de 279,4 km², localizada na Mesorregião Metropolitana de Belém e Microrregião Belém, com a sede municipal sob as seguintes coordenadas geográficas: 01°13'56" de latitude Sul e 48°17'41" de longitude a Oeste de Greenwich. Dista 34,8 km da capital do Estado, apresentando uma altitude de 21 metros em sua sede.

O território em pauta é rico em

recursos hídricos, formados por furos, rios e igarapés, tem como destaques os rios Tauá, Paricatuba, Candeua, Traquateua e Aracy, além do Furo das Marinhas. O que favorece o desenvolvimento da polivalência² nas atividades socioeconômicas da população.

As gestões públicas da União, Estados e Municípios no Brasil são financiadas por recursos gerados nos municípios, que, uma vez coletados pelos órgãos públicos federais, estaduais e municipais, formam um conjunto de recursos, que depois de partilhados, conforme o Quadro 1, criam o sistema de financiamento do estado brasileiro. Conforme Zmitrowicz (1998), “para que a execução dos serviços públicos seja viável, o município necessita de recursos públicos”. As principais fontes de recursos financeiros de uma Prefeitura (Quadro 1).

Quadro 1. Principais fontes de recursos financeiros das prefeituras.

A - Recursos de fontes próprias
1) Tributos: impostos, taxas e contribuições. • IPTU - Imposto Predial e Territorial Urbano • ISS – Imposto Sobre Serviços • IVVC – Imposto sobre Venda a Varejo de Combustíveis Líquidos e Gasosos • ITBI – Imposto sobre Transmissão de Bens Imóveis 2) Preços: preços públicos, tarifa, pedágio, preços semiprivados. 3) Receita Patrimonial 4) Dívida Ativa Tributária
B - Recursos de Transferências feitas pela União e pelo Estado – Impostos partilhados
1) IR – Imposto de Renda 2) ITR – Imposto Territorial Rural 3) IPVA – Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores 4) ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias 5) IPI – Imposto sobre Produtos Industrializados 6) FPM – Fundo de Participação dos Municípios 7) FPE – Fundo de Participação dos Estados
C - Recursos de Empréstimos e Financiamentos
1) Empréstimos 2) Financiamentos

FONTE: Zmitrowicz (1998).

² O exercício ou desenvolvimento de várias culturas ao mesmo tempo, contrário à monocultura, Furtado 1973.

Dos vários motivos que levaram os municípios a se emanciparem, talvez o mais forte tenha sido a possibilidade do recebimento de receitas provenientes da divisão do bolo tributário brasileiro, em especial o do FPM, cuja distribuição obedece a critérios de rateio objetivando a promoção do equilíbrio socioeconômico entre estados e municípios.

O FPM é estruturado em três partes:

- FPM – Interior: composto por 86,4% dos recursos do FPM total e distribuído para todos os municípios, exceto as capitais;

- FPM – Decreto-Lei nº 1.881/81: trata-se de um adicional, de 3,6% do total do FPM, destinado aos municípios do interior com mais de 156.216 habitantes;

- FPM – Capitais: formado por 10% do total do FPM e distribuído para as 27 capitais brasileiras.

Como já abordado, uma das consequências mais importantes da descentralização e do surto de emancipação municipal foi sem dúvida o crescimento dos recursos fiscais disponíveis para os municípios, em especial aqueles relacionados aos recursos dos Estados e da União. É importante destacar que esse crescimento precede o final do regime militar. Desde a segunda metade da década de 60, os municípios, considerados em conjunto, vêm tendo acesso a mais recursos fiscais, tanto em termos absolutos quanto em relação ao PIB e às demais esferas de governo. Esse crescimento, observável entre 1960 e 1996, não foi, entretanto, contínuo, especialmente no que diz respeito à União.

A relação é claramente positiva, em relação ao tamanho: ou seja, a participação

das receitas próprias na receita total corrente dos municípios aumenta continuamente com o aumento de suas populações, no Brasil como um todo e em cada uma de suas regiões. No intervalo de tamanho entre 10 mil e 20 mil habitantes, a proporção de receitas próprias sobre receitas correntes totais era ainda muito baixa (12,3%, em 1996). Os municípios de mais de um milhão de habitantes, em contraste, tinham receitas próprias equivalentes a quase 56% de suas receitas correntes totais. Ou seja: para custear suas despesas (inclusive, é claro, as despesas com sua própria administração), os pequenos municípios dependem fortemente das transferências de impostos, especialmente dos impostos federais, via o Fundo de Participação dos Municípios. Esses impostos, como será visto posteriormente, não são gerados nos municípios pequenos, mas, nos grandes.

Os recursos estaduais e federais repassados aos municípios são compostos pelos repasses constitucionais obrigatórios previstos em Lei. Do estado, o município recebe recursos do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias (ICMS), Imposto sobre Produtos Industrializado (IPI) e Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA). Dos recursos federais, os principais são o Fundo de Participação dos Municípios (FPM), o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Fundamental (FUNDEF), e o Fundo de Desenvolvimento do Ensino Básico (FUNDEB). Os municípios também recebem do governo federal recursos para as áreas de Assistência Social e Saúde, conforme se pode observar na Tabela 3.

Tabela 3. Receita orçamentária do município de Santa Bárbara do Pará por fonte no período de 2005 a 2007.

DISCRIMINAÇÃO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL
	2005	2006	2007
1 - RECEITAS CORRENTES	7.395.544,15	8.397.509,33	10.637.400,82
1.1 - Receitas Tributárias	104.502,34	203.677,72	304.049,60
2 – TRANSFERÊNCIAS CORRENTES			
2.1-Transf. Intergovernamentais			
Transferências da União	3.472.110,55	3.838.759,59	4.425.549,96
2.2 – Transf. de Recursos do SUS	765.286,02	778.597,86	841.997,56
2.3 – Transf. de Recursos do FNAS	411.898,90	364.228,97	374.281,91
2.4 - Transf. de Recursos do FNDE	334.597,51	255.770,42	318.145,61
2.5 - Transferências do Estado	1.115.581,18	1.312.624,12	1.638.937,57
2.5 – Transf. Multigovernamentais	986.573,78	1.236.356,08	2.364.172,43
2.6 - Transferências de Convênios	183.202,60	331.451,86	303.000,00
2.7 - Outras Receitas Correntes	5.765,59	0,00	14.551,50
3 – RECEITAS DE CAPITAL	67.000,00	445.000,00	11.291,31
3.5 - (-) Dedução da Receita para formação do FUNDEF/UNDEB	- 664.165,93	-740.606,52	977.834,46
TOTAL	6.798.378,22	8.101.902,81	9.670.857,67

Fonte: TCM(2010), adaptado pelos autores.

Por outra vertente contábil, pode-se verificar os recursos recebidos pela Prefeitura oriundos apenas das transferências estaduais e federais no mesmo período, conforme se observa na Tabela 4. Também é possível analisar como se deram os repasses de receita e o percentual, conforme se observa na Tabela 5.

Tabela 4. Receita orçamentária de Santa Bárbara do Pará por tipo de receita.

	2005	2006	2007
1 - Receitas por atividade econômica	1.238.234,14	1.997.442,79	1.557.672,16
2 - Receitas por prestação de serviço público	1.837.830,93	2.933.573,61	1.929.019,20
3 - Transferências baseadas na população	3.472.110,55	4.425.549,96	3.838.759,59
4 - Receitas de convênios voluntários	250.202,60	314.291,31	776.451,86
TOTAL	6.800.383,22	9.672.863,67	8.103.909,81

Fonte: TCM (2010), adaptado pelos autores.

Tabela 5. Percentual da receita orçamentária de Santa Bárbara do Pará por tipo de receita.

1 - Receitas por atividade econômica	18,21%	20,65%	19,23%
2 - Receitas por prestação de serviço público	27,03%	30,33%	23,81%
3 - Transferências baseadas na população	51,07%	45,76%	47,38%
4 - Receitas de convênios voluntários	3,68%	3,25%	9,58%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%

Fonte: TCM (2010), adaptado pelos autores.

Para podermos analisar os dados da Gestão Financeira Municipal é de fundamental importância fazer um resgate da produção teórica afeita ao Tema, bem como construir um processo de fundamentação teórico-metodológica que permitam traduzirmos os números em informações relevantes para este estudo.

Desde a década de 90, tem-se ampliado a atenção e os estudos sobre os municípios, notadamente no que se refere à gestão municipal (CAIADO, 2003). Nogueira (2005) afirma que o setor público dispõe de diferentes instrumentos de controle para o seu eficaz exercício.

O controle, autorizado pela Constituição, enfoca diferentes tipos de instrumentos que devem ser submetidos à fiscalização (NOGUEIRA, 2005) e estes envolvem as demonstrações contábeis; as demonstrações financeiras; os demonstrativos orçamentários; os registros patrimoniais e os relatórios operacionais. Os relatórios operacionais passaram a ser analisados para a avaliação da execução das funções públicas (NOGUEIRA, 2005), visando consolidar três diferentes aspectos referentes aos gastos públicos: economia, eficiência e efetividade.

Com as novas responsabilidades e atribuições específicas assumidas pelos municípios, aumentaram-se tanto as exigências de profissionalização da gestão municipal quanto a necessidade de instituição de controles democráticos/populares da ação pública.

A aprovação da Lei de Responsabilidade Fiscal, que fixa limites para gastos públicos nas esferas federal, estadual e municipal de governo, ampliou ainda mais a necessidade de profissionalização e transparência na gestão pública, em particular na municipal, e requereu esforço adicional de “enxugamento” da máquina pública (CAIADO, 2003). União,

Estados e Municípios apresentam diferentes competências tributárias e, naturalmente, distintas responsabilidades no financiamento das políticas públicas (SANTOS, 2004). Do ponto de vista técnico, os municípios são responsáveis pela identificação de sua base tributária e pelo lançamento e cobrança dos tributos. Existem dificuldades para administrar os impostos sobre a propriedade e sobre os serviços (RAMOS; LOCH; OLIVEIRA, 2004).

O fato é que os esforços feitos pela União e estados em direção ao equilíbrio fiscal não está sendo acompanhado pelos municípios, os quais permanecem insensíveis à premente necessidade de adotarem políticas fiscais austeras, talvez por contarem com os benefícios das transferências constitucionais, garantidos a partir da Constituição de 1988, que desestimularam muitos municípios a expandir suas fontes próprias de receitas. (ARRAES; LOPES, 2000).

A expansão dos gastos públicos usualmente produz elevação do bem-estar dos cidadãos, mas impõe pesados custos sobre determinados grupos que arcam com a carga tributária e com os custos políticos de produzir legislação favorável (RESENDE, 2006). O aumento das despesas públicas municipais deveria ser acompanhado da elevação das receitas para permitir que as prefeituras assumam maior autonomia financeira e possam arcar com as políticas descentralizadas (SANTOS, 2004). Lassen (2001) *apud* Resende (2006) chama a atenção para o fator *accountability* como importante causa para a expansão dos gastos públicos em sistemas democráticos, pois se consideram aspectos como democracia, participação e descentralização como relevantes variáveis para explicar padrões

e intensidades de expansão dos governos, especialmente dos governos locais.

A principal fonte de receitas municipais é a quota-parte do ICMS, sobretudo entre as cidades médias, metropolitanas e não-metropolitanas. Já nas capitais estaduais, as receitas tributárias próprias foram o item mais relevante das receitas municipais (SANTOS, 2004). As transferências aos municípios constituem a espinha dorsal do sistema financeiro municipal (RAMOS; LOCH; OLIVEIRA, 2004). As transferências intergovernamentais possuem uma grande importância na saúde financeira dos municípios, sobretudo aqueles de menor porte. De modo geral, a receita tributária continua sendo gerada de forma inexpressiva por estes municípios (RAMOS; LOCH; OLIVEIRA, 2004).

Municípios com maior população e localizados em regiões economicamente mais dinâmicas conseguem maior participação das receitas tributárias próprias em sua receita total (SANTOS, 2004). Os municípios mais populosos tendem a executar mais recursos no agregado do orçamento municipal e nos investimentos, sugerindo, portanto, que municípios de maior porte populacional eventualmente possuam uma maior necessidade ou mesmo possibilidade de intervenção estatal por meio de maiores investimentos públicos, entre outros fatores (SAKURAI; GREMAUD, 2007). Monteiro (2006) afirma que, em algumas situações, deve-se reconsiderar a viabilidade do elenco de soluções que têm sido habitualmente apresentadas para reestruturar as contas públicas. Vergara e Corrêa (2003) afirmam que se deve buscar um novo modelo de desenvolvimento a partir do município, como

ambiente propício às práticas participativas.

Souza Júnior e Gasparini (2006) afirmam que os resultados provenientes de uma análise financeira municipal podem ser considerados indicadores importantes para subsidiar decisões sobre políticas de distribuição de recursos. Para serem efetivamente utilizadas, as descobertas da avaliação devem competir com outras propostas e outras fontes de informação pela atenção dos tomadores de decisão e demais envolvidos, tudo isso se dando em contextos e instâncias decisórias (FARIA, 2005).

Verificou-se a disponibilidade dos dados de 2005 a 2007 do município Santa Bárbara do Pará, o que caracteriza um levantamento por dados secundários. Segundo Malhotra (2001), os dados secundários já foram coletados para objetivos que não os do problema em pauta.

Os demonstrativos financeiros do município de Santa Bárbara do Pará foram coletados a partir dos dados disponibilizados pelo TCM (Tribunal de contas dos Municípios). Dessa forma, obteve-se uma amostra de caráter não-probabilística, selecionada por meio de uma amostragem por conveniência. Os dados foram analisados respeitando os objetivos e propósitos definidos neste estudo.

A análise dos dados do Município coletados a partir dos demonstrativos financeiros disponibilizados pelo TCM foram analisados e comparados. Empregou-se a estatística descritiva e análise comparativa por meio de índices-padrão. É importante salientar que a construção de indicadores de gastos, de arrecadação e de déficit de serviços pode servir de instrumento para nortear políticas públicas (SOUZA JÚNIOR; GASPARINI, 2006).

Foram utilizadas as técnicas de análise financeira vertical e horizontal, a partir das demonstrações de resultados dos municípios calculando-se o percentual de cada conta em relação às receitas totais.

Os indicadores financeiros utilizados para a análise foram divididos em grupos: (1) receitas, (2) despesas e investimento, (3) endividamento e (4) solvência, baseando-se nos balanços financeiros, nas demonstrações de resultados e na população dos municípios selecionados.

Os índices e os resultados obtidos foram analisados e comparados com um padrão gerado a partir dos dados do município disponíveis no sistema do TCM, para os anos de 2005 a 2007. Os padrões para cada um dos indicadores representaram o quinto decil calculado para a população. Segundo Souza Júnior e Gasparini (2006), a performance de uma unidade é o resultado do confronto com os demais elementos da amostra. Dessa forma, os dados foram coletados e comparados, a fim de proporcionar informações relevantes para este estudo.

Realizados estes cálculos, os índices foram interpretados seguindo as máximas de avaliação “quanto maior, melhor” ou “quanto menor, melhor”. Somente os índices relativos à cota-parte do FPM e à cota-parte do ICMS não seguiram essa lógica, pois tais repasses são determinados segundo regras específicas de legislação, o que enviesaria a comparação entre diferentes tipos de município tipificados pela lei. Portanto, tais índices específicos expostos foram utilizados somente como indicadores da evolução de receitas dos municípios analisados.

Os demonstrativos financeiros de Santa Bárbara do Pará foram analisados e comparados. Os indicadores financeiros foram

calculados com o índice-padrão nacional.

O município apresentou como principal fonte de recursos as transferências estaduais e federais. A cota-parte do ICMS e FPM por habitante aumentaram ao longo do período estudado. As receitas por habitante ficaram acima do padrão nacional, assim como as transferências por habitante. A receita tributária por habitante também foi superior ao padrão nacional, sendo aproximadamente sete vezes superior a este.

As principais despesas foram pagas via transferências correntes, notadamente a porção destinada ao pagamento de pessoas jurídicas. A participação das despesas de pessoal em relação à receita total aumentou de 2005 a 2007, caindo em 2007 em comparação a 2006.

As despesas de pessoal por habitante apresentaram-se acima do padrão nacional, assim como as despesas de previdência e assistência por habitante. A cidade apresentou níveis de despesa com saúde e saneamento acima do padrão nacional no período analisado. Apesar da tendência de elevação, as despesas com educação e cultura ficaram abaixo do padrão em todos os anos analisados.

Os investimentos ficaram acima do padrão somente em 2002. No período analisado, o investimento não ultrapassou 10% da receita total. O índice de endividamento elevou-se em 2005, devido a uma redução no patrimônio líquido, causada por um lançamento de resultados negativos acumulados no balanço do ano citado, ficando 8,25 vezes acima do padrão. Em relação à composição do endividamento, percebe-se uma melhoria ao longo dos anos. No que se refere à solvência, ficou abaixo do padrão

no índice de situação financeira no período estudado, com tendência de deterioração. O índice de resultado próprio tem melhorado, mas ainda é inferior ao padrão. O índice de superávit/déficit sobre receita também ficou abaixo do padrão em todos os anos analisados, com o município apresentando superávit apenas em 2005.

A receita tributária por habitante mostrou-se acima do padrão nacional. Após esse período as despesas de previdência e assistência se elevaram e atingiram 1,4 vez o padrão nacional calculado. A cidade apresentou níveis de despesas com saúde e saneamento superiores ao padrão nacional somente em 2005, apesar da tendência de elevação observada em tais despesas ao longo do período. As despesas com educação e cultura ficaram abaixo do padrão.

Em conclusão pode-se dizer que nas últimas décadas, o Estado tem percebido que, se não houver uma mudança na sua forma de atuação, enfrentará problemas, como a degeneração do sistema social, ou seja, o esfacelamento social. É importante que os municípios desempenhem efetivamente seu papel no processo de mudança, incluindo a população e as entidades representativas de classe no processo de elaboração de políticas públicas. Paralelamente, os municípios necessitam implementar melhorias na análise e gestão administrativa, garantindo a execução de seus projetos com economia, eficiência e eficácia.

Nesse sentido, os demonstrativos financeiros de Santa Bárbara foram analisados e comparados com índices nacionais. A análise das receitas mostrou que há uma dependência dos municípios em relação às transferências governamentais. De modo

geral, as receitas por habitante mostraram-se acima do padrão nacional, assim como as receitas de transferências por habitante e as receitas tributárias por habitante.

As principais despesas do município analisado referem-se às despesas de pessoal e transferências correntes, estas últimas majoritariamente destinadas às transferências a pessoas jurídicas. Observou-se que o município analisado está abaixo do limite de despesas de pessoal definido pela Lei de Responsabilidade Fiscal. No entanto, tais despesas de pessoal por habitante foram superiores ao padrão nacional. Ademais, as despesas de assistência e previdência por habitante, de modo geral, apresentaram-se superiores ao padrão nacional.

O município realizou, em sua maior parte, desembolsos superiores ao padrão nacional em saúde e saneamento, mas necessita elevar suas despesas com educação por habitante. Adicionalmente, observou-se que os indicadores de investimento ficaram abaixo do padrão nacional. Tal fato é resultante do comprometimento das receitas com as despesas municipais, limitando os possíveis investimentos. Assim, tem-se a necessidade de transformar o aumento de receitas em investimentos, não apenas em despesas. Observou-se que o município apresentou o índice de endividamento ou composição de endividamento acima do padrão nacional. Em relação à solvência, apresentou pequenos superávits, baixa capacidade de pagamento e resultados negativos em alguns dos anos analisados.

Em relação às receitas, a análise dos dados revelou que estão acima do padrão nacional. Sendo assim, conclui-se que a recuperação da capacidade de

investimento dos municípios e a melhoria da capacidade de honrar seus compromissos financeiros exigem a melhoria no controle de despesas. Tais medidas são resultantes da redução do inchaço das despesas de pessoal, elevação dos recursos disponíveis para saúde e educação, controle incisivo das transferências correntes destinadas a pessoas jurídicas e revisão do gerenciamento dos sistemas próprios de previdência. Em alguns casos, pode-se avaliar a alternativa de retorno ao Regime Geral de Previdência, pois os dados revelam que o gerenciamento do sistema próprio se tornou um peso nas despesas municipais.

A partir da análise dos dados, pode-se afirmar que a análise financeira das informações contábeis municipal ofereceu um panorama geral das finanças públicas. Tal panorama permitiu identificar algumas das deficiências apresentadas pelo município, as quais necessitam de maior atenção dos gestores municipais, da população e das entidades representativas dos diversos segmentos da sociedade para a elaboração e implementação de políticas públicas efetivas.

No caso de Santa Bárbara do Pará, a necessidade de fortalecer a receita pública constituiu-se a partir da previsão e da arrecadação municipal e, conforme determina a Lei em seu Art. 11:

Constituem requisitos essenciais da responsabilidade na gestão fiscal a instituição, previsão e efetiva arrecadação de todos os tributos da competência constitucional do ente da Federação.

A partir das informações apresentadas acima é possível aferir que uma das análises a serem feitas com relação à criação de novos municípios consiste em compreender

que a ampliação dos gastos de recursos da união via transferências a entes federativos pode ser mais oneroso e diminuir o poder de atuação e resolução de demandas sociais.

Assim, observa-se que, com relação à análise de viabilidade econômico-financeira, não justifica a criação de um ente federativo, pois, não é capaz de traduzir crescimento necessário, representando um custo a mais para o Estado e despotencializa sua ação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O paradigma do desenvolvimento esteve por muito tempo associado à ideia de crescimento econômico. Na evolução do conceito, várias perspectivas foram incorporadas. A concepção de desenvolvimento passa, então, a ser pensada a partir de múltiplas dimensões: social, econômica, ambiental, entre outras. Nessa situação, emerge a discussão acerca dos modelos de desenvolvimento a serem adotados, bem como os instrumentos para sua operacionalização. A definição de novas feições para o território brasileiro é consequência de uma dinâmica político-administrativa que se orientou no debate desses modelos de desenvolvimento. Em que pese a urgência em melhorar a condição de vida das pessoas, nem sempre foi esta a força motriz da matriz de desenvolvimento traçada para o país. Assim desencadeou-se um evento político de facilidades à criação de novos entes federativos, justificada pela capacidade de essas áreas desenvolverem-se com certa autonomia.

Parafraseando Rocha e Lima (2009), em face da amplitude desses processos no

Brasil, mais de mil municípios foram criados assim como diversidade de motivações, de especificidades espaciais e de graus de complexidades envolvidos também diversos, a revisão da malha político-administrativa é entendida, entre outros aspectos, como um componente importante para o entendimento dos processos de transformação social desencadeados no país nas últimas décadas.

Ainda segundo os mesmos autores, a criação de novos municípios deve atender, principalmente, ao interesse de ordenamento da sociedade e do território. No momento atual, urge retomar o debate sobre os critérios e procedimentos de emancipação municipal e sua viabilidade nas diferentes regiões do Brasil e particularmente da Amazônia. O acompanhamento e análise desses processos de redivisão territorial e de afirmação do município como unidade de análise e de gestão do território apresenta importância singular.

E foi com essa preocupação que esta pesquisa tornou-se realidade. Buscou-se refletir sobre o desenvolvimento histórico do fenômeno de criação de municípios no Brasil e no Pará, tendo como objeto de análise o arcabouço legal para a criação de novos municípios e como foco o município de Santa Bárbara do Pará.

Foi possível perceber que ao longo dessa trajetória a malha política administrativa do Brasil e do Pará modificou-se expressivamente. Contudo, essas mudanças não foram representadas apenas pela desterritorialização ou reterritorialização nos mapas, mas, sobretudo por uma gama de instrumentos normativos de frágil aplicabilidade, visto que a elevada dinâmica de substituição destes é um fato.

Observou-se ainda que existe uma

considerável distância entre criação de novos entes federativos e qualidade de vida das populações residentes dessas áreas. Embora a relação entre receitas/despesas e IDH do Município de Santa Bárbara do Pará se encontre equilibrada em termos percentuais. Em um exercício entre passado, presente e futuro sobre a localidade, não há clareza sobre as reais vantagens da emancipação.

Nesse sentido, traçamos algumas observações acerca da aplicabilidade dos critérios normativos no que se refere ao aspecto econômico-financeiro para a criação e manutenção/desenvolvimento de novos municípios:

- Constatou-se uma exacerbada normatização ou burocratização dos processos;
- A criação de novos municípios pode representar, em muitos casos, apenas mais uma despesa para o Estado e a União, tornando-se necessária uma avaliação mais criteriosa sobre as reais necessidades de emancipação, o que nem sempre o estudo de viabilidade econômico-financeira pode traduzir;
- A melhoria da qualidade de vida da população ainda não se constitui como prioridade de análise nos processos legais.

Portanto, cabe ao Estado e à União repensar as políticas de territorialização, com base em um amplo conhecimento da realidade onde estas deverão ser implementadas, de forma que essas políticas nasçam das necessidades reais das populações residentes e desenvolvam-se de acordo com a realidade local.

Às populações envolvidas por essas políticas públicas, cabe organizarem-se e capacitarem-se para uma participação efetiva em busca de qualidade de vida. Quando

se fala em qualidade de vida, pensa-se não apenas em acesso à moradia, saúde, educação, mas também em acesso ao crédito, no respeito a seus conhecimentos, em suma, no direito à cidadania, em muitos casos ainda renegado.

Esperamos que este estudo possa contribuir para ampliação do debate acerca das reais necessidades de emancipações, a aplicabilidade de critérios normativos para tais objetos e, especialmente, a relação entre estes processos e o desenvolvimento humano.

REFERÊNCIAS

ARRAES, R. A.; LOPES, C. M. M. Federalismo fiscal e gestão orçamentária: fatores causadores da insolvência dos municípios do Estado do Ceará. In: *Centro de estudos de economia regional da Universidade Federal do Ceará*. 2000.

BREMAEKER, F. *Evolução do quadro municipal brasileiro, 1980 a 2001*. Rio de Janeiro: Ibam. 2001.

CAIADO, A. S. C. Pesquisa municipal unificada: instrumento para o estudo da gestão municipal. São Paulo em Perspectiva, São Paulo, v. 17, n. 3-4, p. 104-114, jul./dez. 2003.

FARIA, C. A. P. A política da avaliação de políticas públicas. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 20, n. 59, p.98-109, out. 2005.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. *Revista de Administração*

de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, 1995.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Glossário. *Contas Nacionais Trimestrais*. Disponível em <http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/glossariopib.shtm>. Acesso em: 16 de maio de 2009.

_____. *Censo Demográfico de 1996: Características gerais da população*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>.

MAIA GOMES, G. e MAC DOWELL, M. C. Os Elos Frágeis da Descentralização: observações sobre as finanças dos municípios brasileiros, 1995, *Anais do XXV Encontro Nacional de Economia*, v. 2, Recife, ANPEC, 1997.

MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 720 p.

NOGUEIRA, C. A. *Administração Pública*. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 484 p.

RAMOS, L. S.; LOCH, C.; OLIVEIRA, R. Estrutura e aspectos das finanças públicas dos municípios do Estado do Pará. In: *Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário*, 2004, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Lab FSG, 2004. v. 06, p. 170-180.

ROCHA, G. M.; Lima, A. P. *A criação de novos municípios e o ordenamento territorial no Estado do Pará, 2009: territórios de desenvolvimento e ações públicas*. Belém. Universidade Federal do Pará, p. 209-230.

SAKURAI, S. N.; GREMAUD, A. P. Political business cycles: evidências empíricas para os municípios paulistas (1989 – 2001). *Economia Aplicada*, Ribeirão Preto, v.11, n.1, p. 27-54, jan./mar. 2007.

SANTOS, A. M. S. P. O Município como agente das políticas públicas: a perspectiva das cidades médias. In: *Encontro Nacional de Economia Política*, 9., 2004, Uberlândia. Anais... Uberlândia: ANPEC, 2004.

SOUZA JÚNIOR, C. V. N.; GASPARINI, C. E. Análise da equidade e da eficiência dos Estados no contexto do federalismo fiscal brasileiro. *Estudos Econômicos*, São Paulo, v. 36, n.4, p. 803-832, out./dez. 2006.

RESENDE, F. C. Fatores políticos e institucionais nas teorias contemporâneas sobre a expansão dos gastos públicos. *Revista de Economia Política*, São Paulo, vol. 26, n. 2, p. 274-289, abr./jun. 2006.

VERGARA, S. C.; CORRÊA, V. L. A. *Propostas para uma gestão pública municipal efetiva*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 2003. 188 p.

ZMITROWICZ, W; BISCARO, C.A. *Organização Administrativa do Município e o Orçamento Municipal*, Escola Politécnica da USP, Texto Técnico, São Paulo, 1998.

Teoria da relatividade especial face a dualidade das partículas

Special theory of relativity face the duality of particles

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Doutor em Física (UFC -Brasil), Mestre em Física-Matemática (UFPA - Brasil, UCLA-EUA) e Especialista em Física Contemporânea (UFPA - Brasil), Membro Titular da Academia Paraense de Ciências e Bolsista da Capes. **Endereço:** Rod. Augusto Montenegro, 6955, Cond. Cidade Jardim 2, Q21, Casa 9, Parque Verde, Belém-PA, CEP 66.635-110. **E-mail:** tadeu.moraes@ifpa.edu.br

RESUMO

O presente trabalho representa uma contribuição para a explicação do fenômeno da dualidade, na qual a Teoria da Relatividade Especial (TRE) e o comportamento ondulatório das partículas são utilizados para a hipótese de uma "Onda Matéria (OM)". Em tal hipótese é discutida a simultaneidade dos eventos, depois novas transformações matemáticas do espaço-tempo são apresentadas e, por fim, a cinemática e a dinâmica são formalizadas com aplicações. Nesse caminho, novas discussões, também, são propostas para a massa, energia e frequência do fóton.

Palavras-chave: TRE. Onda Matéria. Fóton. Dualidade.

ABSTRACT

This work represents a contribution to the explanation of the phenomenon of duality, where the Special Theory of Relativity (STR) and the wave behavior of particles are used in the event of a "Wave Matter (WM)". In such a situation it is discussed simultaneity of events, then mathematical transformations new space-time are displayed and, finally, the kinematics and dynamics are formalized applications. In this way new discussions also are proposed for mass, energy and frequency of the photon.

Keywords: TRE. Wave Matter (WM). Photon. Duality.

INTRODUÇÃO

Neste ano de 2015, faz 110 anos que a Teoria da Relatividade Especial (TRE) foi criada por Einstein, e pouco mais de 90 anos que a ideia da dualidade foi proposta por D'Broglie. Embora estabelecidas por intermédio de postulados, foram duas revoluções científicas que permitiram uma nova visão de mundo.

Na TRE, a concepção de simultaneidade foi alterada e novos conceitos de espaço e tempo foram introduzidos na cinemática. Também na dinâmica, a extrapolação dos conceitos de massa, momento e energia alcançaram novos horizontes na Física. Tudo absolutamente dirigido pela velocidade da luz como uma constante universal. A Teoria se desdobra fundamentalmente a partir deste segundo postulado.

O comportamento dual das partículas tem suas questões relacionadas à radiação, à matéria e a interação da radiação com a matéria, onde o caráter corpuscular dessas mesmas radiações foi explicado através de processos de colisões entre partículas.

Teria a matéria comportamento semelhante, como um efeito inverso? Imaginar a matéria com uma natureza ondulatória própria, podendo seu comprimento de onda ser medido por alguma experiência óptica, seria possível?

D'Broglie propôs a hipótese e o comprimento de onda do elétron foi obtido experimentalmente por Davisson e Germer.

D'Broglie postulou que a partícula tem uma onda associada de comprimento $\lambda = h/p$, onde p é o momento da partícula e h a constante de Planck. No entanto, tinha que justificar a aparente incompatibilidade da natureza local da partícula com a dispersão da onda, “imaginou” a partícula dirigindo sua

onda-piloto, num grupo de ondas (ou pacote de ondas) obedecendo à relação $v_g v_{ph} = c^2$, onde v_g é a velocidade do grupo, v_{ph} é a velocidade de fase da onda e c é a velocidade da luz no vácuo.

Mas, quais as consequências dessa dualidade para a TRE se esta teoria foi criada e interpretada na concepção de partículas carregadas em movimento? O fato de D'Broglie tê-la utilizado em sua hipótese não configura em seu trabalho as transformações de velocidades relativísticas considerando o movimento da onda ou do pacote de ondas representando a partícula, ou seja, não há nenhuma cinemática envolvida e carece de interpretação dinâmica para o estado de repouso relativo à dualidade.

Esse fenômeno, desde sua descoberta, ainda levanta muitos questionamentos sobre seus desdobramentos conceituais, matemáticos e filosóficos, ao mesmo tempo alicerça a mecânica ondulatória e os princípios físicos da complementaridade de Bohr e da incerteza de Heisenberg.

Por isso, pensamos ser necessária a construção de um modelo cinemático e dinâmico de uma Onda Matéria (OM), bem como apresentar novas discussões sobre a natureza do fóton que se adicionam como um adendo a mais para a compreensão da dualidade onda- partícula.

RELATIVIDADE DA SIMULTANEIDADE

Voltamos ao ano de 1905, quando Poincaré apresenta e defende a questão da impossibilidade de considerar as leis da Física corretas num universo onde não existe nenhum referencial em repouso, visto que as leis da Física são estudadas na Terra, que os físicos consideravam em repouso. Todavia, a Terra

está em movimento em relação ao Sol que também está em movimento.

Pela concepção de Poincaré, infere-se, portanto, que é pouco plausível que possamos ter medidas precisas e simultâneas, de tempo e espaço, para dois referenciais em movimento relativo, quando tomamos por referência a velocidade da luz, c , tendo por fonte o Sol.

Por essa ótica, devemos percorrer um caminho no qual a velocidade das partículas materiais, v_p , está inserida no intervalo $0 \leq v_p < c$. Trata-se então de comparar medidas de tempo e distância por um observador ligado a um sistema S' , que se move com velocidade u em relação a outro referencial, S , em repouso, os quais medem velocidades diferentes. Ressalta-se que todas as velocidades aqui tratadas estão em unidades do sistema SI.

Então, se se supõe a relação c/u , entre a velocidade da luz e a velocidade da Terra em torno do Sol, como referência, quaisquer etapas de medidas devem se referir ao intervalo de velocidades na qual $0 \leq v_p < 10^4$ e onde possivelmente seriam válidas as transformações de Galileu medidas na Terra, de modo a podermos determinar também o comprimento de uma régua estacionária e de outra que se move com velocidade u .

Parece óbvio que no regime $(c/u) \sim 10^4$ as transformações de Galileu, onde $t = t'$, são realmente válidas, haja vista que a luz é uma “onda” com velocidade finita, porém enorme. Contudo não há como aferir que é a partir deste regime de velocidades que a simultaneidade está realmente comprometida, porque a velocidade dos corpos na Terra é bem menor que a da luz. Portanto, antes mesmo de uma partícula atingir aquele regime, a simultaneidade pode não se verificar.

Em que intervalo de velocidades, as

transformações de Galileu valeriam?

Pode-se pensar em aferir velocidades se estabelecemos um tempo mínimo para vencer etapas de medições de eventos. Nesse sentido, não necessariamente um sinal luminoso, na Terra, seria a única referência de medir a relatividade da simultaneidade, mas mecanismos que estejam relacionados com o tempo.

Embora intuitivo, devemos ter em mente que eventos com velocidades bem menores que a da luz comprovam tal relatividade. Mas qual seria a velocidade limite, abaixo da qual as transformações de Galileu seriam válidas e, portanto, se verificaria a simultaneidade?

Uma onda com algumas propriedades semelhantes à luz é o som. Ele sofre efeito Doppler e, portanto, pode ser este o mecanismo próprio que nos permite verificar a relatividade da simultaneidade para velocidades bem menores que c , num regime $u/v_{som} \sim 10^2$.

Tal assertiva nos leva a concluir não ser o intervalo $0 \leq v_p < 10^4$ que garante a validade das transformações de Galileu. É mais provável que seja no intervalo $0 \leq v_p < 10^2$ a ocorrência da universalidade dos tempos $t = t'$, sobretudo porque é proporcional a 10^8 , que é muito maior que 10^2 comparativamente à potência 10^4 .

Para qualquer outro intervalo diferente de $0 \leq v_p < 10^2$ certamente teremos medidas distintas em S' , dos relógios devidamente acertados em S , ainda que seguissemos todas as etapas de medição, ou seja, não teríamos a simultaneidade de eventos para referenciais inerciais que se movem relativamente um ao outro, como mostram as Figuras 1, 2 e 3, onde M' , em S' , é o ponto médio de $\overline{AB}$; e M , em S , é o ponto médio de $\overline{A'B'}$.

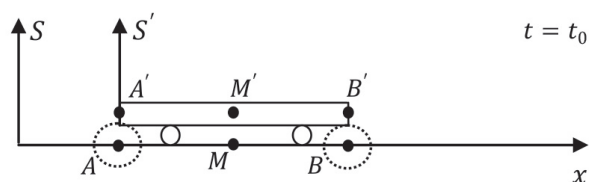


Figura 1. Em $t=t_0$, sinais iguais são emitidos de A e B, com S' em repouso em relação a S .

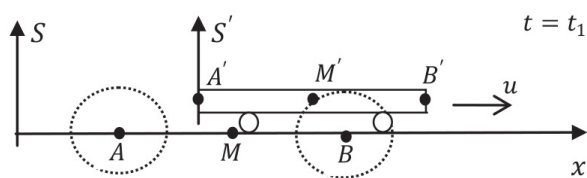


Figura 2. Em $t=t_1$, com S' em movimento, o sinal de B, chega em M' , antes do sinal de A.

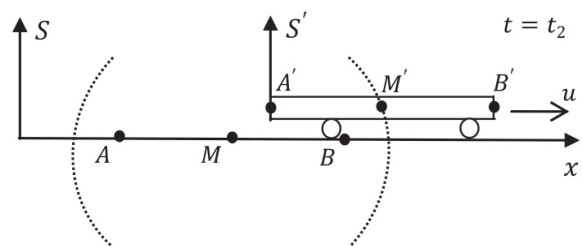


Figura 3. Em $t=t_2$ somente nesse instante, o sinal de A chega ao ponto M' .

Na Figura 1, temos que os pontos A', M' e B' , em S' , são coincidentes com os pontos A, M e B , de S , quando são emitidos sinais ao mesmo tempo de A e B pela observação e análise das demais Figuras se conclui que os sinais iguais de A e B , relativamente ao sistema S , chegam ao mesmo tempo no ponto M , uma vez que M é equidistante dos pontos A e B . Portanto, para o ponto M os sinais emitidos por A e B são simultâneos. Porém, relativamente ao sistema S' , que se move com velocidade u , o sinal de B chega a M' antes do sinal de A . Logo, para o ponto M' os sinais emitidos por A e B não são simultâneos.

Esse exemplo se aplica ao som, cujo regime de velocidades é $u/v_{som} \sim 10^2$.

Em outro regime de velocidades, a TRE permitiu que alguns fenômenos que não poderiam ser interpretados por meio da mecânica clássica tivessem uma explicação relativística. De modo geral, os problemas de física atômica, por exemplo, envolvem sempre partículas com velocidades maiores que um décimo da luz, ou seja, elas parecem estar no intervalo $0,1c \leq v_p < c$, onde valem as transformações de Lorentz, com $t \neq t'$ tal que:

$$\begin{cases} a) & x' = \gamma(x - ut) \\ b) & t' = \gamma(t - ux/c^2) \end{cases} \quad (1)$$

onde $\gamma = (1 - v_p^2/c^2)^{-1/2}$, com v_p sendo a velocidade da partícula, que é igual a u na TRE.

Porém, quando se comparam os intervalos $V_1 = 0 \leq v_p < 10^2$, onde $t = t'$, com $V_3 = 0,1c \leq v_p < c$, onde $t \neq t'$, observa-se que o intervalo intermediário $V_2 = 10^2 \leq v_p < 0,1c$ está fora do contexto de Galileu-Newton, onde o tempo é absoluto, com as velocidades relativas obedecendo à condição $t = t'$, e, a priori, também está fora do contexto de Lorentz, pois embora obedeam à condição relativa do tempo, $t \neq t'$, as velocidades são não relativísticas.

Na Figura 4, dispomos de um diagrama de velocidades para as condições de tempos absolutos ($t = t'$) e tempos relativos ($t \neq t'$).

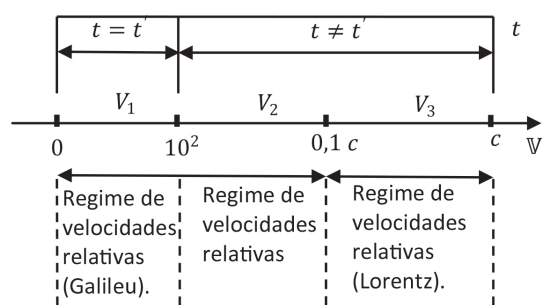


Figura 4. Espectro de velocidades (V).

Face ao exposto, podemos inferir que a relatividade da simultaneidade deve ser verificada pelo efeito Doppler, tendo em vista que se aplica tanto ao som quanto à luz, e que é necessário criar novas transformações matemáticas de espaço, tempo e velocidade para o intervalo V_2 , quando $t \neq t'$.

ONDA MATÉRIA

No contexto quântico, descobriu-se a onda de matéria? Surge então o fenômeno da dualidade como um complicador para a análise do movimento de uma partícula quando observada por um referencial S em repouso, e por outro referencial S' , que se move relativamente a S , com velocidade constante u .

É a falta de “localidade” da onda o complicador dessa imagem. Portanto, para a conexão entre a Teoria da Relatividade Especial e a Teoria Quântica Ondulatória, é necessário pensarmos em um modelo interpretativo para essa dualidade.

Podemos imaginar uma Onda Matéria, composta da partícula e sua onda associada que trocam energia e momento, obedecendo aos princípios de conservação, à Complementaridade de Bohr e às regras da mecânica quântica ondulatória, que devem ser preservadas em um sistema que evolua no tempo, mas não permita à onda se dispersar, como o pacote de D’Broglie que obedece a relação das velocidades $v_g v_{ph} = c^2$, porém com nova interpretação.

A dualidade OM pode ser pensada, então, como um estado de acoplamento ou uma superposição de estados, onde a partícula com sua característica ondulatória produz um campo de ondas circulares que se difunde e viaja com velocidade v constante, no tempo e no espaço,

dentro de uma envoltória esférica. Tal envoltória, em cada tempo bem definido, representa um volume R , também de dimensão bem definida, que evolui no espaço livre e no tempo, de modo a não haver distorção dessa envoltória, que se propaga com velocidade $V = \text{constante}$.

Pictoricamente podemos imaginar a OM como na Figura 5.

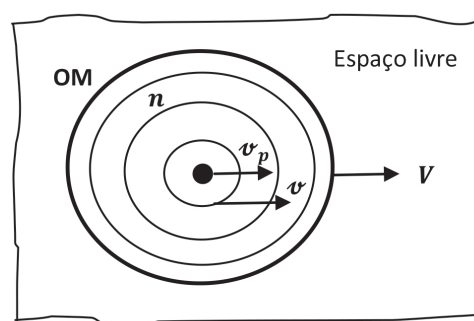


Figura 5. Representação da OM enquanto onda e partícula.

Tal representação dá a ideia de uma envoltória que evolui no vácuo com velocidade V , com as seguintes propriedades: $V = \omega/k_n = \lambda_n v_n$ é a velocidade limite da OM e R_n é o n ésimo raio fixo da onda circular que se propaga, com número de ondas $k_n = 2\pi/\lambda_n$, obedecendo à relação $2\pi R_n = n\lambda_n$.

Desse modo, em um fenômeno com características de uma partícula, a OM é representada pela Figura 6.

Nessa representação, a envoltória pontilhada significa que a OM tem sua energia em colapso sobre a partícula.

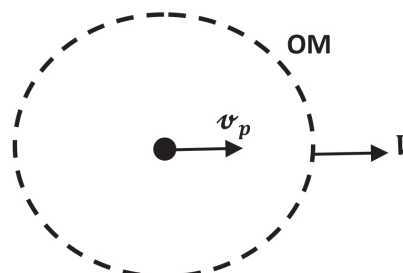


Figura 6. A OM enquanto partícula.

Mas, se o fenômeno apresenta propriedades de uma onda, a OM é representada pela Figura 7.

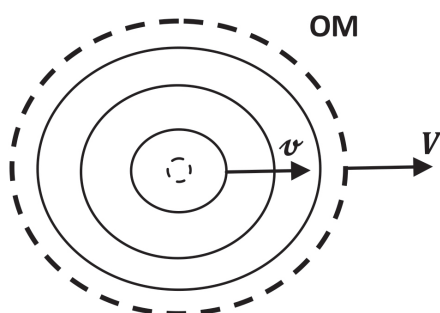


Figura 7. A OM enquanto onda.

Nesse caso, a envoltória pontilhada indica que a OM tem sua energia em colapso sobre a onda.

Porém, se nada for observado ou medido, temos a Figura 5 como representação da OM. Portanto, nesse modelo, o produto das velocidades da onda e da partícula fornece:

$$v v_p = (k_n R_n V)^2 \quad (2)$$

Esse resultado é devido às η ondas circulares da OM, cuja fase é proporcional a $\exp[ik_n(x_n - Vt_n)]$. Desse modo, para a n -ésima onda que acompanha a partícula, temos: $x_n = R_n$.

Porém, ocorre que, $k_n R_n = (2\pi/\lambda_n)$. $(\eta\lambda_n/2\pi) = \eta$ o que implica:

$$v v_p = n^2 V^2 \quad (3)$$

No entanto, é importante ressaltar que a velocidade V é tão somente a maneira de denotar a velocidade da OM, pois ela pode representar a velocidade de uma partícula ou de uma onda. Portanto, façamos as seguintes considerações:

- primeiro, se $\eta V = v_p$ temos na equação (3) que a velocidade da partícula é igual a da velocidade

de sua onda associada; e se $\eta=1$, temos que $v_p = V$, ou seja, a velocidade da partícula é a própria velocidade da OM, que é a velocidade da envoltória;

- segundo, se $\eta V = c$ e, portanto, $\eta = c/V$, temos que como c e V são constantes, então η é um invariante relativístico. De modo que para o vácuo, onde $\eta=1$ e $V=c$, a velocidade da OM, que coincide com a envoltória, é a velocidade da luz. Então, da equação (3) resulta:

$$v v_p = c^2 \quad (4)$$

- terceiro, a velocidade da partícula é $v_p = dx/dt = d\omega/dk$. Porém, para um deslocamento x , num tempo t bem definido, temos: $v_p = x/t$. Por outro lado, vimos que $v_p = \eta V$, mas se $v \rightarrow V$, dentro da envoltória, então

$$\frac{x}{t} = n \frac{\omega}{k} = n \frac{2\pi}{\tau} \cdot \frac{\lambda}{2\pi} \quad (5)$$

De modo que para cada raio bem definido, onde $x = R$, temos

$$2\pi R = n\lambda \left(\frac{2\pi t}{\tau} \right) \quad (6)$$

E, pela relação de D'Broglie como $2\pi R = \eta\lambda$, encontramos

$$\tau = 2\pi t \quad (7)$$

Adotaremos v a velocidade da onda

no referencial S , e v' a velocidade da onda no referencial S' . Veremos que $v = v'$, ou seja, a velocidade da onda é invariante pelas transformações que aqui serão apresentadas. Desse modo para cada posição bem definida da OM, em algum momento bem definido, teremos $v = x/t = x'/t'$ ou $v = \lambda v = \lambda' v'$.

CINEMÁTICA DA ONDA MATÉRIA

Analisemos, então, como dois observadores O e O' , localizados nos referenciais S e S' e coincidentes em $t=t'=0$, vêem o movimento relativo de uma partícula com sua onda associada. Por comodidade, consideramos a OM solidária ao referencial S' , que se desloca com velocidade $V=u=\text{constante}$, relativamente a S , em repouso. As características de localização e tempo são especificadas pelas coordenadas (x, y, z, t) , em S , e (x', y', z', t') , em S' , conforme a Figura 8.

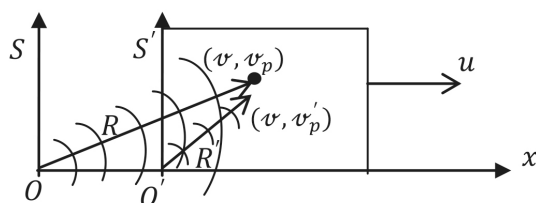


Figura 8. A OM nos referenciais inerciais S e S' .

Então, nos sistemas S e S' o movimento da OM é descrito pelas equações

$$\begin{cases} \text{a) Em } S: & R = vt \\ \text{b) Em } S': & R' = v't' \end{cases} \quad (8)$$

sendo sua posição, nesses mesmos sistemas, dados respectivamente por:

$$\begin{cases} \text{a) } R^2 = x^2 + y^2 + z^2 \\ \text{b) } R'^2 = x'^2 + y'^2 + z'^2 \end{cases} \quad (9)$$

TRANSFORMAÇÕES ESPAÇO-TEMPO, PARA $t \neq t'$, NO INTERVALO $V_2 = 10^2 \leq v_p < 0,1c$

Nesse intervalo de velocidades não há mais simultaneidade de eventos. Logo, supondo o movimento na direção x , temos $y=y'$ e $z=z'$ e as novas transformações no espaço e no tempo,

$$\begin{cases} \text{a) Em } S: & x = x' + ut' \\ \text{b) Em } S': & x' = x - ut \end{cases} \quad (10)$$

e

$$\begin{cases} \text{a) Em } S: & t = (1 + u/v_p)t' \\ \text{b) Em } S': & t' = (1 - u/v_p)t \end{cases} \quad (11)$$

TRANSFORMAÇÕES DAS VELOCIDADES, PARA $t \neq t'$, NO INTERVALO $V_2 = 10^2 \leq v_p < 0,1c$

Nos sistemas S e S' , temos as velocidades $v_p = dx/dt$ e $v'_p = dx'/dt'$, de modo que as suas transformações nesses sistemas inerciais, para o intervalo considerado, valem:

$$v'_p = \left(\frac{v_p - u}{1 - u/v_p} \right)_{(S)} \quad (12)$$

e

$$v_p = \left(\frac{v'_p + u}{1 + u/v_p} \right)_{(S')} \quad (13)$$

Essas transformações em conjunto com a equação (4) representam expressões da Onda Matéria, pois v_p é a velocidade da partícula, v é a velocidade da onda associada e agora u é a velocidade da OM.

TRANSFORMAÇÕES ESPAÇO-TEMPO,
PARA $t \neq t'$, NO INTERVALO $V_3 = 0, 1c \leq v_p < c$

Supomos agora que a OM sofre efeitos relativísticos. Neste caso, devemos ter relações semelhantes às equações (10) e (11), a menos do seguinte fator de escala:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - u^2/v^2}} \quad (14)$$

Nesse regime, tais transformações no espaço e no tempo para o sistema S' têm a forma

$$\begin{cases} a) & x' = \gamma(x - ut) \\ b) & t' = \gamma(1 - u/v) t \end{cases} \quad (15)$$

E, para o sistema S , são

$$\begin{cases} a) & x = \gamma(x' + ut') \\ b) & t = \gamma(1 + u/v) t' \end{cases} \quad (16)$$

Importante ressaltar que γ , além de ser fator de escala, é também um “fator de conversão” sobre a OM, como onda ou partícula, que deve ser usado convenientemente e em consonância com a TRE.

TRANSFORMAÇÕES DAS VELOCIDADES,
PARA $t \neq t'$, NO INTERVALO $V_3 = 0, 1c \leq v_p < c$

Para o sistema S' , temos para a velocidade da partícula $v'_p = dx'/dt'$, mas no regime relativístico se aplicam as equações (15) e (16) para o espaço-tempo, logo a velocidade

fica assim transformada:

$$v'_p = \left(\frac{v_p - u}{1 - u/v} \right)_{(S)} \quad (17)$$

E para o sistema S :

$$v_p = \left(\frac{v'_p + u}{1 + u/v} \right)_{(S')} \quad (18)$$

As equações (12) e (13) são idênticas às equações relativísticas das velocidades (17) e (18). São duas as razões para esse resultado: a) as equações independem do fator γ , que é um invariante relativístico; b) a relatividade da simultaneidade não se restringe ao regime relativístico de Lorentz, mas a velocidades no intervalo de $10^2 \leq v_p < c$, onde $t \neq t'$, de acordo com a Figura 4 deste trabalho.

Contudo, as equações (17) e (18) podem ser aplicadas para todos os valores possíveis de velocidades que a partícula possa assumir, desde que se obedeam as seguintes condições:

- 1) se $0 \leq v_p < 10^2$ e $u \ll v$, teremos as transformações não relativistas de velocidades ou transformações de Galileu, para as quais $t = t'$;
- 2) se $10^2 \leq v_p < 0,1c$, teremos as transformações não relativistas de velocidades, aqui obtidas, para as quais $t \neq t'$;
- 3) se $0,1c \leq v_p < c$ e $v = c^2/v_p$, teremos as transformações relativistas de velocidades ou transformações de Lorentz, para as quais $t \neq t'$.

Portanto, para que a OM represente uma partícula, como na TRE, devemos substituir $v_{(S)} = c^2/v_p$ e $v_{(S')} = c^2/v'_p$ nas equações (17) e (18), respectivamente, de modo a obtermos as transformações de Lorentz para as velocidades

que em S' temos

$$v_p' = \frac{v_p - u}{1 - \frac{uv_p}{c^2}} \quad (19)$$

e em S

$$v_p = \frac{v_p' + u}{1 + \frac{uv_p'}{c^2}} \quad (20)$$

onde trocamos $v_{(S)}$ por v e $v_{(S')}$ por v' , sem nenhuma perda de generalidade.

Esses resultados podem ser organizados quando da análise de velocidades decorrentes do movimento de dois sistemas inerciais, S e S' , que se afastam ou se aproximam com velocidade relativa igual a u , conforme Quadros 1 e 2:

Quadro 1. Velocidades da OM e da partícula com S' em movimento.

SISTEMA	S' se afasta de S	S' se aproxima de S
Onda Matéria	a) $v_p = \frac{v_p' + u}{1 + \frac{u}{v}}$	b) $v_p = \frac{v_p' - u}{1 - \frac{u}{v}}$
Partícula	c) $v_p = \frac{v_p' + u}{1 + \frac{uv_p'}{c^2}}$	d) $v_p = \frac{v_p' - u}{1 - \frac{uv_p'}{c^2}}$

(21. a, b, c, d)

Quadro 2. Velocidades da OM e da partícula com S em movimento.

SISTEMA	S se afasta de S'	S se aproxima de S'
Onda Matéria	e) $v_p' = \frac{v_p - u}{1 - \frac{u}{v}}$	f) $v_p' = \frac{v_p + u}{1 + \frac{u}{v}}$
Partícula	g) $v_p' = \frac{v_p - u}{1 - \frac{uv_p}{c^2}}$	h) $v_p' = \frac{v_p + u}{1 + \frac{uv_p}{c^2}}$

(21. e, f, g, h)

Esses Quadros nos permitem inferir:

- 1) a dualidade impõe que as equações de velocidades para a partícula devem ser similares as da onda associada, de modo que podemos trocar v_p por v , e v_p' por v' nas equações (21, c-d) e (21, g-h), observando o fenômeno em estudo;
- 2) há também uma similaridade em relação às equações com termos de índices “com linha” e “sem linha”, de modo que podemos tratar um problema de afastamento S de (ou S') como um problema de aproximação de S' (ou S);
- 3) as equações (21, a-b) e (21, e-f) são as velocidades relativas da OM, que atendem ao item (1) para $v=c^2/v_p$ ou $v_p=c^2/v$;
- 4) nas equações (21, c-d) e (21, g-h) se $v_p=c$, teremos $v_p'=c$, o mesmo deverá ocorrer para a OM, enquanto onda: se $v=c$ implica $v'=c$, e vice-versa.

APLICAÇÕES

COEFICIENTE DE FRESNEL

Fresnel mostrou que sendo v a velocidade da luz relativa a um meio, de índice de refração η se este meio se move com velocidade v_m , então a velocidade v será dada por

$$v = \frac{c}{n} \pm v_m \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \quad (22)$$

É instrutivo considerarmos a luz como uma onda no fenômeno da refração, como ilustrado na Figura 9.

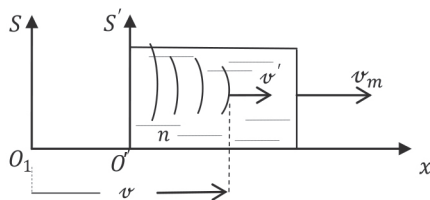


Figura 9. Representação relativística para a obtenção do coeficiente de Fresnel.

Então, um observador, em S , mede a velocidade v relativamente ao meio de índice de refração n , que se move com velocidade v_m , de acordo com a equação (21.c), quando S' se afasta de S , na seguinte forma:

$$v = \frac{v' + u}{1 + \frac{uv'}{c^2}} \quad (23)$$

Essa é uma equação de velocidade transformada quando se analisa um problema de natureza ondulatória, em respeito à conclusão (1), relativa ao quadro de equações (21). Assim, quando substituirmos $v' = c/n$ e $u = v_m$, resulta

$$v = \frac{\frac{c}{n} + v_m}{1 + \frac{v_m}{nc}} \quad (24)$$

que, após algum algebrismo, encontramos

$$v = \frac{c}{n} \pm v_m \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) \quad (25)$$

O sinal negativo da equação (25), relativa à velocidade do meio, surge se o movimento do meio, S' , for de aproximação em relação a S , neste caso, usamos a equação (21.d), com as mesmas considerações anteriores. Portanto, na composição dos dois movimentos, teremos a relação de Fresnel dada pela equação (25).

EFEITO DOPPLER

Esse efeito é também um fenômeno ondulatório, porém resulta de medidas de frequências e comprimentos de onda que são alterados pelo afastamento ou aproximação do sistema relativamente ao sistema, quando uma onda de OM é emitida em $t = t' = 0$, na posição $x = x' = 0$.

Desse modo, concernente às novas transformações matemáticas aqui obtidas, que incluem a equação (7), estudamos os efeitos longitudinal e transversal do Doppler para a luz.

DOPPLER LONGITUDINAL

1.º Caso: S' se afasta de S , assim como a frente de onda da OM, vista por O_1 , se afasta de S , como mostra a Figura 10.

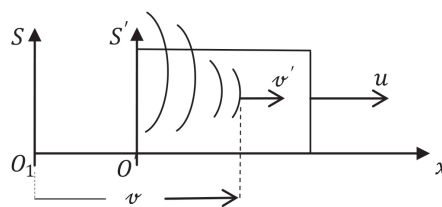


Figura 10. Efeito Doppler Longitudinal com S' se afastando de S .

O tempo relativo é dado pela equação (16.b): $t = \gamma(1 + u/v)t'$, onde devemos usar o fator $\gamma = (1 - u^2/v^2)^{-1/2}$ dado pela equação (14). Porém, trata-se de um fenômeno tipicamente ondulatório, de modo que o tempo t , assim como o tempo t' , deve ser transformado de acordo com a equação (7), com: $\tau = 2\pi t$ e $\tau' = 2\pi t'$. Com essas transformações e assumindo $v = c$, resulta para a frequência relativa

$$v = v' \left(\frac{c - u}{c + u} \right)^{1/2} \quad (26)$$

2.º Caso: S' se aproxima de S , por conseguinte a frente de onda da OM, vista por O_1 , também se aproxima de em função do movimento de S' , o tempo relativo será dado por: $t = \gamma(1-u/v)t'$. Dessa forma, por analogia ao 1.º Caso, temos para a frequência relativa:

$$v = v' \left(\frac{c+u}{c-u} \right)^{1/2} \quad (27)$$

Note que se escrevermos v' como função de v nas equações (26) e (27) estaremos trocando de observador que analisa o movimento da frente de onda da OM. Nesse sentido, é o referencial quem se afasta ou se aproxima da frente de onda.

DOPPLER TRANSVERSO

A OM se propaga como uma onda em todas as direções, de modo que a frequência da onda também é alterada quando esta se propaga perpendicularmente em relação ao movimento relativo de S' . Neste caso, o tempo relativo vale $t = \gamma t'$ e, usando a equação (7), para a frequência resulta

$$v = \frac{v'}{\gamma} \quad (28)$$

substituindo $\gamma = (1-u^2/v^2)^{-1/2}$ com $v = c$, vem

$$v = v' \left(1 - \frac{u^2}{c^2} \right)^{1/2} \quad (29)$$

A obtenção para o comprimento de onda para cada um dos casos Doppler aqui apresentados é trivial, de modo a compormos os Quadros 3 e 4 com as

seguintes equações:

Quadro 3. Frequências Doppler.

Sistema	Frequência
DOPPLER LONGITUDINAL	
• S' se afasta ou se aproxima de S .	a. 1) $v = v' \left(\frac{c \mp u}{c \pm u} \right)^{1/2}$
• S se afasta ou se aproxima de S' .	a. 2) $v' = v \left(\frac{c \pm u}{c \mp u} \right)^{1/2}$
DOPPLER TRANSVERSAL	a. 3) $v = v' \left(1 - \frac{u^2}{c^2} \right)^{1/2}$

(30. a. 1, a. 2, a. 3)

Quadro 4. Comprimentos de onda do Doppler.

Sistema	Comprimento de onda
DOPPLER LONGITUDINAL	
• S' se afasta ou se aproxima de S .	b. 1) $\lambda = \lambda' \left(\frac{c \pm u}{c \mp u} \right)^{1/2}$
• S se afasta ou se aproxima de S' .	b. 2) $\lambda' = \lambda \left(\frac{c \mp u}{c \pm u} \right)^{1/2}$
DOPPLER TRANSVERSAL	b. 3) $\lambda = \lambda' \left(1 - \frac{u^2}{c^2} \right)^{-1/2}$

(30. b. 1, b. 2, b. 3)

A equação (30.b.3) é simplesmente $\lambda = \gamma \lambda'$, o que corresponde um aumento do comprimento de onda, decorrente de um aumento do período (tempo) para um observador em repouso.

INVARIÂNCIA DA VELOCIDADE DA ONDA

Considerando a OM como onda associada, temos que $V=v$. Adicionalmente, sendo $v = \lambda v$ e $v' = \lambda' v'$ é fácil demonstrar que $v = v'$ multiplicando os pares de equações (30.a.1) e (30.b.1), ou os pares de equações (30.a.2) e (30.b.2), que se referem ao efeito Doppler longitudinal; ou também multiplicando

os pares de equações (30.a.3) e (30.b.3), que se referem ao efeito Doppler transversal. Em qualquer dos casos sempre resulta $v = \lambda' \nu'$ ou pela mudança de referencial: $v' = \lambda \nu$, ou seja, a velocidade da onda e, portanto, da OM, não muda, ela é invariante pelas transformações aqui apresentadas.

DINÂMICA DA ONDA MATÉRIA

Nesse ponto, discutiremos a OM com suas características de partícula. Ressalta-se, no entanto, que todas as grandezas físicas apresentadas aqui estão relacionadas à OM, o comportamento de partículas ou ondas é o tratamento conveniente que aplicamos a um determinado sistema físico.

MASSA

De acordo com a TRE, temos para a massa:

$$m = \gamma m_o \quad (31)$$

onde $\gamma = (1 - v_p^2/c^2)^{-1/2}$ é o fator de Lorentz.

Agora, quando tratamos da OM, constituída de uma partícula e sua onda associada, dentro do sistema S' , que se desloca com velocidade u , em relação à S , conforme a Figura 11,

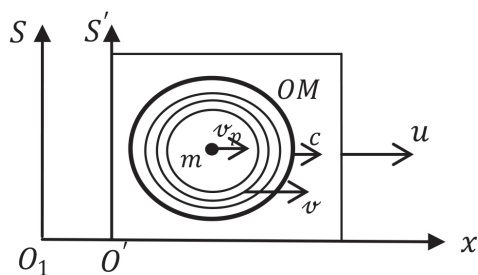


Figura 11. OM no referencial S' , que se desloca com velocidade u .

somos impelidos a considerar a equação (14), onde $\gamma = (1 - u^2/v^2)^{-1/2}$. Nesse caso, a massa assume a forma

$$m = \frac{m_o}{\left(1 - \frac{u^2}{v^2}\right)^{1/2}} \quad (32)$$

Todavia, substituindo $v = c^2/v_p$, a OM, na condição de partícula, terá massa igual a

$$m = \frac{m_o}{\left(1 - \frac{u^2 v_p^2}{c^4}\right)^{1/2}} \quad (33)$$

MOMENTO

De modo peculiar, escrevemos o momento da OM, enquanto partícula, assim como Einstein estendeu seu conceito na TRE: $p = mv_p = \gamma m_o v_p$. Não obstante, aqui denotamos como o momento cinético

$$p = \frac{m_o v_p}{\left(1 - \frac{u^2 v_p^2}{c^4}\right)^{1/2}} \quad (34)$$

ENERGIA

Da mesma forma que a massa foi descrita para a OM, a sua energia vale

$$E = K \cdot \frac{u^2}{c^2} + E_0 \quad (35)$$

onde K é a energia cinética; $E = mc^2 = \gamma m_o c^2$ é a energia total, e $E_0 = m_o c^2$ é

a energia de repouso da partícula. A equação (35) foi obtida usando o teorema trabalho-energia, com procedimentos semelhantes aos encontrados em textos que tratam da TRE, de modo a ser desnecessária sua demonstração.

Outra fórmula importante aqui obtida refere-se ao quadrado das energias

$$E^2 = p^2 u^2 + E_0^2 \quad (36)$$

pois combinada à equação resulta

$$K = \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) m v_p^2 \quad (37)$$

Em 2006, o autor e Bassalo obtiveram esta fórmula para a energia cinética, sendo aplicada pela primeira vez em 2008. Agora, ao substituí-la na equação, resulta

$$E = \frac{u^2}{c^2} \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) m v_p^2 + E_0 \quad (38)$$

Da mesma forma, obtemos

$$P^2 = \frac{p^2 u^2}{c^2} + p_0^2 \quad (39)$$

onde $P = \gamma p_0 = \gamma m_0 c$ é o quadri-momento; com $p = \gamma m_0 v_p$ sendo o momento cinético e $p_0 = m_0 c$, um momento intrínseco relativo ao repouso da partícula. Este último precisa ser melhor investigado, pois sua fórmula surge pela primeira vez no efeito Compton decorrente da energia do elétron inicialmente em repouso.

O 4-momento também pode ser escrito a partir da equação (38) como

$$P = \frac{u^2}{c^2} \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) p \cdot \beta + p_0 \quad (40)$$

com $\beta = v_p/c$ e

$$p = \frac{p_0 c}{u} (\gamma^2 - 1)^{1/2} \quad (41)$$

Essas relações formam o conjunto de novas equações do momento e da energia relativísticas, onde a OM é, neste caso, uma partícula.

FREQUÊNCIA E COMPRIMENTO DE ONDA DA ONDA DE MATÉRIA

Na mecânica ondulatória, ao momento da partícula está associado um comprimento de onda, dado pela relação $\lambda = h/p$; assim como sua energia está associada à frequência " ν ", dessa mesma onda, tal que $\nu = h/E$, onde h é a constante de Planck.

Nesse trabalho, reinterpretamos a equação da energia para uma OM, tal que da equação (4), onde $v_p = c^2$, quando assumimos que $v_p = p/m$, $v = \lambda \nu$ e $p = h/\lambda$ resulta

$$E = mc^2 = h\nu \quad (42)$$

O fato importante dessa relação, como mencionamos, é que a massa de uma partícula pode ser interpretada como uma medida da frequência de uma onda, pois na equação (42) temos $m = (h/c^2)\nu$, com $m = \gamma m_0$ e $\nu = \gamma \nu_0$. De modo que podemos escrever também

$$E_0 = m_0 c^2 = h\nu_0 \quad (43)$$

Portanto, a massa de repouso vale também $m_0 = (h/c^2)\nu_0$, onde ν_0 é uma frequência

intrínseca da partícula ou a frequência da onda associada à partícula em repouso, ou seja, m_0 e ν_0 são propriedades intrínsecas da OM, esteja à partícula em repouso ou em movimento, pois

$$\nu = \frac{\nu_0}{m_0} m \quad (44)$$

Outro importante desdobramento das equações apresentadas está relacionado ao comprimento de onda, pois da equação (41) resulta:

$$\lambda = \frac{u\lambda_0}{c} (\gamma^2 - 1)^{-1/2} \quad (45)$$

onde $\lambda = h/p$ e $\lambda_0 = h/p_0$, sendo este último denotado como comprimento de onda intrínseco ou comprimento da onda da partícula em repouso. Deste modo, $E_0 = m_0 c^2 = p_0 c = hc/\lambda_0 = h\nu_0$, então

$$c = \lambda_0 \nu_0 \quad (46)$$

Essa expressão deixa evidente que, ao entrar em repouso, a partícula tem sua onda associada com velocidade $v=c$, nesse caso o fator de conversão γ , dado pela equação (14) tem papel fundamental, pois, como veremos, nesse estado da partícula, a OM é uma onda eletromagnética.

EQUAÇÕES DINÂMICAS DA OM

Nosso estudo tem por base a TRE e a condição para a OM: $v v_p = c^2$. O quadro a seguir revela algumas expressões dinâmicas que fazem parte da TRE, quando assumimos na Figura 11 que o referencial S' é coincidente

com a envoltória da OM, neste caso teremos $u=c$ e as equações (47) dispostas no Quadro 5.

O fato da envoltória ter velocidade c , embora apresente alguns resultados conhecidos da TRE, ela traz um complicador para a hipótese aqui tratada, pois de acordo com Einstein a velocidade tem o limite $v_p < c$, então conforme equações (47), para partículas, teremos sua energia e momento reais e muito bem determinados. No entanto, para a OM, como onda associada à partícula, tem-se que para $v < c$ as grandezas dinâmicas são imaginárias. O caso inverso refletiria $v_p > c$ o que é proibido pela TRE.

Quadro 5. Equações da OM e da partícula para $u=c$, na Figura 11.

Onda Matéria	Partícula
Fator de conversão a.1) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-c^2/v^2}}$	Fator de conversão a.2) $\gamma = \frac{1}{\sqrt{1-v_p^2/c^2}}$
Massa b.1) $m = \frac{m_0}{\left(1-\frac{c^2}{v^2}\right)^{1/2}}$	Massa b.2) $m = \frac{m_0}{\left(1-\frac{v_p^2}{c^2}\right)^{1/2}}$
Energia c.1) $E = h\nu$ $E = h\gamma\nu_0$	Energia c.2) $\begin{cases} E = mc^2 \\ E = \gamma m_0 c^2 \\ E = \left(\frac{\gamma}{\gamma+1}\right) m v_p^2 + E_0 \\ E_0 = m_0 c^2 \\ E^2 = p^2 c^2 + E_0^2 \end{cases}$
4-momento d.1) $P = \gamma p_0$ com $p_0 = \frac{h}{\lambda_0}$	4-momento d.2) $\begin{cases} P = \left(\frac{\gamma}{\gamma+1}\right) p\beta + p_0 \\ p_0 = m_0 c; \beta = v_p/c \\ P^2 = p^2 + p_0^2 \end{cases}$
Momento cinético e.1) $p = h/\lambda$	Momento cinético e.2) $\begin{cases} p = m v_p \\ p = p_0 (\gamma^2 - 1)^{1/2} \end{cases}$

(47. a, b, c, e)

Mas, tal proibição não se aplica à OM. É oportuno salientar que as equações (21)

da OM, para a onda ou para a partícula, são similares, de modo que não há nenhuma restrição nos valores de v_p ou v , internos à envoltória, mesmo se esta tem velocidade c . Então, quando $v_p > c$, as grandezas dinâmicas da partícula são imaginárias, mas, para a OM enquanto onda, com $v > c$, as grandezas são reais, conforme equações (47).

Nessa direção, somos levados a supor que a OM, de fato, é interna a uma envoltória que tem energia complexa e que pode ser representada pelas Figuras 12 e 13.

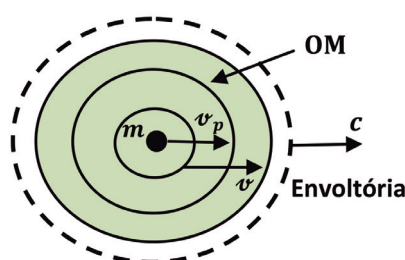


Figura 12. Medidas sobre a OM implicam não observação da envoltória.

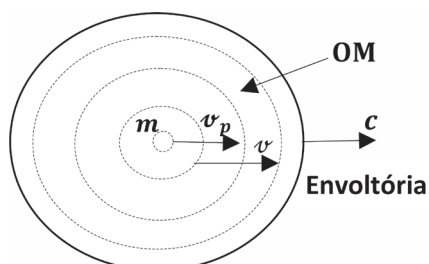


Figura 13. Medidas sobre a envoltória implicam não observação da OM.

Nesse arcabouço complexo, a linha pontilhada representa a impossibilidade de se observar ou medir, e a linha fechada indica medida-sobre. Em outras palavras, o que não se pode observar ou medir é imaginário, logo durante o processo de medida há transferência de energia, garantindo no efeito global sua conservação.

Na Figura 12, por exemplo, nada se pode aferir sobre a envoltória. O único vínculo com a OM é que esta obedece à relação $v v_p = c^2$.

Dessa forma, toda e qualquer medida é realizada sobre a OM e, sendo ela executada, em determinada experiência, tal medida obtida definirá se o fenômeno tem características de partícula ou de onda. Tudo em conformidade com as Figuras 6 e 7 deste trabalho.

Portanto, dependendo do que se mede sobre ela, ou é onda ou é partícula. Essa conclusão coaduna com a definição da OM, não obstante, precisamos estabelecer o que significa fisicamente a envoltória.

FÓTON

Seriam as equações (34) e (38) aplicáveis aos fótons? A resposta é sim, porém devemos usar o fator de conversão dado na equação (14) onde escrevemos

$$\frac{u^2}{c^2} = \frac{\gamma^2 - 1}{\gamma^2} \quad (48)$$

Substituindo essa relação na equação (38) e também $v_p = c^2/v$, encontramos

$$E = m \frac{c^4}{v^2} + m_0 \frac{c^4}{v^2} - m_0 c^2 \quad (49)$$

Para fótons, devemos ter $v=c$, como na equação (48), logo

$$E = mc^2 \quad (50)$$

Esse resultado pode sugerir que os fótons constituintes da radiação eletromagnética

não possuem energia de repouso, pois naturalmente ela desaparece da equação (49) quando $v=c$. Mas tal conclusão é precipitada porque nada podemos especular, ainda, sobre sua “massa de repouso”, tendo em vista que pela TRE devemos ter $m=\gamma m_0$, onde m_0 seria agora uma suposta massa de repouso do fóton. Se assim for possível, teremos para “ η ” fótons com a mesma energia cinética:

$$E = nmc^2 = \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1}\right) m v_p^2 + nE_0 \quad (51)$$

E, para o momento, desde que $v_p=c^2/v$, com $v=c$, teremos:

$$p = mc \quad (52)$$

A priori, portanto, valeriam todas as equações da TRE para os fótons. Da mesma forma, as equações (50) e (51), quanticamente, devem obedecer às relações impostas pela dualidade $E=mc^2=h\nu_f$ e $p=mc=h/\lambda_f$ onde ν_f e λ_f são, respectivamente, a frequência e o comprimento de onda do fóton, cujo produto vale $c=\lambda_f \nu_f$.

Conclui-se, portanto, a necessidade de compreender que a dualidade não se restringe à análise sobre OM. É necessário investigar mais profundamente a ideia da massa do fóton, pois, nas circunstâncias apresentadas, igualmente valeriam as representações da OM para a radiação, ou seja, podemos imaginar a Figura 13 com os seguintes desdobramentos:

Na Figura 14, a onda não é observada, pois sua energia é complexa e transferida para o fóton, enquanto partícula.

Na Figura 15, agora a partícula não é observada porque sua energia é complexa e transferida para a onda fotônica.

Podemos imaginar que essas Figuras representam fótons de alta e baixa frequência. Tal interpretação é congruente com as descobertas de ondas de frequência muito alta (Figura 14), na região do ultravioleta, que são consideradas como partículas ultra-rápidas, devidamente observadas através de rastros que deixam em câmaras de nuvens, por exemplo, e que são denominados trajetórias das partículas. Enquanto ondas, na região do infravermelho e visível seriam representadas pela Figura 15, que também estão em conformidade com o espectro eletromagnético.

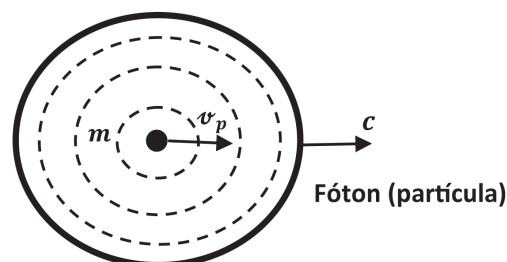


Figura 14. A envoltória é o fóton como partícula.

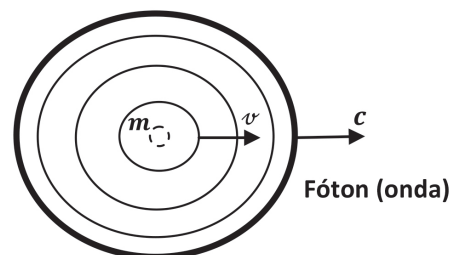


Figura 15. A envoltória é o fóton enquanto onda.

CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Basicamente parte das discussões aqui atribuídas à OM e ao fóton já é conhecida na literatura científica, embora não da forma como aqui estão expostas. Porém, a maior parte é original e apresenta aplicações facilmente compreendidas à luz da matemática desenvolvida para alguns tópicos da física moderna.

A originalidade está na discussão sobre simultaneidade baseada no efeito Doppler para o som como o mecanismo de definição de eventos simultâneos, no limite de baixas velocidades, onde é válida a universalidade dos tempos; na construção cinemática e dinâmica para o modelo, com novas transformações matemáticas para o espaço-tempo e velocidades; na demonstração das fórmulas e suas consequências.

Portanto, ao explorarmos a TRE estabelecendo sua conexão com a dualidade através da Onda Matéria, estendendo a discussão para o fóton, com propriedades semelhantes à OM, embora tenhamos respondido parcialmente algumas questões propostas sobre a intrigante dualidade das partículas, é necessária a investigação mais profunda acerca de um possível acoplamento de ambos.

É preciso responder se existe alguma relação entre o fóton e a OM. Se existe, qual papel ele desempenha no estado de repouso da OM, como partícula? Pois, nesse estado, a OM com massa m_o , tem velocidade c , um momento intrínseco $p_o = m_o c$ e um comprimento de onda associado $\lambda_o = h/m_o c$, que corresponde ao comprimento de onda Compton.

Por último, é preciso deixar claro que este trabalho não tem a pretensão de negar ou sugerir que existem falhas na TRE. O autor propõe a hipótese no sentido de contribuir para a compreensão do caráter dual das partículas.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Professor José Maria Filardo Bassalo pelas suas importantes discussões e contribuições com o trabalho, principalmente no que se refere à nova fórmula da energia cinética relativística.

NOTAS

No site www.bassalo.com.br, *Curiosidades da Física*, aparece a discussão sobre uma nova fórmula da energia cinética relativística e o comprimento de onda Compton (2007).

TACC - Trabalho Acadêmico de Conclusão de Curso do aluno Antônio Leocádio Martins Ferreira, do IFPA, intitulado *O Hamiltoniano do oscilador quantum relativístico* (2008).

REFERÊNCIAS

LOPES, J.L. *A Estrutura Quântica da Matéria*, 2ª Edição, Editora UFRJ (1993).

POINCARÉ, J. H. *Comptes Rendus*, 140-1504 (1905).

DE MORAES, B. T. F. *Engrenagem*, Vol.3, 63-71 (2012).

BASSALO, J. M. F., www.bassalo.com.br, *Curiosidades a Física* (site) (2007).

Matéria Dual

Dual Matter

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Doutor em Física (UFC-Brasil), Mestre em Física-Matemática (UFPA-Brasil, UCLA-EUA) e Especialista em Física Contemporânea (UFPA-Brasil), Membro Titular da Academia Paraense de Ciências e Bolsista da Capes. **Endereço:** Rod. Augusto Montenegro, 6955, Cond. Cidade Jardim 2, Q 21, Casa 9, Parque Verde, Belém-PA, CEP 66.635-110. **E-mail:** tadeu.moraes@ifpa.edu.br

RESUMO

Este trabalho complementa o artigo intitulado “*Teoria da Relatividade Especial (TRE) face a dualidade das partículas*”. Os resultados obtidos mostram que não há distinção entre a Onda Matéria-OM e o Fóton, pois eles podem ser tratados como uma Matéria Dual-MD, um pacote de energia, que representa uma onda ou partícula dependendo do fenômeno em estudo. As aplicações recaem em trabalhos conhecidos da literatura científica como: momento angular do elétron, criação de pares, princípio da incerteza, entre outros.

Palavras-chave: TRE. OM. Fóton. MD.

ABSTRACT

This work complements the article entitled “Special Theory of Relativity (STR) face the duality of particles”. The results show that there is no distinction between the Matter Wave-MW and the Photon, they can be treated as a Matter Dual-MD, an energy package, which is a wave or particle depending on the phenomenon under study. Applications fall into known works of literature such as electron angular momentum, creating pairs, the uncertainty principle among others.

Keywords: TRE. OM. Photon. MD.

INTRODUÇÃO

Como parte introdutória é oportuno lembrar que a TRE completa 110 anos de existência e a dualidade pouco mais de 90. Também que no artigo “*Teoria da relatividade especial face a dualidade das partículas*”, parte integrante do volume desta revista, que é base do presente trabalho, foi definida a Onda Matéria-OM e novas discussões relativas às propriedades do fóton foram exploradas.

Nesse artigo a OM, assim como o fóton, possui velocidade constante e traz novos desdobramentos conceituais para a TRE e para a dualidade das partículas, pois novas transformações de espaço e tempo foram necessárias para justificar a hipótese, bem como a cinemática e a dinâmica da OM precisaram ser criadas.

Além disso, o artigo trouxe à discussão a questão da possível massa de repouso e, portanto, da energia de repouso para o fóton, que parece estar presente no efeito fotoelétrico e no efeito Compton, como processos de colisão entre partículas, e é exibida de forma natural na produção de pares.

Não obstante, ainda sobre o artigo ficaram as seguintes questões sem resposta: 1) O que significa fisicamente a envoltória sobre a Onda Matéria-OM, nas Figuras 12 e 13 daquele trabalho? 2) Que relação entre a OM e o fóton precisa ser estabelecida para justificar que no repouso da OM aparece um “momento intrínseco” denotado por $p_o = m_o, c$? E, portanto, um comprimento de onda dado por $\lambda_o = h/(m_o, c)$?

Tais dificuldades e questionamentos foram a real motivação para a construção do sistema denominado “Matéria Dual-MD”, como a possível interpretação, via energia, da dualidade. A hipótese é fenomenológica, porém matemática e pedagogicamente acessível para a compreensão desse

complexo fenômeno físico.

Pelo exposto, sobretudo pela necessidade de referenciar recorrentemente o artigo “*Teoria da relatividade especial face a dualidade das partículas*”, que é o arcabouço do presente trabalho, aqui ele será tratado como **Artigo 1**.

MATÉRIA DUAL - MD

É preciso então estabelecer o significado físico da envoltória sobre a OM e também responder ao questionamento sobre o momento intrínseco p_o da OM como partícula.

O **Artigo 1** ilustra a necessidade de compormos um balanço de energia, pois as equações da OM assim como as equações para o fóton estão correlacionadas pela dualidade, pelas equações da TRE, e também pelos resultados apresentados naquele artigo, por exemplo, a OM enquanto partícula em repouso apresenta velocidade nula, mas enquanto onda apresenta a velocidade da luz.

Em outras palavras, a dualidade não se restringe à análise sobre a OM ou sobre o fóton, individualmente. Tudo aponta para um único “objeto complexo”, pois, conforme vimos, a OM pode viajar com velocidade, da mesma forma que o fóton. E, mesmo em repouso, embora a velocidade da partícula da OM seja nula, a velocidade da onda é c .

Portanto, há uma clara necessidade de introduzir uma “Matéria Dual-MD”, que consiste em um emaranhamento ou entrelaçamento da OM com o fóton, que compartilham e transferem energia, massa ou frequência, da seguinte maneira:

$$MD = OM + \text{fóton}.$$

Mostraremos que tal sistema tem energia complexa e representação dada pela Figura 1.

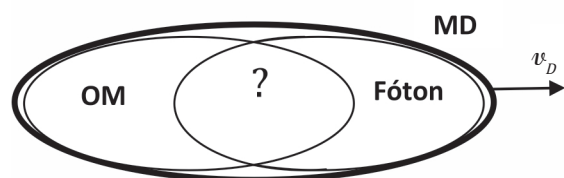


Figura 1. A MD que tem velocidade dual (v_D) é composta pela OM e o Fóton.

Mas, precisamos saber o que representa a interseção do diagrama, pois temos duas situações a explorar:

- primeiro, uma vez que o fóton se entrelaça à OM, então devemos obter a relação da massa do fóton com a massa de repouso da OM, na condição de partícula;
- segundo, devemos obter a equação geral para a energia desse novo sistema, que organize e sistematize todas as equações apresentadas no **Artigo 1**, para a OM e o fóton.

RELAÇÕES ENTRE OM E FÓTON

Imaginemos a MD como radiação de alta energia submetida a uma barreira, um núcleo pesado, por exemplo. Quando o fenômeno ocorre, a radiação, como fóton-partícula, “para” (veja Figura 14, do **Artigo 1**), mas é contabilizada sua energia de repouso, $2E_0$, proveniente da produção do par elétron-pósitron. É como se esse par entrasse em repouso, com velocidade $v_p = 0$. Pode-se supor, então, que antes da interação com o núcleo, o par tem velocidade $v_p = c$, mas não é observado, pois está envolvido pela MD.

Portanto, a MD obedece às seguintes condições:

$$v_p \leq c \quad (1)$$

$$c = \lambda_f v_f = \lambda_0 v_0 \quad (2)$$

Veremos ulteriormente, como aplicação do modelo, que a primeira condição tem um desdobramento de extrema importância na Física, cuja interpretação leva a um dos pilares da mecânica quântica – o Princípio da Incerteza.

Através da segunda condição, é fácil mostrar que:

$$m_f = \frac{m_0}{v_0} v_f \quad (3)$$

Logo para η fótons (partículas MD), teremos a energia, conforme a equação (51), do **Artigo 1**, escrito na forma:

$$E_f = n \frac{m_0 c^2}{v_0} v_f \quad (4)$$

Assim, com $v_f = \gamma_f v_0$ e na condição de repouso implica também $v_f = v_0$. Logo:

$$E_f = n m_0 c^2 \quad (5)$$

Essa é a energia da MD, enquanto fóton. O fator de conversão γ_f será explorado e mais bem compreendido no próximo tópico.

ENERGIA TOTAL – ENERGIA DA MD

Vimos que para a OM como partícula as equações da energia são:

$$\begin{cases} a) & E = K + E_0; \\ b) & K = \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1}\right) m v_p^2; \\ c) & E_0 = m_0 c^2. \end{cases} \quad (6)$$

Combinando essas equações obtemos:

$$E = \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1}\right) m v_p^2 + m_0 c^2 \quad (7)$$

e também

$$E^2 = p^2 c^2 + E_0^2 \quad (8)$$

A equação (6.b) é a fórmula da energia cinética, as demais expressam as fórmulas da energia da OM, que contêm a energia de repouso E_0 .

Embora a massa e a energia de repouso dos fótons não possam ser observadas e nem medidas diretamente, seus efeitos podem ser perfeitamente reconhecidos pela própria experiência. Deste modo, a fim de obter uma expressão geral para a energia da MD, onde E_0 ora pertence à OM ora pertence ao fóton, partimos das equações das energias relativísticas e após alguma álgebra, encontramos:

$$2E = E_D = E_{OM} + E' \quad (9)$$

ou

$$E_D = \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1}\right) m v_p^2 + m_0 c^2 + \gamma' m_0 c^2 \quad (10)$$

onde $E_D = M_D c^2$ é a energia dual (ou total) e M_D é a massa dual (ou total) do sistema. A energia E_{OM} obedece às equações da OM e a E' energia obedece às equações do fóton. E, por último:

$$\gamma = \frac{1}{\left(1 - \frac{v_p^2}{c^2}\right)^{1/2}} \quad (11)$$

e

$$\gamma' = \frac{1}{\left(1 - \frac{c^2}{v^2}\right)^{1/2}} \quad (12)$$

Como se verifica na equação (10) é o termo $m_0 c^2$ quem estabelece a interseção entre a OM e o fóton, de modo que o conjunto MD = OM + fóton está completo e justifica as equações da Seção “Fóton”, do **Artigo 1**, bem como a equação (3), deste artigo. Pictoricamente a MD é representada, então, conforme a Figura 2:

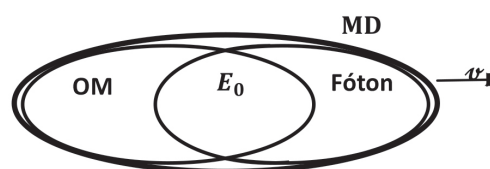


Figura 2. Representação da MD, onde: $OM \cap \text{fóton} = m_0 c^2$.

Por outro lado, a condição estabelecida pela equação (1) é também imposta para a onda associada à partícula, ou seja, $v \leq c$. Logo, para a MD, γ' é imaginária na seguinte forma:

$$\gamma' = -i\gamma_{\text{f}} \quad (13)$$

ou

$$\gamma' = i\gamma_{\text{f}} \quad (14)$$

onde

$$\gamma_{\text{f}} = \frac{1}{\left(\frac{c^2}{v^2} - 1\right)^{1/2}} \quad (15)$$

Portanto, as equações (9) e (10)

assumem a forma complexa

$$2E = E_D = mc^2 + im_{\text{f}}c^2 \quad (16)$$

Ressalta-se que o sinal negativo do fator γ' , na equação (13), implica no próprio complexo conjugado da energia, de modo a escrevermos

$$\begin{cases} E_D = E_{OM} + iE_{\text{f}} \\ E_D = E_{OM} - iE_{\text{f}} \end{cases} \quad (17)$$

onde: $E_D = M_D c^2$, $E_{OM} = mc^2 = \gamma m_o c^2$ e $E_{\text{f}} = m_{\text{f}} c^2 = \gamma_{\text{f}} m_o c^2$.

Além disso, podemos obter o produto das equações (17), que resulta

$$E_D^2 = E_{OM}^2 + E_{\text{f}}^2 \quad (18)$$

E, também, da TRE ajustada ao modelo, podemos escrever:

$$E_D^2 = p_D^2 c^2 + E_0^2 \quad (19)$$

Em seguida, usando a sequência das equações (17), (18) e (19), encontramos para massa do fóton:

$$m_{\text{f}} = M_D \left[1 - \gamma^2 \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2} \right) \right]^{1/2} \quad (20)$$

E para a massa da partícula:

$$m = M_D \gamma \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2} \right)^{1/2} \quad (21)$$

Finalmente, multiplicando essas massas por c^2 e, em seguida levando-as na equação (16), resulta:

$$E_D = M_D c^2 \left\{ \gamma \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2} \right)^{1/2} + i \left[1 - \gamma^2 \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2} \right) \right]^{1/2} \right\} \quad (22)$$

Analisemos esta expressão quanto às medidas efetuadas sobre a OM ou sobre o fóton, considerando o Princípio da Complementaridade de Bohr.

Em um primeiro caso, se se tratar de medidas sobre a OM, teremos somente o primeiro termo à direita da equação (22), de modo a ser compatível com a equação (9), logo

$$2E_D = 2E_{OM} = 2M_D c^2 \gamma \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2} \right)^{1/2} \quad (23)$$

Isso significa que a MD viaja com velocidade $v_D = v_p$, ou seja, a velocidade da MD é a velocidade da OM, enquanto partícula. Tudo se passa como se a energia do fóton (imaginária – linha pontilhada) fosse totalmente transferida para a OM (real – linha cheia), na seguinte representação (Figura 3):

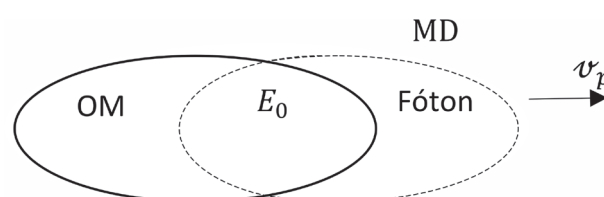


Figura 3. A MD colapsa sobre a OM, o fóton não é observado.

Então, com $v_D = v_p$ na equação (23), escrevemos:

$$E_{OM} = M_D c^2 \left(1 - \frac{v_p^2}{c^2}\right)^{-1/2} \left(1 - \frac{v_p^2}{c^2}\right)^{1/2} \quad (24)$$

ou

$$m c^2 = M_D c^2 \quad (25)$$

Da qual resulta

$$m = M_D \quad (26)$$

ou, em termos da frequência,

$$\nu = \nu_D \quad (27)$$

Esses resultados são consequência de substituir $v_D = v_p$ na equação (22), que faz o termo imaginário desaparecer. Portanto, no caso do repouso da partícula, temos: $M_D = m_o$ e $\nu_D = \nu_o$, onde ν_D é a frequência dual do sistema.

Em um segundo caso, se se tratar de medidas sobre o fóton, teremos agora somente o segundo termo à direita da equação (22), de modo a ser compatível com a equação (9), logo:

$$2E_D = 2E_f = 2M_D c^2 \left[1 - \gamma^2 \left(1 - \frac{v_D^2}{c^2}\right)\right]^{1/2} \quad (28)$$

Nesse caso, a MD viaja com velocidade $v_D = c$. Tudo se passa, agora, como se a energia da Onda Matéria (imaginária – linha pontilhada) fosse totalmente transferida para o fóton (real – linha cheia), tal como representado na Figura 4.

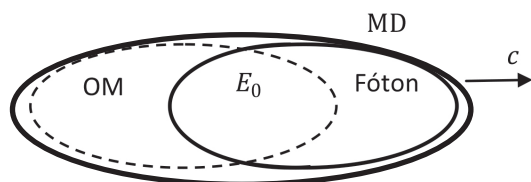


Figura 4. A MD colapsa sobre o fóton, a OM não é observada.

Então, para $v_D = c$ na equação (28), escrevemos

$$E_f = M_D c^2 \left[1 - \frac{\left(1 - \frac{c^2}{c^2}\right)}{\left(1 - \frac{v_p^2}{c^2}\right)}\right]^{1/2} \quad (29)$$

ou,

$$m_f c^2 = M_D c^2 \quad (30)$$

Da qual resulta:

$$m_f = M_D \quad (31)$$

ou, em termos da frequência,

$$\nu_f = \nu_D \quad (32)$$

Agora, esse resultado é consequência de substituir $v_D = c$ na equação (22), que faz o primeiro termo, à direita dessa equação, desaparecer. Na realidade, como a energia total (ou dual) se conserva, essa energia que desapareceu foi toda para o fóton.

ENERGIA DA MD EM REPOUSO

No caso particular do repouso da OM, como partícula, quando $v_p = 0$, a equação (28), fica:

$$m_f c = M_D v_D \quad (33)$$

ou

$$m_o c = M_D v_D = p_0 \quad (34)$$

Logo, para $v_D = c$, temos: $M_D = m_o$. Então, o estado de repouso da partícula passa a ser regulado pela equação (22) na seguinte forma:

$$E_{D(0)} = m_o c^2 \left[\left(1 - \frac{v_D^2}{c^2}\right)^{1/2} + i \frac{v_D}{c} \right] \quad (35)$$

Assim para a MD, enquanto OM, e esta enquanto partícula, o repouso ocorre para quando $v_D = v_p = 0$. Isto implica na equação (35) que: $E_0 = m_0 c^2$ e, portanto $p_0 = m_0 c$.

Porém, quando se tratar da MD, enquanto fóton, com velocidade $v_D = c$ temos para o “repouso” da MD (partícula) que a equação (35) fica e: $E_{f(0)} = m_0 c^2$, portanto $p_0 = m_0 c$.

Por último, é oportuno salientar que a dualidade é universal para todo tipo de matéria, inclusive para a MD. Significa dizer que podemos expressar todos os resultados obtidos até aqui em relação ao binômio energia = massa, também para energia = frequência o que implica massa = frequência. Nesse caso, a equação (22) assume a forma:

$$E_D = h\nu_D \left\{ \gamma \left(1 - \frac{c^2}{v_D^2} \right)^{1/2} + i \left[1 - \gamma^2 \left(1 - \frac{c^2}{v_D^2} \right) \right]^{1/2} \right\} \quad (36)$$

onde: $E_D = E_{OM} + iE_f$ com $E_{OM} = h\nu = h_{\nu 0}$, $E_f = h\nu_f = h\gamma_f \nu_0$ e $\gamma = (1 - c^2/v^2)^{-1/2}$.

Finalmente, para o estado de repouso da MD, a equação (35), em termos da frequência assume a forma:

$$E_{D(0)} = h\nu_0 \left[\left(1 - \frac{c^2}{v_D^2} \right)^{1/2} + i \frac{c}{v_D} \right] \quad (37)$$

Portanto, para a MD enquanto fóton, com $v_D = c$, sua energia vale: $E_{f(0)} = h\nu_0$.

APLICAÇÕES

COMPRIMENTO DE ONDA DO ELÉTRON

Vimos que a MD, na condição de partícula, tem velocidade $v_D = v_p$ e isto implica a equação (22):

$$E_D = M_D c^2 \quad (38)$$

ou

$$h\nu = m v_p v \quad (39)$$

ou ainda,

$$h\nu = p\lambda v \quad (40)$$

Então:

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad (41)$$

A equação (41) é a relação de D’Broglie, que estabelece a dualidade por meio de um postulado.

No presente trabalho, a MD, na condição de partícula, é a própria OM, que possui velocidade dada por $v_p = \eta v$, como foi discutido no **Artigo 1**, para $V = v$, na Seção Onda Matéria-OM. Nessas condições, temos para a partícula, com sua onda associada, que

$$\omega R = n\lambda v \quad (42)$$

ou simplesmente

$$2\pi R = n\lambda \quad (43)$$

A equação (43) é uma consequência da relação entre as velocidades da partícula e da onda que indica que em determinado estado que a partícula se encontre há modos de vibração representados pela sua onda de comprimento λ .

Portanto, nesse estado, quando substituímos λ da equação (43) na equação (41), fazemos uma escolha e a dualidade desaparece, restando tão somente a quantização do momento angular da partícula, dada por

$$L = n\hbar \quad (44)$$

onde $\hbar = h/2\pi$.

Essa quantização foi obtida 10 anos antes de D'Broglie, por Bohr, que a vinculou aos estados estacionários do átomo de hidrogênio. Também foi obtida pelo autor, em 2012, que usou o Teorema do Virial para obter as frequências dos estados estacionários e agora, em 2015, usando a hipótese da MD.

Então, como há uma aparente simbiose entre a OM e o fóton, enquanto enclausurados na MD, bem como comportamentos similares quanto à dualidade, estabelecida pela equação (22), se pensarmos a OM como o elétron, a MD será composta do elétron e do fóton, mas se o fóton não é observado, naturalmente toda sua energia (ou massa, ou frequência) foi transferida para o elétron, essa é a hipótese. Nessa sequência, o elétron é uma OM que possui caráter dual, de modo que quando ocorrer ressonância entre a frequência do fóton com a frequência da onda associada ao elétron, em determinado estado, podemos usar a equação (51), do **Artigo 1**, da seguinte forma:

$$E = \left[\frac{n}{\gamma} + \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) \right] h\nu \quad (45)$$

E o momento angular

$$L = \left[\frac{n}{\gamma} + \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) \right] \hbar \quad (46)$$

Para baixas velocidades ($\gamma \rightarrow 1$ e $\nu \rightarrow \nu_0$) e, resultam

$$E = (n + \frac{1}{2})h\nu_0 \quad (47)$$

e

$$L = (n + \frac{1}{2})\hbar \quad (48)$$

Particularmente o fator que aparece nas equações (47) e (48), decorre efetivamente da TRE aplicada ao modelo (De Moraes, 2012).

MOMENTO ANGULAR DO FÓTON

Vimos que a MD, na condição de fóton, tem velocidade $v_D = c$ e isto implica na equação (22): $h\nu_f = m_f c c = p_f c = p_f \lambda_f \nu_f$, de modo que seu momento vale:

$$p_f = h/\lambda_f \quad (49)$$

Novamente, como $h\nu_f = m_f c c$, podemos escrever

$$h\nu_f = p_f \omega R = p_f 2\pi \nu_f R \quad (50)$$

ou

$$p_f R = \frac{h}{2\pi} \quad (51)$$

Finalmente,

$$L = \hbar \quad (52)$$

PRINCÍPIO DA INCERTEZA

Esse princípio criado por Heisenberg, em 1927, mudou por completo a concepção sobre o conceito de “medida”, limitando as possibilidades de exatidão, ao condicioná-la à intervenção do observador. Nele, somente certas combinações podem ser efetuadas entre o par conjugado momento e posição (p, x), onde consideramos o movimento na direção x ; e também entre o par energia e tempo (E, t).

Na concepção de MD, foi mostrado que a dualidade tem caráter complexo e que ocorrem flutuações de energia e momento, entre onda e partícula. Que a MD, em movimento ou repouso, tem suas grandezas físicas conservadas no tempo e no espaço.

O caráter complexo surge exatamente em função de não se observar ou medir determinada grandeza física, então se $v_D \geq c$ a energia e o momento da partícula, de acordo com a equação (21) da MD, são imaginários. Logo, podemos inferir que:

$$\Delta p \geq \Delta p_f \quad (53)$$

onde Δp é uma flutuação no momento da OM, enquanto partícula, que pode não ser observada, mas sua onda sim; e Δp_f é a correspondente flutuação do momento do fóton, logo

$$\Delta p \geq \frac{h}{\Delta \lambda_f} \quad (54)$$

ou, ainda,

$$2\pi \Delta p \Delta R \geq h \quad (55)$$

onde usamos a condição de D’Broglie:

$2\pi \Delta R = \eta \Delta \lambda$, para $\eta=1$ e $\Delta \lambda_f = \Delta \lambda$. Finalmente, como a posição da partícula flutua em função do raio, temos $\Delta R = \Delta x$. Logo, da equação (55) resulta:

$$\Delta p \Delta x \geq \hbar \quad (56)$$

A relação entre energia e tempo segue o mesmo raciocínio anterior, ou seja, as flutuações da energia da OM implicam em flutuações da energia do fóton, e vice-versa, tal que: $\Delta E \geq \Delta E_f$. Contudo, como $\Delta E_f = h \Delta \nu_f$, com $\Delta \nu_f = 1/\Delta \tau$ e, $\Delta \tau = 2\pi \Delta t$, esta última conforme equação (7), do **Artigo 1**, então obtemos a seguinte relação:

$$\Delta E \Delta t \geq \hbar \quad (57)$$

As equações (56) e (57) representam as relações de Heisenberg, que aqui são as relações de incerteza sobre a OM. Naturalmente, para o fóton, como $v_D = c$ implica que $\Delta E = \Delta E_f$ e $\Delta p = \Delta p_f$. Logo, as relações de incerteza para o fóton são: $\Delta p_f \Delta \lambda_f \geq h$ e $\Delta E_f \Delta \tau \geq h$.

CRIAÇÃO DE PARES

Neste item que trata efetivamente da Matéria Dual-MD, com todos os desdobramentos matemáticos, mostrou-se que ela é composta de OM e fóton. Portanto, a coleção de matéria ou fóton pode ser considerada como uma coleção de MD’s que possuem energia própria, dependente de sua massa ou frequência.

Com a TRE e a mecânica quântica, Dirac interpretou o pósitron como a anti-partícula do elétron e mais tarde se descobriu que ambas são criadas a partir da radiação gama, de alta energia, quando submetida a alguma espécie de “frenagem”.

Dessa forma somos levados a inferir que dependendo da energia da MD, esta terá maior ou menor massa (de OM ou fóton) que pode ser detectada por alguma experiência de “colisão” ou análise espectroscópica mais refinada. Contudo, não temos conhecimento na literatura científica, de algum trabalho, que indique radiações de alta frequência que possam criar pares com energia superior a $E_{f(0)} = 2m_0 c^2$. As condições para que isso ocorra terão de ter previsões teóricas que atendam à equação (86).

EFEITO FOTOELÉTRICO

Einstein explicou esse efeito, considerando uma coleção de *quanta* de energia $h\nu$, em colisão com elétrons em “repouso”, um a um, do metal. Nesse processo um quantum seria absorvido pelo elétron, e este ejetado para fora do material, obedecendo ao princípio da conservação da energia: $K_{máx} = h\nu - \Phi$, onde $K_{máx} = m_0 v_p^2 / 2$ é a energia cinética máxima do elétron ejetado e Φ é a função trabalho do material.

No presente trabalho, consideramos a colisão da , enquanto fóton, com a , enquanto elétron (OM), com velocidade v_p . A absorção do fóton pelo elétron, que está ligado ao metal pela função trabalho, Φ , aumenta sua energia da quantidade Φ e é ejetado. No processo de absorção-ejeção, parte dessa energia é gasta para separar o elétron do metal, o restante é a energia $h\nu_0$, da condição de repouso da MD_f, que serve de impulso para que o elétron seja ejetado com energia cinética máxima igual a $K_{máx}$.

A dinâmica do efeito pode ser compreendida pela conservação da energia:

$$E_f + E_e - \Phi = E_{máx} \quad (58)$$

onde o E_f é a energia do fóton; E_e , a energia do elétron; Φ é a função trabalho e $E_{máx}$ é a energia do elétron ejetado. Nessas circunstâncias podemos escrever:

$$h\nu_f + \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) m v_p^2 + m_0 c^2 - \Phi = \quad (59)$$

$$= K_{máx} + m_0 c^2$$

ou

$$h\nu_f + \left(\frac{\gamma}{\gamma + 1} \right) m v_p^2 - \Phi = K_{máx} \quad (60)$$

onde $K_{máx} = [\gamma_e / (\gamma_e + 1)] m_e v_e^2$ é a energia cinética máxima e o subscrito “e” refere-se ao elétron ejetado. A equação (60) representa, portanto, o efeito fotoelétrico com o elétron inicialmente em movimento.

Agora, para o elétron com a condição inicial de repouso, onde $v_p = 0$, e num processo não relativístico, para o qual $\gamma_e \rightarrow 1$, obtemos a consagrada expressão de Einstein para o efeito fotoelétrico:

$$K_{máx} = \frac{1}{2} m_0 v_e^2 = h\nu_f - \Phi \quad (61)$$

EFEITO COMPTON

Entre 1920 e 1922, Compton interpretou e postulou o fenômeno de espalhamento quântico como um processo de colisão entre duas partículas, um quantum de raios-X e um elétron em “repouso”, que são espalhadas após a interação, resultando no recuo do elétron com alta energia e num quantum espalhado de um ângulo θ .

Nesta aplicação da MD, deduzimos de forma analítica o espalhamento dos raios-X por elétrons em movimento, onde o fóton incidente e o elétron espalhador constituem duas MDs em interação, cujos resultados são duas novas MDs espalhadas, caracterizadas por suas energias. O efeito pode ser compreendido da seguinte forma:

Um fóton de raios-X, com direção α , energia $E_{f1}=p_1c$ e momento $p_1=h/\lambda_1$, incide sobre um elétron, em movimento na direção ξ , em relação ao eixo-x, com momento cinético p , e energia $E=\gamma p_0c$, onde $p_0=m_0c$. Após a interação, um fóton é espalhado com energia $E_{f2}=p_2c$ e momento $p_2=h/\lambda_2$, em uma direção que forma um ângulo θ com a direção do eixo-x; o elétron espalha em outra direção φ , com energia $E'=\gamma'p_0c$ e momento cinético p' . O Processo é representado pela Figura 5.

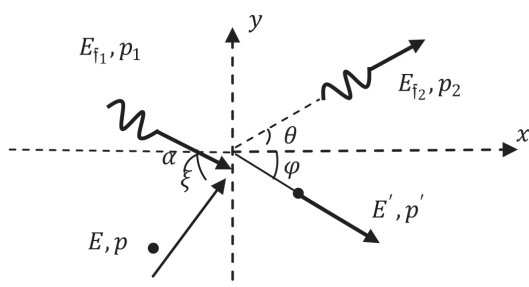


Figura 5. Espalhamento de fóton por elétron em movimento.

A conservação do momento-energia fornece

$$p_1 - p_2 + P = P' \quad (62)$$

onde P e P' são respectivamente os 4-momentos do elétron, antes e depois da colisão. Agora, elevando ao quadrado a expressão (62) e usando P e P' na forma quadrática da equação (47,d.2, do **Artigo 1**)

é fácil mostrar que:

$$p_1^2 + p_2^2 + p^2 - 2p_1p_2 + 2P(p_1 - p_2) = p'^2 \quad (63)$$

onde p e p' são os momentos cinéticos do elétron, antes e depois do espalhamento. Assim, usando suas projeções sobre os eixos x e y , e após alguma álgebra resulta:

$$p_1^2 + p_2^2 + p^2 - 2p_1p_2 \cos(\alpha + \theta) + 2p[p_1 \cos(\xi + \alpha) - p_2 \cos(\xi - \theta)] = p'^2 \quad (64)$$

Nas equações (63) e (64) há termos em comum, cuja comparação nos leva a escrever

$$p_1 - p_2 = \frac{p_1p_2}{P} [1 - \cos(\alpha + \theta)] + \frac{p}{P} [p_1 \cos(\xi + \alpha) - p_2 \cos(\xi - \theta)] \quad (65)$$

Finalmente, usando $p = \gamma m_0 v_p$ e $p = \gamma p_0$, com $p_0 = h/\lambda_0$, a expressão (65) em termos de comprimentos de onda, fica:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \frac{\lambda_c [1 - \cos(\alpha + \theta)]}{\left[\left(\frac{\gamma^2}{\gamma + 1} \right) \beta^2 + 1 \right]} + \frac{\beta \gamma [\lambda_2 \cos(\xi + \alpha) - \lambda_1 \cos(\xi - \theta)]}{\left[\left(\frac{\gamma^2}{\gamma + 1} \right) \beta^2 + 1 \right]} \quad (66)$$

Essa expressão representa o deslocamento do comprimento de onda no processo de espalhamento quântico quando um fóton de raios-x incide sobre um elétron em movimento. Agora, para o elétron inicialmente em repouso ($\beta = v_p/c = 0$) e ângulo de incidência da radiação nulo ($\alpha = 0$),

resulta o deslocamento Compton

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \lambda_c(1 - \cos\theta) \quad (67)$$

onde $\lambda_c = \lambda_0 = h/p_0$ é o comprimento de onda intrínseco do elétron em repouso ou comprimento de onda Compton para o elétron, com $p_0 = m_0c$.

A energia cinética do elétron espalhado também é facilmente obtida da equação (62) na forma:

$$T' = T + (p_1 - p_2)c \quad (68)$$

onde T é a energia cinética inicial e $(p_1 - p_2)$ é a diferença entre os momentos dos fótons, dada pela equação (65) que, substituída na equação (68) resulta:

$$T' = T + p_1c[1 - \cos(\alpha + \theta)]QA + pc[\cos(\xi + \alpha) - A\cos(\xi - \theta)]Q \quad (69)$$

onde

$$A = \frac{\left[1 - \frac{p}{P}\cos(\xi + \alpha)\right]}{\left[1 - \frac{p}{P}\cos(\xi - \theta)\right] + Q[1 - \cos(\alpha + \theta)]} \quad (70)$$

e

$$Q = \frac{p_1}{P} \quad (71)$$

Assim, para o elétron inicialmente em repouso, temos $T=0$, $p=0$ e $P=p_0$, e Adicionalmente, considerando $\xi=\alpha=0$, temos finalmente a energia cinética do elétron espalhado no efeito Compton:

$$T' = \frac{p_1c(1 - \cos\theta)\alpha}{1 + \alpha(1 - \cos\theta)} \quad (72)$$

onde $\alpha = p_1/p_0 = h\nu_1/m_0c^2$ e $p_1 = h\nu_1$.

CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

A dificuldade de se compreender efetivamente o caráter dual das partículas sempre residiu em duas questões cruciais: Primeiro, como conciliar a TRE com a mecânica quântica ondulatória face ao problema de localidade e medida? Segundo, é possível definir uma única representação, com uma única energia, para a onda-partícula?

Pensamos com este trabalho ter respondido essas questões quando definimos a MD como um pacote de energia constituído da OM e do fóton. Mostrou-se que os fótons da radiação eletromagnética têm massa dada por $m_f = (h/c^2)\nu_f$ e que esta pode ser diretamente medida, pois se converte em frequência de radiação (ν_f) e que, por simetria, a frequência pode se converter em massa de repouso, pois assim como $m_f = (h/c^2)\nu_f$, também $m_0 = (h/c^2)\nu_0$. E isso é corroborado com a produção de matéria a partir da radiação.

Por outro lado, se uma partícula carregada (OM) irradia deveria existir uma conexão entre a sua frequência de repouso e a frequência do fóton da radiação. Então, durante a transferência ou compartilhamento de energia a frequência ν_f desse fóton deve ser igual à frequência da partícula, por isso a equação $\nu_f = \gamma\nu_0 = \nu$ satisfaz o modelo.

Esses questionamentos suscitaram, sobretudo, a necessidade de construir a hipótese da MD=OM+fóton, cuja energia é dada pela equação (22) e cujas aplicações foram exemplificadas na determinação: 1) Do comprimento de onda do elétron; 2) Da quantização do momento angular do elétron; 3) Do momento angular do fóton; 4) Do princípio da incerteza; 5) Da produção de pares; 6) Do

efeito fotoelétrico e; 7) do efeito Compton.

Nesse último, a hipótese da MD apresenta um resultado interessante, pois explica porque o elétron parece ser transparente para o ângulo de espalhamento nulo. Para o estado de repouso, a sua natureza ondulatória se confunde com a do fóton.

Ressalta-se que todos os resultados aqui obtidos foram consequência da TRE e da interpretação da condição de pacote de onda de D'Broglie: $v v_p = c^2$. Nessa condição, podemos imaginar a OM como um pacote enclausurado pela envoltória, supostamente na forma de um conjunto de ondas planas, ou pacote de ondas, do tipo: $\varphi_n = R_n \exp[ik_n(x_n - Vt_n)]$, conforme discussão na Seção Onda Matéria-OM, do **Artigo 1**. Nesse sentido, podemos definir $v_p = \dot{\varphi}_n$ e $v = \dot{\varphi}_n^*$. Tal conjunto naturalmente satisfaz a equação de ondas de D'Lambert, a equação de Schrodinger e a equação de Klein-Gordon.

O caráter complexo da MD, então, é reflexo da OM e do fóton, como foi discutido na Seção "Equações dinâmicas da OM" e na Seção "Fóton", do **Artigo 1**.

Por exemplo, se a MD colapsa sobre o fóton, além da equação (22) que fornece sua energia de forma clara, a representação pictórica de seu comportamento corpuscular ou ondulatório, dada pela Figura 4, é absolutamente compatível com as Figuras 14 e 15, do **Artigo 1**. Isso é importante porque é expressa a sua dualidade de forma físico-matemática, ao mesmo tempo torna pedagogicamente mais compreensíveis a visão dos experimentos que revelaram sua existência. Essa imagem, inclusive, possibilita melhor compreensão de sua natureza no espectro eletromagnético.

Interessante também é o duplo sinal

($\pm$) no seu fator de conversão, que aparece nas equações (13) e (14). Esse resultado pode ser um indicativo da polarização circular da radiação.

Esse duplo sinal também aparece para a OM se sua energia for imaginária. Nesse caso, o seu fator de conversão é dado por

$$\gamma_{OM} = \frac{1}{\left(\frac{v_p^2}{c^2} - 1\right)^{1/2}} \quad (73)$$

Assim, para a partícula, um elétron, por exemplo, teremos $\gamma = \pm i\gamma_{OM}$. Esse duplo sinal, então, pode ser um indicativo do sinal do spin do elétron, cuja natureza é quantum relativística.

É certo que outras aplicações são possíveis e algumas imediatas, porém não é objeto do trabalho. Mas a utilização dos resultados aqui encontrados pode perfeitamente se aplicada em trabalhos futuros, tais como:

1. Obtenção das fórmulas do momento, energia e massa considerando as transformações de espaço-tempo aqui apresentadas;
2. Leis de conservação de energia e momento nos processos de colisão;
3. Experiência de dupla fenda;
4. Outros fenômenos ópticos: difração, refração, polarização, etc.
5. A Lagrangeana do sistema MD.
6. Supersimetria.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece o Professor José Maria Filardo Bassalo pelas suas importantes

discussões e contribuições com o trabalho, principalmente no que se refere à interpretação do comprimento de onda Compton.

NOTAS

Nota 1 - É imprescindível a leitura do **Artigo 1** (*Teoria da relatividade especial face a dualidade das partículas*) neste volume da revista, pois é a base representativa, física e matemática que ensejou a presente hipótese da Matéria Dual-MD.

Nota 2 - No site www.bassalo.com.br, Curiosidades da Física, há uma discussão intitulada *Uma possível interpretação do comprimento de onda Compton*, que antecede às questões, aqui apresentadas, sobre o momento intrínseco do elétron (2007).

Nota 3 - Nesse mesmo site, é interessante citar Bassalo sobre a possibilidade de fótons “vestidos”, cuja Nota é intitulada: *“A Estatística na Física Revisitada (massa dos núcleons– a prótons e nêutrons) Parte 2*.

Nessa nota, Bassalo expõe a dificuldade de se explicar a massa dos prótons e nêutrons, que por sua vez são constituídos por 2 quarks, que colaboram somente com 2% de suas massas; que, pelo modelo padrão, os 98% poderiam ser atribuídos à massa do glúon (m_g), que “cola” esses quarks. No entanto, $m_g = 0$, portanto não há como atribuir ao glúon tal massa. Para sair desse impasse os físicos dessa linha de pesquisa têm investigado a possibilidade de “vestir os fótons” de forma semelhante como ocorre com fótons que incidem e refratam em um plasma. Nesse fenômeno, os elétrons são excitados e radiam ondas secundárias, cuja quantização é chamada “fóton plasmon” (ainda bóson), que são longitudinais e tem $\text{spin}=0$; diferentemente dos fótons “nus”, que têm “massa” e “carga” nulas e com

$\text{spin}=1$, devido ao fenômeno da polarização (orientação das vibrações transversais dos campos elétrico-E e magnético-H). Dessa forma, não há como justificar a natureza do plasmon e explicar sua passagem no plasma se não lhe for atribuída uma **massa efetiva**, pois sendo sua velocidade um pouco menor do que c , ele precisa dessa “massa” para se movimentar, funcionando como uma “vestimenta” para esse tipo de fóton, chamado então de “fóton vestido”. Por fim, Bassalo chega à conclusão de que não será necessário “medir” essas “massas efetivas”, pois as massas das próprias partículas materiais (hádrons e léptons) que compõem o universo são dadas em termos da massa do elétron, que nunca foi efetivamente (ou diretamente) medida, uma vez que seu valor foi inferido de duas experiências realizadas por: 1) Thomson (1897), ao medir a relação massa/carga; 2) Millikan (1909), que mediu a carga do elétron.

REFERÊNCIAS

DE MORAES, *Engrenagem*, Vol.3, 63-71. 2012.

LOPES. J. L. *A Estrutura Quântica da Matéria*, 2ª Edição, Editora UFRJ. 1993.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. A Revista ENGRENAGEM adota as normas de documentação da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Os artigos elaborados no formato de texto, com extensão .doc, com página em formato A4, com 3 cm de margens superior e esquerda e 2 cm de margens inferior e direita. Com o total de **20 (vinte) páginas**, no **máximo**.

2. Após a seleção dos artigos, os autores selecionados deverão **preencher e assinar o termo de cessão de direitos autorais** (solicitar modelo do termo ao Conselho da Revista, via e-mail) do artigo a ser publicado na revista ENGRENAGEM e **enviar** para o Conselho Editorial da Revista Engrenagem IFPA – Campus Belém (Endereço: Av. Almirante Barroso, 1155 – Marco – Belém/PA – CEP.: 66093-020).

3. **A folha de rosto (coluna única)** deve conter, na seguinte ordem:

3.1. título em português, não devendo exceder a 02 linhas, justificado, com espaçamento simples, a primeira letra em caixa alta (as demais somente quando necessário) e fonte 14;

3.2. título em inglês, em itálico, compatível com o título em português, seguindo a mesma formatação e separado do mesmo por uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento simples);

3.3. nome de cada autor (**máximo quatro**), em fonte 10 e negrito, justificado, com espaçamento simples, seguido, na linha, imediatamente, abaixo, da afiliação institucional e titulação por ocasião da submissão do trabalho, mantendo uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento simples) entre o título em inglês e o nome do primeiro autor bem como entre o nome do último autor e o Resumo. Manter, também, uma linha em branco entre os nomes dos autores (fonte 10 e espaçamento simples). Endereços residencial e eletrônico somente do autor principal, antecidos das expressões em negrito “**Endereço:**” e “**E-mail:**”;

3.3. resumo, com título grafado em fonte 10, negrito, justificado e caixa alta (**RESUMO**), com conteúdo redigido em parágrafo único, fonte 10, espaço simples, alinhamento justificado e **Palavras-chave** (mínimo 3 e máximo 5) separadas por ponto, grafadas com as iniciais em caixa alta na linha, imediatamente, abaixo do resumo e antecida pela expressão “**Palavras-chave:**” em negrito, fonte 10, justificado, mantendo-se uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento simples) entre as palavras-chave e o abstract;

3.4. **ABSTRACT** e **Keywords** (inglês), compatíveis com seus correspondentes em português, obedecendo à mesma padronização, mas grafados em itálico,

inclusive o seu conteúdo.

4. **Texto** propriamente dito, em fonte tipo arial, tamanho 12 e espaçamento entre linhas igual a 1,5, em duas colunas, com espaçamento entre elas de 1,25 cm, contendo:

4.1. Títulos das seções sem numeração, justificados, em caixa alta, negrito e espaçamento simples entre linhas Os títulos das subseções devem obedecer ao mesmo padrão, mas sem negrito. Subdivisões menores, também, devem obedecer ao mesmo padrão dos títulos, mas, apenas, as iniciais em caixa alta e sem negrito. Evitar criar mais do que três níveis de divisão;

4.2. Uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento 1,5 cm) entre o título das seções e subseções e o texto;

4.3. Parágrafos alinhados a 1,25 cm da margem esquerda;

4.4. Uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento 1,5 cm) entre o texto de cada seção ou subseção e o título da seção ou subseção seguinte;

4.5. Referências bibliográficas em ordem alfabética, não numeradas, em espaçamento simples, fonte 12, justificadas, com espaçamento duplo entre duas referências consecutivas, contendo todos os dados necessários à devida identificação das obras.

5. Citações bibliográficas, tabelas, quadros, figuras, siglas e abreviaturas e fórmulas e equações, quando houver, devem obedecer à seguinte padronização:

5.1. Citações bibliográficas feitas de acordo com as normas da ABNT (NBR 10520 – *Informação e Documentação - Citações em documentos - Apresentação*), adotando-se o sistema autor-data, sendo que, para citações diretas de mais de 03 linhas, adotar fonte 10, espaçamento simples e recuo de 1,25 da margem esquerda;

5.2. Tabelas, Quadros e Figuras, apresentados/inseridos, após o parágrafo onde foram referenciados e o mais próximo possível, podendo ser editados em coluna única como forma de preservar a qualidade da imagem/informação;

5.3. Tabelas em fonte 10, alinhadas à margem esquerda da página e abertas nas laterais, com cabeçalho em negrito. Sua identificação, exibida em cima, alinhada à esquerda, deve iniciar com a palavra **Tabela**, seguida do **número de ocorrência** no texto em algarismo arábico, seguido de ponto, ambos em negrito, com o texto que a identifique com a primeira letra em caixa alta (as demais somente quando necessária) e com ponto final (Exemplo: **Tabela 1.** Relação de coeficientes.). A referência da fonte de dados deve estar embaixo da Tabela, antecédida da palavra “**Fonte**” em negrito (Exemplo: **Fonte:** Oceanário de Lisboa (2014)). Ressalta-se que, quando se tratar de produção dos próprios autores, **não é necessário informar a fonte**. Deixar uma linha em branco (fonte 12 e espaçamento 1,5 cm) entre a informação da Fonte e o texto na

sequência, inclusive se for outra Tabela. Deixar também uma linha, com o mesmo padrão acima referido, entre o texto que vem antes da Tabela e a Tabela;

5.4. Quadros em fonte 10 com os quatro lados fechados, seguindo a mesma padronização das tabelas, inclusive quanto a sua numeração e à grafia da palavra “**Quadro**” (Exemplo: **Quadro 1**. Cenário base.);

5.5. Figuras (desenhos, fotografias, gráficos, mapas e plantas, esquemas, fluxogramas, organogramas, macrofluxos), Identificação/Título e Fonte embaixo, obedecendo ao mesmo padrão de numeração e de grafia estabelecido para as tabelas, inclusive quanto à grafia da palavra “**Figura**” (Exemplo: **Figura 1**. Rodovia de pista simples.);

5.6. Siglas e abreviaturas devem ser evitadas, pois dificultam a leitura. Quando necessárias, devem ser introduzidas entre parênteses, logo após o emprego do referido termo na íntegra por extenso, quando do seu primeiro aparecimento no texto. Exemplo: Região Metropolitana de Belém (RMB). Após a primeira alusão no texto, usar somente a sigla ou abreviatura nas citações seguintes;

5.7. Fórmulas e equações numeradas, sequencialmente, e alinhadas à margem direita.

6. As Referências bibliográficas, além de obedecer ao disposto no item 4.5., devem seguir o que estabelece a NBR 6.023 – *Informação e Documentação – Referências - Elaboração* (Ago. 2002), observando o seguinte:

6.1. No corpo do texto, quando diversos trabalhos forem citados no mesmo parágrafo, os mesmos devem ser apresentados em ordem cronológica. Se houver mais de um trabalho do mesmo autor no mesmo ano, devem ser utilizadas letras para distingui-los. Exemplo: Coutinho (2003a), Coutinho (2003b), etc.;

6.2. No caso de trabalho de até três autores, seus sobrenomes na citação devem vir separados por vírgula e pela palavra “e”. Exemplo: Silva, Coutinho Neto e Assunção (2007);

6.3. No caso de mais de três autores, indicar, apenas, o sobrenome do primeiro autor acrescentando a expressão “*et al.*” Exemplo: Coutinho Neto et al. (2008), sendo que, na lista de referências, deve constar o nome de todos os autores. Outras palavras em latim, como *apud*, também devem ser grafadas em itálico;

6.4. Na lista de Referências, o sobrenome dos autores deve vir em caixa alta. Exemplo: BELLEN, H. M. V.;

6.5. Deve-se indicar, em itálico, o título do periódico (para artigos) ou o nome da obra (para capítulos de livro);

6.6. Quando houver duas ou mais referências do mesmo autor, a partir da

segunda, esta deverá ser separada da anterior por espaço simples e uma linha de seis toques substituirá o nome do autor;

6.7. As notas não bibliográficas devem ser colocadas no rodapé em fonte 8, espaçamento simples, ordenadas por algarismos arábicos e deverão aparecer imediatamente após o segmento do texto ao qual se refere a nota.

7. Os artigos publicados na REVISTA ENGRENAGEM têm como proprietário dos direitos autorais o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – *Campus* Belém. Desta forma, a reprodução total dos artigos desta revista em outras publicações, ou para qualquer outra utilidade, está condicionada à autorização por escrito do Presidente do Conselho Editorial (Editor-chefe).

8. O presente documento encontra-se disponível em: <http://www.belem.ifpa.edu.br/revistaengrenagem>.

O Conselho Editorial da REVISTA ENGRENAGEM está disponível nos seguintes contatos: Av. Almirante Barroso, nº 1.155 – Bloco “N”, piso superior - Marco – CEP: 66.093-020 - Belém/PA; Fone (91) 3201-1723; E-mail: revista.engrenagem@ifpa.edu.br e sítio eletrônico: <http://www.belem.ifpa.edu.br/revistaengrenagem>



Publicação diagramada e impressa na GTR Gráfica e Editora, em Belém-PA.
Composição na fonte Arial. Miolo impresso em papel AP 90 g/m² no miolo.
Capa em Duo Design 300 g/m².