

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

IFPA - Campus Belém

ISSN 2236-4757

# Engrenagem



Ano II Nº 3 Belém/PA Junho/2012  
<http://www.belem.ifpa.edu.br>



# Engrenagem

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

**Ano II | Nº 3 | Belém/PA | Junho/2012**

**ISSN 2236-4757**

# Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará — Belém

## REITOR

Edson Ary de Oliveira Fontes

## DIRETOR GERAL

Darlindo Maria Pereira Veloso Filho

## CONSELHO EDITORIAL

Benedito Coutinho Neto (Editor Chefe)

Coordenação da Construção Civil

Cláudio Cezar Cunha de Vasconcelos Chaves

Coordenação da Construção Civil

João Bosco Soares Pampolha Júnior

Coordenação de Física

Mary Lucy Mendes Guimarães

Coordenação de Gestão, Segurança e Normas do Trabalho

## EXPEDIENTE

Supervisão: Mary Lucy Mendes Guimarães

Normalização: Maria Suely da Silva Corrêa

Projeto Gráfico: José Renato Dias Camêlo

Projeto da Capa: Benedito Coutinho Neto

Ilustração da Capa: Walder Lobo / Eduardo Rodrigues

Revisão de Texto: Lairson Barbosa da Costa

Impressão: Gráfica Fonseca

## Endereço:

Av. Almirante Barroso, 1155

Bloco “A” — Pavilhão Superior

Marco — CEP: 66093-020

Belém/Pará/Brasil

---

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

Ano II — Nº 3 Belém/PA  
92 p.

Junho/2012

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

Mary Lucy Mendes Guimarães

### **“Como que Felizes”: Espaços de Autonomia na Escravidão Amazônica (1840-1850)**

*“How Happy that”: Spaces of Autonomy in Slavery Amazon (1840-1850)*

9

Débora de França Barros  
Rhuan Carlos dos Santos Lopes

### **O papel da biodiversidade nas diferentes escalas: de genes até espécies e ecossistemas completos**

*The role of biodiversity in different scales: from genes to species and complete ecosystems*

20

Carlos Alberto Machado da Rocha  
Gabriel do Nascimento Almeida  
Natasha Reis da Silva

### **Reflexões sobre a integração da bicicleta ao transporte público em Belém - Pará - Brasil**

*Reflections on the integration of the bicycle to public transport in Belem - Para - Brazil*

28

Thalles Igor dos Santos Silva  
Thaiarine Thaissa Silva Oliveira  
Maisa Sales Gama Tobias

|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 40 | <p><b>Estudo de Aminas em Clorofórmio como Solventes para o Dietilditiocarbamato de Prata (SDDC) na Determinação Espectrofotométrica do Arsênio</b></p> <p><i>Amines in Chloroform as Solvents for the Silver Diethyldithiocarbamate (SDDC) in the Spectrophotometric Determination of the Arsenic</i></p> <p>Simone de Fátima Pinheiro Pereira<br/>Cleber Silva e Silva<br/>Geiso Rafael Fonseca Oliveira<br/>Davis Castro dos Santos</p> |
| 51 | <p><b>Gestão da Qualidade em Instituição Federal de Ensino Superior: Fiscalização de Obras Públicas da Universidade Federal do Pará</b></p> <p><i>Quality Management in Federal Institution of Higher Education: Supervision of Public Projects at the Federal University of Pará</i></p> <p>Lêda Sílvia de Aguiar Léo Coutinho</p>                                                                                                        |
| 63 | <p><b>A Unificação das Hipóteses de Bohr e de Broglie à Luz da Relatividade Restrita (RR)</b></p> <p><i>The Unification of the Hypotheses of Bohr and of Broglie to the Light of the Restricted Relativity (RR)</i></p> <p>Benedito Tadeu Ferreira de Moraes</p>                                                                                                                                                                           |
| 72 | <p><b>Determinação do Diâmetro mais Adequado para a Tubulação de Recalque de Estação Elevatória de Água.</b></p> <p><i>Determining the most Appropriate Diameter for the Discharge Piping of Water Pumping Station.</i></p> <p>Gleiciane Costa Moraes Bezerra<br/>Raynner Menezes Lopes<br/>José Almir Rodrigues Pereira</p>                                                                                                               |
| 79 | <p><b>A Criação das Escolas Técnicas Federais no Projeto Nacional Desenvolvimentista: o Caso da Escola Técnica Federal do Pará</b></p> <p><i>The Creation of Technical Schools in Federal National Developmental Project: the Case of the Federal Technical School Para.</i></p> <p>Ana Maria Leite Lobato<br/>Francisco Ari de Andrade</p>                                                                                                |
| 90 | <p><b>NORMAS DE PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

# Editorial

No terceiro volume da Revista Engrenagem, sentimos a felicidade pela publicação dos diversos artigos apresentados, que reforçam o caráter multidisciplinar desta revista. Este trabalho tem sido recompensado pela possibilidade de gerar um produto, principalmente, a sociedade paraense, e ao mesmo tempo, oportuniza publicidade aos conhecimentos produzidos pela comunidade científica em geral.

A produção acadêmica regional nos interessa, pois acima de tudo, é fundamental entender a engrenagem do desenvolvimento amazônida, a crítica a modelos destrutivos, irracionais e insustentáveis, e dessa forma, propor modelos para o desenvolvimento sustentável. Este é, também, um dos grandes desafios dessa Instituição de ensino, pesquisa e extensão, e a contribuição que a sociedade espera de nós: o fomento a produção de conhecimento como resposta aos problemas que afetam a sociedade global.

Dentro desse contexto estamos lançando mais uma edição da Revista Engrenagem, com o parecer de autores e atores sociais, intelectuais e pesquisadores que buscam desvendar os caminhos da ciência e tecnologia em nossa região.

O primeiro artigo versa sobre a questão dos espaços de autonomia e resistência dos escravos na Amazônia do século XIX. A partir de uma discussão historiográfica, os autores mostram que existiram outras formas de resistência dos escravos que não aquela das fugas e formação dos quilombos. O cotidiano dos escravos que viviam na Amazônia é revelado a partir de vários discursos.

Prata da casa, o segundo artigo, apresenta um tema muito recorrente nos dias atuais, a polêmica discussão sobre a conservação x extinção da biodiversidade. Os autores colocam, com muita propriedade, a controvérsia que existe, no meio científico, quanto a o que conservar, defendem a preservação da biodiversidade numa perspectiva geopolítica e sua importância para a melhoria da qualidade de vida das pessoas por meio da sustentabilidade.

Um dos problemas urbanos e ambientais que mais prejudicam as médias e grandes cidades brasileiras é a questão do transporte ou mobilidade urbana. Este é o tema do terceiro artigo, que traz o transporte ciclovitário, integrado a outros modais, como solução ou alternativa para minimizar ou mesmo dirimir esta questão. As reflexões feitas pelos autores privilegiaram a realidade do sistema de transporte urbano de Belém.

O arsênio está entre os metais mais nocivos à saúde humana, em concentrações elevadas, acima de 10 microgramas por litro de água potável, segundo a Organização Mundial de Saúde, pode provocar vários tipos de cânceres, além de abalos ao sistema nervoso, má formação neurológica e abortos. O arsênio pode ser liberado na natureza através de causas naturais, mas também, em virtude das atividades humanas. Portanto, a determinação espectrofotométrica do arsênio em amostras ambientais, num experimento inovador, é o tema

explorado no quarto artigo.

Diversas organizações, de natureza pública e/ou privada, utilizam-se de ferramentas de gestão com o objetivo de obter agilidade e competitividade de maneira a garantir sua sobrevivência no mercado e na sociedade. O quinto artigo analisa e valida a Gestão da Qualidade, para o setor público, como ferramenta importante para obtenção de resultados consistentes ao gerenciamento de obras e serviços na Construção Civil.

No campo da Física Moderna, o sexto artigo aborda a Teoria da Relatividade Restrita (TRR), proposta por Albert Einstein no início do século XX. Inúmeras transformações afetam o Mundo desde a formulação da TRR até os dias de hoje. O autor discute a teoria, com base em uma nova abordagem, apresentando uma possível expansão do conceito de dualidade, onde este passa a ser descrito para qualquer sistema de referência inercial.

O Sistema de Abastecimento de Água reúne uma série de unidades e equipamentos que são responsáveis pela captação, transporte, tratamento e distribuição de água potável a uma população. Essas unidades e equipamentos devem ser projetados para que o abastecimento ocorra adequadamente num determinado período de tempo. O penúltimo artigo aborda este tema, fazendo a análise da influência do diâmetro da tubulação de recalque no desempenho hidráulico da Estação Elevatória de Água do setor básico da Cidade Universitária Prof<sup>o</sup>. José da Silveira Netto (UFPA).

No último artigo, a autora fala sobre a educação profissional/industrial no Brasil, numa perspectiva histórica que vai das décadas de 1940 a 1960. Enfoca aspectos da conjuntura política, econômica (industrialização) e educacional, considerando a instituição do ensino técnico profissionalizante como estratégico para o desenvolvimento do País. Com mais detalhes, aborda a criação da Escola Técnica Federal do Pará.

Os artigos apresentados neste volume demonstram o grau da diversidade do saber científico, cuja origem é local, mas de caráter universal. Por isso, os artigos que vamos contemplar tem tanta importância para esta revista, para o IFPA e para a Sociedade.

Boa Leitura!

Mary Lucy Mendes Guimarães

---

## “Como que Felizes”: Espaços de Autonomia na Escravidão Amazônica (1840-1850)

*“How Happy that”: Spaces of Autonomy in Slavery Amazon (1840-1850)*

Débora de França Barros

Professora da Secretaria Municipal Educação do Acará (PA). Especialista em Educação para as Relações Etnicorraciais (IFPA). Endereço: Rodovia Acará Moju PA 252, Km 01.

E-mail: deborafrancabarros@hotmail.com

Rhuan Carlos dos Santos Lopes

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Antropologia (PPGA/UFPA).

Bolsista CAPES. Especialista em Educação para as Relações Etnicorraciais (IFPA).

---

### RESUMO

Neste artigo evidenciamos as atividades paralelas ao trabalho escravo na Província do Pará, especificamente entre 1840-1850. O tempo de “folga” dos trabalhadores escravos lhes permitiu um significativo espaço de manobra que, embora não necessariamente os desvinculasse de sua condição de cativo, permitia-lhes a condução de diligências próprias. Assim, o lazer, a agricultura, o comércio, a caça, etc, foram práticas constantes, garantindo certo grau de autonomia aos escravizados. Partimos das obras de dois naturalistas que estiveram na Amazônia neste período: Alfred Russel Wallace (1823-1913) e Henry Walter Bates (1825 - 1892). Essas informações foram confrontadas com a historiografia sobre a temática, no sentido de observarmos os espaços de autonomia dos escravos.

Palavras-chave: Escravidão. Amazônia. Viajantes. Século XIX.

### ABSTRACT:

*In this article we noted the parallel activities of slave labor in the province of Para, specifically between 1840-1850. The time of “slack” of slave labor allowed them significant leeway than, though not necessarily unrelated to his status as a captive, allowed them to conduct their own due diligence. Thus, leisure, agriculture, trade, hunting were the practices of ensuring a degree of autonomy to the enslaved. We started from the works of two naturalists who were in this period in the Amazon: Alfred Russel Wallace (1823-1913) and Henry Walter Bates (1825-1892). This information was confronted with the historiography on the subject, to observe the spaces of autonomy of the slaves.*

Keywords: *Slave. Amazon. Travellers. Eighteenth century.*

## INTRODUÇÃO

Ao discorrer sobre a população da Província do Pará no início do século XIX, Baena (1782-1850) afirma: “resta-nos dizer que esta população é mesclada de homens brancos, de pretos, de indianos, de pardos, de mamelucos, de curibocas, e de cafuzos” (BAENA, 2004 [1839], p. 21). O autor português, a partir disso, compara o número de brancos como inferior ao de indígenas, sejam eles “domesticados” ou “brancos silvícolas”.

No entanto, Baena ignora totalmente qualquer tipo de descrição dos escravos negros (BARROS, 2006), apesar de mencioná-los nas tábuas da população e de ser constatare as referências à atuação dos escravos em diversos serviços na antiga capitania do Grão-Pará.

O escritor e militar, vinculado às prerrogativas do Império brasileiro e preocupado em mostrar o potencial da província (BARROS, 2006), restringe-se a tratar os escravos tão somente em sua labuta compulsória. Todavia, por meio de outros informantes do século XIX, vê-se que a existência da população negra foi bem mais plural e dinâmica, a partir da qual, sob o prisma historiográfico, pode-se vislumbrar a autodeterminação desses agentes.

Referimo-nos aos naturalistas ingleses Alfred Russel Wallace (1823-1913) e Henry Walter Bates (1825-1892), viajantes na região entre as décadas de 1840-1850 (FERREIRA, 2004; MAGALHÃES, 2004). Ao chegarem à Amazônia, esses dois cientistas exploraram as circunvizinhanças de Belém, o rio Tocantins, assim como o Amazonas, até Manaus. Demonstrando sempre estarem entusiasmados com a riqueza e a rara oportunidade de observarem pessoalmente a rica biodiversidade da região, abriram espaço várias vezes em seus relatos para tratar das suas experiências com o povo desse lugar, seus costumes e práticas culturais. Por certo, as informações registradas nessas duas fontes possuem suas especificidades e não podem ser pensadas fora do seu contexto. Não pretende-

mos, porém, propor uma análise de discurso desses naturalistas.

O que pretendemos neste artigo é evidenciar as atividades paralelas ao trabalho escravo na Província do Pará, especificamente no período narrado pelos viajantes acima citados (1840-1850). O tempo de “folga” dos trabalhadores escravos lhes permitiu um significativo espaço de manobra que, embora não necessariamente os desvinculasse de sua condição de cativo, permitia-lhes a condução de diligências próprias. Assim, o lazer, a agricultura, o comércio, a caça etc, foram práticas constantes, garantindo certo grau de autonomia aos escravizados.

Dessa forma, nos inserimos em um debate historiográfico que trata da posição atuante do escravo, bem como de sua capacidade de conduzir seus interesses e alcançar benefícios dentro do mundo hierárquico e segregacionista da escravidão. Perspectiva esta importante no contexto atual de combate aos males do passado escravista brasileiro (Cf. Lei 10.639/2003).

Diante disto, o artigo foi organizado em duas partes. Na primeira, traçamos um breve debate historiográfico sobre a escravidão no Brasil, com ênfase nas “escolas” que se sucederam na análise da questão. Em seguida, nos debruçamos nas informações de Wallace e Bates, para visualizarmos, com apoio na historiografia, outras dimensões da existência escrava na Província do Pará.

## ENTRE O OBJETO E O SUJEITO: A HISTORIOGRAFIA BRASILEIRA

A historiografia brasileira tem abordado o tema escravidão negra no Brasil de forma mais enfática a partir da década de 1930, quando esse tema é estudado pelos pesquisadores de forma distinta, compondo momentos que ora enxergam o escravo como objeto/coisa, ora o veem como sujeito atuante dentro do sistema escravista. Segundo Queiróz (1998, p. 103), essa é uma polêmica longa e não resolvida, pois está “condicionada às influências ideológicas e,

conseqüentemente (sic), ao enfoque teórico de cada autor”.

O livro de Freyre (1978[1933]), *Casa Grande & Senzala*, tornou-se um marco na historiografia da escravidão negra no Brasil, justamente por inaugurar uma perspectiva acadêmica sobre a questão racial no país. Nesta obra, Freyre faz um estudo sobre a sociedade brasileira, e acaba lançando um novo olhar sobre a história dos negros no Brasil. O livro é a reconstituição de como se dava a relação senhor/escravo dentro do engenho, no ambiente de trabalho ou doméstico. Ao ressaltar o caráter benevolente e de solidariedade dessa relação, Freyre acaba favorecendo a perspectiva depois intitulada como o “mito da democracia racial”, tão contestado e ressalvado pelos estudiosos que trataram do assunto nas décadas subsequentes.

Na sustentação de sua tese, Freyre mostra que brancos e negros eram duas partes confraternizadas, e que, nessa convivência, acabaram se enriquecendo de valores culturais. Na sua visão sobre a escravidão, esse autor relata que escravos domésticos muitas vezes chegaram a ser tratados como familiares, pessoas da casa ou até mesmo como parentes de condição social menos favorecida; sentavam-se à mesa e às vezes passeavam com seus senhores. Em *Casa Grande & Senzala*, é exposto o caráter indispensável que a mão de obra negra exerceu na colonização portuguesa, além de sua participação cultural ativa nesse processo. Assim, os negros eram desgraçados apenas na sua condição de escravos, aspecto este que determinava certas práticas tidas como pejorativas e inerentes à raça negra, como a lubricidade (FREYRE, 1978[1933]).

A concepção desenvolvida por Freyre sobre a escravidão brasileira foi muito contestada pelos estudiosos que o sucederam. Parte desses autores afirmava que a perspectiva freyriana camuflava qualquer aspecto negativo ou possibilidade de violência, bem como a existência de conflito no cotidiano da relação senhor/escravo.

Sob este prisma, em 1960 forma-se a *Escola Paulista de Sociologia*, constituída por estudiosos como Fernandes, autor de *O negro no mundo dos brancos* (1962); Cardoso, que escreveu, dentre outras obras, *Capitalismo e escravidão no Brasil meridional* (1962); Ianni, autor de *As metamorfoses de escravo. Apogeu e crise da escravatura no Brasil meridional* (1962); Costa, com o seu *Da senzala à colônia* (1966), entre outros autores. Esta escola imprimiu uma tendência historiográfica que contestou o “mito da democracia racial”. Ao contrário de Freyre, defensor de uma relação bastante harmonizada entre escravos e senhores, esses estudiosos denunciavam os horrores da escravidão, atendendo principalmente para as práticas mais violentas que os proprietários utilizavam para submeter os cativos ao seu domínio.

Para os intelectuais da *Escola Paulista*, a convivência entre senhores e escravos não foi pacífica, e a relação entre essas partes nem um pouco benevolente. Muito pelo contrário, segundo os defensores dessa visão historiográfica, a violência das práticas e dos castigos escravocratas foi tão intensa que retirou a capacidade dos escravos resistirem à escravidão. Sendo assim, a violência dos horrores escravistas desfavoreceu totalmente a parte mais fraca envolvida no sistema escravista, os cativos. Retirando-lhes qualquer possibilidade de reconhecimento coletivo, enquanto categoria, o que poderia lhes levar à luta e à resistência. Nesse sentido, somente os escravos que fugiam e participavam de quilombos eram considerados como combatentes do regime escravista. Logo, esse argumento eliminava qualquer outra forma de combate, resistência ou até mesmo negociação do direito à família, às porções de terra, ou tempo para descanso ou práticas culturais, como cultuar santos.

Nessa perspectiva historiográfica, segundo Chalhoub (1989), o escravo que não se insurgisse seria um “objeto”, que era manipulado pelas elites escravocratas, sendo que esta tendência criou a chamada “coisificação social”

dos negros frente à escravidão. Assim, segundo os vários autores que compuseram essa escola, a violência exercida pelo sistema escravista chegava a fazer com que os negros cativos concebessem a si próprios como “não-homens”, como criaturas inferiores, “coisas”, justificando assim a sua dominação.

Na década de 1980, todavia, surge outra vertente historiográfica. Dentro dessa nova perspectiva, houve rejeição à teoria da coisificação do escravo. Assim, propunha-se que a resistência escrava não estava somente nas fugas e integrações aos quilombos, mas também nas minúcias existentes na convivência do cotidiano da instituição escravista. Dessa forma, começou a se realizar inúmeros estudos sobre o cotidiano da vida dentro da escravidão.

A partir de então, surgem inúmeras reflexões acerca dos casamentos entre os escravos, práticas de compadrio e parentesco, assim como outros elementos que passaram despercebidos pelos olhares dos estudiosos anteriores, o que nos possibilitou enxergarmos que os escravos não eram figuras tão passivas e que houve outras inúmeras formas de resistência à escravidão. Assim como existiu muitas vezes a possibilidade de negociações entre escravos e senhores em torno da liberdade de culto religioso, casamento, folga etc., e outros elementos que provam o grau de atividade dos cativos, em grupo ou isolados, como sujeitos históricos e não como “objetos” ou “coisas”. Esse não é o caso de negação da violência inerente ao sistema escravista; tampouco se pode pensar que essa visão historiográfica tentou enaltecer um “neopatriarcalismo”. Mattoso (1982), por exemplo, ao afirmar a necessidade das negociações entre senhor/escravo e criticar o paternalismo, afirma: “Os senhores, tão paternais, vivem na realidade o temor constante das relações imprevisíveis dos negros” (p. 103). Ressalta-se que a coisificação passa a ser percebida apenas do ponto de vista jurídico.

Para tanto, o horizonte de fontes históricas a serem analisadas se ampliou bastante;

passaram a ser consultados registros de nascimento e batismo, casamentos, notas de compra e venda de escravos, inventários pós-morte etc. Outros tipos de fontes pesquisadas e que semelhantemente podem nortear conclusões acerca da escravidão são as obras de viajantes estrangeiros, cientistas e naturalistas, comerciantes e religiosos, que passaram pelo Brasil em determinadas épocas e imprimiram suas visões do sistema escravista, assim como o cotidiano desse sistema.

Com isso, surgiram autores como Leite, que analisou a escravidão negra com base na ótica desses cientistas estrangeiros, na região de Minas Gerais, na obra *Antropologia da viagem: escravos e libertos em Minas Gerais no século XIX* (1996). No âmbito amazônico, Salles, em *O Negro no Pará: sob o Regime da Escravidão* (1971) e *O Negro na Formação da Sociedade Paraense* (2004), se utilizou dos registros existentes nas obras desses viajantes para estudar a escravidão, o cotidiano dos escravos no trabalho e fora dele, práticas culturais e lazer. Buscou-se, com isso, compreender os aspectos culturais e sociais de um sistema que perdurou no Brasil por vários séculos.

Deve-se pôr em destaque que as ações do movimento negro foram de importância significativa nesse debate, principalmente no que tange às questões sobre a mestiçagem brasileira (LOPES; SILVA, 2010). Autores como Nascimento (1978), intelectual e ativista negro, foram preponderantes na veiculação de uma perspectiva não amistosa nas relações escravistas, inclusive por haver uma tentativa de genocídio do negro brasileiro através da miscigenação.

Tendo em vista esse debate, acreditamos que, ao empreendermos esta pesquisa, poderemos contribuir com a historiografia brasileira da escravidão, analisando a temática da escravidão negra com base no olhar desses viajantes estrangeiros, discutindo suas peculiaridades e nos utilizando dessas fontes históricas para também imprimir nossas conclusões acerca desse tema. Desse modo, buscamos, através da te-

mática das diferentes atividades que eram praticadas pelos escravos nos seus momentos de folga, compreender as minúcias do cotidiano das relações que permearam a escravidão. Com isso, acreditamos poder colaborar para a construção de uma perspectiva historiográfica que enxerga os escravos como sujeitos ativos. Em outro trabalho, enfatizamos os momentos de lazer de parte da população escrava na Província do Pará, com base também nas informações dos naturalistas estrangeiros (BARROS; LOBO, 2011).

Com base nisso, na seção seguinte abordaremos a questão das atividades paralelas ao trabalho escravo, aproveitando não apenas as fontes por nós selecionadas, mas também a historiografia clássica e contemporânea sobre a temática.

## A FELICIDADE ESCRAVA: FOLGA E TRABALHO

A escravidão na Amazônia, a despeito de suas especificidades, deve ser pensada dentro do movimento escravista da América portuguesa. Se pensarmos no aspecto econômico, a presença negra vinculou-se aos planos de fornecimento de mão de obra escrava aos colonos, principalmente quando a liberdade dos índios era posta em questão. Dessa forma, companhias de comércio foram criadas, do século XVII ao XVIII, tendo como um dos objetivos o comércio escravo (SALLES, 1971, 2004; GOMES; QUEIROZ, 2003). Todavia, a presença mais antiga de africanos escravizados liga-se à inicial ocupação de ingleses e holandeses, entre os séculos XVI e XVII (GOMES; QUEIROZ, 2003). Se antes esses agentes foram observados sob um prisma secundário pela historiografia regional, atualmente os estudos nesse sentido têm evidenciado a sua significativa presença na região.

No século XIX, foco desse artigo, os escravos negros estavam presentes em toda a região Amazônica, desde as cidades e vilas às fazendas e plantações. Logo, sua atuação estendia-se a toda forma de trabalho possível. Como afirma

Gomes e Queiroz (2003, p. 145),

Além de trabalhar nas atividades agrícolas e na edificação de fortificações militares, os escravos africanos introduzidos na Amazônia executavam serviços em construções urbanas, estaleiros, hospitais, bandas de música e serviços domésticos.

Esse amplo espectro de atuação e ocupação fez com que os escravos negros mantivessem contatos interétnicos diversos, tanto no cotidiano do trabalho, quanto na conformação de quilombos (GOMES; QUEIROZ, 2003).

As relações interétnicas diversificaram tanto biologicamente, quanto culturalmente a região. Ressalta-se que no século XIX a circulação de pessoas e ideias das mais diferentes origens era uma constante na Amazônia, devido a sua ligação com as rotas de comércio mundial (RICCI, 2003). O fluxo de escravos negros, neste sentido, foi mantido, ora pelo tráfico externo, ora pelo interprovincial (RICCI, 2003), o que garantia inclusive o status dos proprietários dessa “mercadoria”, posto que seu preço fosse elevadíssimo (GOMES, QUEIROZ, 2003). Foram exatamente esse curso de pessoas e perspectivas de mundo que influenciaram o desenvolvimento do movimento Cabano (1835-1840), com ampla atuação política dos negros amazônidas (RICCI, 2003).

Foi nesse contexto diversificado que ocorreu a chegada dos viajantes nos quais nos baseamos para realizar este trabalho. Se desde os tempos iniciais da colonização européia na Amazônia ocorriam expedições e produção de crônicas, nos oitocentos os interesses dos viajantes voltavam-se para “o estudo, documentação e experimentação sistemáticos [dos] imensos recursos naturais desconhecidos” da região (BARRETO, MACHADO, 2001, p. 239).

A presença de Wallace e Bates na Amazônia está associada com as expedições científicas do século XIX, preocupadas que estavam com a conformação da Teoria da Espécie, de Charles Darwin (BARRETO; MACHADO, 2001;

FERREIRA, 2004; MAGALHÃES, 2004). Após meses de convívio em Leicester (Reino Unido), os dois naturalistas começaram a organizar a expedição que saiu de Liverpool em abril de 1848 e chegou a Belém (Grão-Pará) um mês depois (MAGALHÃES, 2004). Até 1849 os dois cientistas permaneceram juntos, separando-se em virtude dos interesses de pesquisa diferentes e não por questões pessoais; somente em 1850 houve um reencontro, em Barra do Rio Negro, sendo que após isso Wallace e Bates não se encontraram mais no Brasil (MAGALHÃES, 2004). Bates possuía interesse maior pela entomologia, enquanto Wallace “buscava colher fatos de toda a espécie que interessassem ao estudo da origem e evolução dos seres vivos” (MAGALHÃES, 2004, p. 14). As considerações desses viajantes ingleses foram tornadas públicas ainda nos oitocentos: em 1853, Alfred Wallace publica em Londres o seu *Viagens pelo Amazonas e Rio Negro (Travelers on the Amazon and rio Negro)*; já Henry Bates, em 1863, lança os dois volumes de *Um naturalista no Rio Amazonas (The Naturalist on the River Amazon)* (MAGALHÃES, 2004).

Todavia, como veremos a seguir, as informações registradas pelos pesquisadores não estiveram restritas aos aspectos da fauna e flora amazônicas. Eles fizeram também observações sobre parte da sociedade paraense, como os negros escravizados, alvo deste trabalho.

Em três de novembro de 1848, Wallace deixa a cidade do Pará e rumo para a ilha de Mexiana, situada entre a ilha do Marajó e a margem setentrional do rio Amazonas. A ilha era famosa devido a sua rica fauna, destacando-se as aves de vistosas plumagens, os jacarés e as onças — portanto, uma oportunidade rara de pesquisa aos viajantes e estudiosos que ali chegavam com o intuito de desbravar e expor ao mundo as riquezas naturais da Amazônia.

Toda a população da ilha consistia em cerca de 40 pessoas. Dessas, havia uns 20 escravos, sendo o restante constituído de indígenas, negros livres trabalhadores, e a família de brancos proprietários das fazendas. Todos os negros

livres ou escravos eram incumbidos de cuidar com esmero das reses e dos cavalos. Em Mexiana, o naturalista Wallace demonstra-se extremamente impressionado com as condições de vida e trabalho dos negros da fazenda de Mr. Yates. Vejamos uma citação do autor a esse respeito:

O pagamento dos escravos e dos trabalhadores livres consiste em farinha, mas eles podem cultivar milho e hortaliças para o seu consumo, além de receberem pólvora e chumbo para as suas caçadas, de *modo que não passam lá tão mal assim*. É-lhes também permitido plantar fumo e comerciá-lo, e eles, na sua maior parte, ganham algum dinheiro pelas cestas e outros objetos que fabricam, ou pelas peles de onça, as quais são vendidas por um preço que varia entre 5 e 10 xelins. Sua obrigação é cuidar do gado, construir casas e currais, caçar jacarés e ajudar na fabricação de óleo, além de caçar morcegos que causam muitos danos às reses, chupando-lhes o sangue noite após noite (WALLACE, 1979, p. 67-68, *itálico nosso*).

Ao nos fornecer essa importante descrição de como viviam os trabalhadores da ilha de Mexiana, Wallace nos propicia uma possível compreensão de quais atividades eram praticadas pelos trabalhadores, quais eram as suas funções na fazenda de Mr. Yates, bem como elementos significativos que nos levam a conhecer as atividades praticadas pelos negros, paralelamente ao trabalho escravo, isto é, nos seus momentos de folga.

O primeiro elemento desse testemunho do naturalista é a presença do vocábulo pagamento, utilizado pelo viajante para expressar as formas com as quais eram recompensados os trabalhadores dessa fazenda, assim como suas condições de vida e de trabalho: que aos seus olhos eram um tanto diferenciadas de outras escravidões vistas por ele em outras regiões do Brasil. Ao fazer uso desse termo, Wallace compara as condições de vida e trabalho dos negros

escravos da ilha de Mexiana com os escravos de outras partes do Brasil imperial, e chega à conclusão de que na ilha os negros “não passavam lá tão mal assim”, e de que “os escravos pareciam felizes” (pp. 67-68). Wallace se utiliza dessa palavra para reforçar a sua tese que dizia existir em Mexiana uma escravidão mais amena. Não podemos dizer ao certo se tal situação existiu realmente ou se consistiu apenas em um jogo de aparências, criado pelo proprietário do lugar e dos escravos, em virtude da ilustre visita.

Se acompanharmos as discussões historiográficas recentes, podemos pensar que os negros realmente viviam ali uma escravidão diferenciada, no sentido de que

empreenderam formas originais de adaptação às condições de vida na Amazônia, cuja sociedade não era menos excludente do que aquelas situadas nas regiões política e economicamente hegemônicas (GOMES e QUEIROZ, 2003, p. 162).

Havia, assim, um horizonte de autonomia para os cativos, principalmente no que diz respeito ao ganho de pecúlio com as atividades extras ou paralelas ao trabalho escravo, como a caça, a plantação do fumo e sua comercialização pelos próprios escravos etc.

É possível percebermos no trecho do relato de Wallace vários aspectos que sustentam essa tese. Mesmo se questionarmos o verdadeiro bem-estar desses escravos, esses elementos evidenciam a existência de atividades paralelas ao trabalho no cativeiro; essas atividades eram praticadas nos momentos de folga, momentos esses destinados ao descanso desses cativos: domingos, dias santos e feriados.

Wallace faz referência ao cultivo do milho e hortaliças, que era permitido aos escravos para o seu consumo. Tal prática senhorial é bastante visível em várias obras que compõem a historiografia brasileira da escravidão negra, haja vista que ela diminuía as despesas e as res-

ponsabilidades dos senhores com os mantimentos dos cativos. A afirmação de que os escravos tinham espaços de cultivo e que possuíam certo lucro com isso, ganhando espaço e autonomia na sociedade, é um argumento de Cardoso (1987): a chamada brecha camponesa permitia aos escravos o cultivo de gêneros agrícolas para o seu consumo, ou para o comércio. E em Mexiana isso não era diferente, isto é, na visão de Wallace os escravos que residiam ali gozavam de semelhante autonomia social.

Tal autonomia ligava-se ao que Schwartz (2001, p. 105) denominou “economia interna da escravidão”. Segundo este historiador, a existência dessas atividades produziu um relativo espaço na economia local, assim como possibilitou a quebra de muitas implicações do regime escravista, pois pôde diminuir a dependência dos cativos para com os senhores. Schwartz afirma:

[...] a questão principal é a existência de uma “economia interna da escravidão”, que proporcionava certa autonomia aos escravos dentro dos limites da escravatura, representava sua vitória contra um regime brutal de trabalhos forçados e uma possível ruptura do sistema escravista, ou se permitiam sua existência principalmente porque servia aos interesses dos senhores (SCHWARTZ, 2001, p. 105).

De qualquer forma, o trabalho extra dos escravos – nos dias santos e domingos – foi recorrente, com nuances variadas, em toda a América portuguesa (CASTELLUCCI JUNIOR, 2005; OLIVEIRA, 2005; FRAGA FILHO, 2006). Fraga Filho (2006), por exemplo, faz referência ao caso da escrava Petrolina, na Bahia. Esta negra, além de labutar na casa do seu senhor, possuía uma criação de porcos e galinhas de “meia” com o “sinhozinho”, e vendia mingau de milho nas folgas, na comunidade de Pará-Mirim. Segundo esse autor, casos como o de Petrolina podem expressar a quebra de muitas das implicações da escravidão, na medida em que muitos des-

ses escravos, ao utilizarem os períodos de folga para trabalharem a seu favor, acabavam desenvolvendo uma relativa autonomia, conseguindo até mesmo pensar na compra da sua alforria ou a de algum membro da sua família, assim como poderiam adquirir uma vida melhor, advinda do acúmulo de pecúlio proporcionado por essas atividades (FRAGA FILHO, 2006).

Observações semelhantes à de Wallace foram feitas por Bates nos arredores de Belém. Este naturalista visitou a propriedade do Senhor Upton, uma pequena fábrica e serraria construída antes da Cabanagem. Nessa propriedade, Bates percebe uma alternativa muito lucrativa que os negros trabalhadores daquela localidade praticavam: muitos deles possuíam pequenas roças para a produção de arroz, produto negociado com o Senhor Leavens, administrador da propriedade. Além desses ganhos, os negros também vendiam a Leavens a madeira retirada das matas das circunvizinhanças da serraria.

Ainda tratando da questão da produção agrícola dos escravos, outro elemento que comprova a existência de tais roças é o seguinte trecho de uma história contada pelo Senhor Calisto, dono de uma fazenda denominada São José, localizada no caminho para Santarém e visitada por Bates e Wallace. Uma das diversões do Senhor Calisto era narrar as histórias do cotidiano dos negros seus escravos, vejamos:

Havia um negro, dizia ele, casado com uma bonita mulher. Mas havia um outro que costumava fazer-lhe a corte sempre que surgia uma oportunidade. Um dia, o marido saiu para caçar. O outro, então, achou que o momento era propício para fazer uma visitinha à mulher do amigo. Este, porém, regressou inesperadamente, e o visitante não teve outro jeito senão trepar nas vigas do teto, escondendo-se por entre velhas tábuas e cestas que ali estavam amontoadas. O marido encostou a espingarda num canto, disse à mulher que fizesse a janta e reclinou-se em sua rede. Foi então que, erguendo os olhos para cima, avistou uma perna que estava aparecendo por

entre as cestas. Imaginando que se tratava de algo sobrenatural, persignou-se e disse:

– Livrai-nos, Senhor, das pernas que estou vendo lá em cima!

O outro, ouvindo isso, procurou recolher a perna para escondê-la das vistas do primeiro. Mas agiu com tamanha infelicidade que acabou perdendo o equilíbrio, caindo com todo o seu peso no chão, bem à frente do aterrorizado amigo. Este, trêmulo de medo, perguntou-lhe:

– De onde você está vindo?

O outro titubeou:

– Estou acabando de chegar do Céu e trouxe notícias de sua filhinha Maria.

– Mulher! Ó mulher! Vem aqui ver uma pessoa que traz notícias de nossa filhinha!

Aí voltando-se para o visitante perguntou:

– Quando você saiu, que estava ela fazendo?

– Ah, ela estava sentada junto aos pés da Virgem, com uma coroa de ouro na cabeça e pitando um cachimbo dourado de uma vara de comprimento.

– E não mandou nenhuma mensagem para nós?

– Ah, claro! Mandou muitas lembranças e pediu que você guardasse para ela duas libras do *fumo de sua rocinha*. Diz ela que os de lá de cima não são nem metade tão bons quanto o seu.

– Mulher, mulher, traz aí duas libras do *fumo da nossa rocinha* para nossa filha Maria que está no céu! Diz ela que os de lá não valem a metade do nosso! (WALLACE, 1979, p. 85, *itálico nosso*).

Como vimos, a menção a “nossa rocinha” aparece com frequência na narrativa contada pelo Sr. Calisto aos viajantes Wallace e Bates, o que não era em vão, pois como já falamos os cativos poderiam ser detentores de roças, as quais poderiam lhes proporcionar lucros consideráveis, com a venda do fumo, nesse caso.

Nas suas andanças pelos arredores de Belém junto do companheiro Wallace, Bates logo que chega ao Pará mostra-se bastante interessado por atividades como a comercialização de frutas da região. A venda dessas frutas era

realizada pelas negras escravas da cidade, que nas feiras de Belém vendiam a castanha, o fruto da maçaranduba, entre outras frutas regionais. Segundo Bates, essa forma de comercialização era uma atividade realizada paralelamente ao trabalho no cativo, assim como era uma atividade bastante lucrativa às escravas. Além da venda de frutas regionais, essas negras escravas também utilizavam os seus momentos de folga para venderem doces nas procissões ou festividades religiosas, conseguindo também muitos lucros com essa forma de comércio.

Voltando às observações das fazendas, esses naturalistas estrangeiros não fazem em seus textos menção direta à concessão de terras por parte do senhor aos cativos, mas ao que tudo indica em Mexiana e em algumas propriedades localizadas nos arredores de Belém, visitadas por eles, isso ocorreu, e os ganhos conseguidos pelos cativos por intermédio da agricultura e comercialização puderam lhes proporcionar uma vida diferenciada, ou mesmo a compra da sua alforria. A referência a essa última questão não aparece no texto de Wallace, mas é visível a presença de muitos negros livres, ex-escravos. Assim, podemos supor que esses negros conseguiram esse posto por intermédio dos pecúlios acumulados com as citadas atividades. Essa, todavia, é uma questão que não pode ser respondida neste artigo.

Outro meio de sustento mencionado pelo naturalista inglês Wallace é a caça. Vejamos a citação do autor a esse respeito: “o domingo é o dia deles. Passam-no trabalhando nas hortas, caçando, ou então descansando” (IBIDEM, p. 68). Como podemos observar no discurso do referido naturalista, atividades como a caça e a agricultura eram praticadas pelos escravos nos momentos de desocupação do trabalho escravo, sendo encaradas pelo autor como lazer da mesma forma que outras atividades, a dança ou as festas, por exemplo. Contudo, é necessário ressaltar que essa é a visão do naturalista europeu, condicionada pela sua formação cultural.

Como um dos pagamentos dos serviços

dos trabalhadores eram chumbo e pólvora, os escravos poderiam realizar suas caçadas, principalmente a do jacaré e a da onça. Por meio da venda das peles de onça e da comercialização das peles e do óleo de jacaré, os cativos também conseguiram acumular ganhos, que aparentemente eram muito proveitosos.

Outra possibilidade de atividade paralela ao trabalho escravo detectada por nós nos relatos dos viajantes estrangeiros, mais precisamente Wallace, é a vantajosa criação de animais. De acordo com o autor,

muitos trabalhadores também criam galinhas e patos. Com os lucros advindos das vendas das aves, compram para si algumas miudezas de que necessitam (IBIDEM, p. 68).

Como vimos, tais atividades paralelas ao trabalho no cativo funcionavam como exceções nas implicações do regime escravista. Ao analisarmos citações por nós utilizadas, podemos perceber que atividades como a criação de animais poderiam ser uma porta para o melhoramento das condições de vida dos cativos. Não sabemos, como já mencionamos, se algum escravo conseguiu comprar a sua liberdade ou a de algum membro de sua família por intermédio desses ganhos, tal como ocorria em outros locais (FRAGA FILHO, 2006). Porém, numa coisa o relato do naturalista Wallace é claro, ao menos essas atividades proporcionavam uma vida diferenciada aos cativos, e, a nosso ver, nesse ponto o relato desse cientista converge diretamente com os relatos de outros cientistas estrangeiros, visitantes de outras regiões do Brasil. Assim, tais atividades proporcionaram relativa amenização na condição de cativos dos negros, no sentido de que provavelmente eram fruto do espaço de negociação existente na relação senhor/escravo (MATTOSO, 1982). E tendo todas essas oportunidades em vista, Wallace não hesitou em dizer que os escravos da ilha de Mexiana “pareciam contentes e felizes”. Uma felicidade que muito embora não fosse a da liberdade, lhes gerava melhores oportunidades.

Não afirmamos que a escravidão brasileira

foi amena em sua essência; tampouco acreditamos que os proprietários de escravos tinham por mote a benevolência. A relação era dialética. Para Schwartz (2001), a questão pode ser pensada da seguinte forma:

Os escravos não eram agentes históricos independentes, capazes de construir o próprio destino, mas os senhores às vezes também se deparavam com limitações impostas pelos atos e pelas posturas dos escravos. A equação do poder e das oportunidades era, é claro, desigual, mas tanto senhores quanto escravos tentavam constantemente redefinir tal fórmula (SCHWARTZ, 2001, p. 105).

## CONCLUSÃO

Como destacamos no início deste artigo, as possibilidades nas relações entre escravos e os seus donos poderiam ser variadas. Com base nas fontes consultadas, observamos essa possibilidade no mundo escravista paraense. Trata-se, com isso, de pensar de forma mais matizada, como a historiografia já vem insistindo, o período em que o trabalho compulsório foi a base das reações de trabalho no território “brasileiro”.

Assim, a atuação dos negros escravizados no contexto em que estavam inseridos possuía direções múltiplas. Como mencionamos, essa perspectiva não pretende ser uma escamoteadora das relações de violência presentes na escravidão, tal qual foi feito pela visão paternalista freyriana. Pelo contrário, entendemos que, mesmo dentro da submissão a um regime desse tipo, os negros conseguiam ir além de sua condição jurídica de objetos/coisas vendáveis. Assim, foram eles sujeitos, no sentido ontológico do termo: “ser individual, real, que se considera como tendo qualidades ou praticado ações” (FERREIRA, p. 652).

## REFERÊNCIAS

BAENA, Antonio Ladislau Monteiro. *Ensaio corográfico sobre a província do Pará*. Brasília: Senado Federal, Conselho Editorial, 2004 [1839].

BATES, Henry Walter. *Um naturalista no rio Amazonas*. Belo Horizonte: Ed. Itatiaia; São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1979 [1853].

BRASIL. *Lei n.º 10.639/2003*, de 9 de janeiro de 2003. Diário Oficial da União de 10 de janeiro de 2003.

BARRETO, Cristiana, MACHADO, Juliana Salles. Exploring the Amazon, explaining Unknown: views from the past. In: McEWAN, Colin, BARRETO, Cristiana & NEVES, Eduardo (eds.). *Unknown Amazon: nature and culture in ancient Brazil*. London: British Museum Press, 2001, pp. 232-251.

BARROS, Débora de França, LOBO, Warlington Luz. *Liberdade ilusória: momentos de lazer dos escravos no Pará (1839-1849)*. 2011. 22f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação para as Relações Etnicorraciais) – Núcleo de Estudos Afrobrasileiros, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém.

CARDOSO, Ciro Flamarion. *Escravo ou camponês? O proto-campeinato negro nas Américas*. São Paulo: Brasiliense, 1987.

CARDOSO, Fernando Henrique. *Capitalismo e escravidão no Brasil meridional*. São Paulo: Paz e Terra, 1962.

CASTELLUCCI JUNIOR, Wellington. Pescadores e Baleeiros: a atividade da pesca da Baleia nas últimas décadas dos oitocentos Itaparica: 1860-1888. 2005. Disponível em: <<http://afroasia.ufba.br/pdf/afroasia3.wellington.html>> Acesso em: 22 de fev. de 2010.

CHALHOUB, Sydnei, *Visões da liberdade (uma história das últimas décadas da escravidão na corte)*. (São Paulo): Cia das Letras, 1989.

COSTA, Emília Viotti da. *Da senzala à colônia*. São Paulo: UNESP, 1966.

FERNANDES, Florestan. *O negro no mundo dos brancos*. São Paulo: Difusão Européia do Livro,

1962.

FRAGA FILHO, Walter. *Encruzilhadas da liberdade: histórias de escravos e libertos na Bahia (1870-1910)*. Campinas: Editora da Unicamp, 2006.

FREYRE, Gilberto. *Casa Grande & Senzala*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1978.

IANNI, Octávio. *As metamorfoses de escravo. Apogeu e crise da escravatura no Brasil meridional*. São Paulo: Hucitec, 1962.

GOMES, Flávio, QUEIROZ, Jonas Marçal. Em outras margens: escravidão africana, fronteiras e etnicidade na Amazônia. In: DEL PRIORE, Mary & GOMES, Flávio dos Santos (orgs.). *Os senhores dos rios. Amazônia, margens e histórias*. Rio de Janeiro: Campus, 2003, pp. 141-163.

LEITE, Ilka Boaventura. *Antropologia da viagem: escravos e libertos em Minas Gerais no século XIX*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1996.

LOPES, Rhuan Carlos dos Santos, SILVA, Paula C. Uchôa da. 2010. 30f. *Concepção de raça no processo educativo da EJA (1ª a 4ª etapas) na escola Francisco Espinheiro Gomes, em Castanhal (PA)*. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Educação para as Relações Étnicorraciais) – Núcleo de Estudos Afrobrasileiros, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Belém.

MATTOSO, Kátia. *Ser escravo no Brasil*. São Paulo: Brasiliense, 1982.

NASCIMENTO, Abdias do. *O Genocídio do Negro Brasileiro - Processo de um Racismo Mascarado*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

QUEIRÓZ, Suely Robles de. A escravidão negra em debate. In: FREITAS, Marcos Cezar. *História brasileira em perspectiva*. São Paulo: Contexto, 1998, pp. 103-117.

RICCI, Magda. O fim do Grão-Pará e o nascimento do Brasil: movimentos sociais e deserções no Alvorecer do novo Império (1808-1840). In: DEL

PRIORE, Mary & GOMES, Flávio dos Santos (orgs.), op. cit., pp. 1165-191.

SALLES, Vicente. *O Negro na Formação da Sociedade Paraense*. Belém: Paka-Tatu, 2004.

\_\_\_\_\_. *O Negro na Formação da Sociedade Paraense*. Belém: Paka-Tatu, 2004.

SCHWARTZ, Stuart B. *Escravos Roceiros e Rebeldes*. Bauru: EDUSC, 2001.

WALLACE, Alfred Russel. *Viagens pelos rios Amazonas e Negro*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1979 [1863].

# O papel da biodiversidade nas diferentes escalas: de genes até espécies e ecossistemas completos

## *The role of biodiversity in different scales: from genes to species and complete ecosystems*

Carlos Alberto Machado da Rocha

Doutor em Neurociências e Biologia Celular. Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA), Av. Almirante Barroso, 1155 – Bairro Marco, CEP 66093-020, Belém - PA. Fone: 3201-1724. E-mail: camrocha@hotmail.com

Gabriel do Nascimento Almeida

Acadêmico do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA).

Natasha Reis da Silva

Acadêmica do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA).

### RESUMO

O artigo trata dos diferentes níveis de organização em que a biodiversidade pode ser abordada, além dos fatores intervenientes em cada nível. O método usado foi o indutivo, com base na pesquisa bibliográfica. Utilizamos materiais impressos, bem como trabalhos obtidos de bases de dados científicos na internet, tais como Biblioteca Virtual em Saúde [www.bireme.br](http://www.bireme.br) e Scielo [www.scielo.br](http://www.scielo.br). A biodiversidade não tem uma definição simples, podendo ser compreendida como: diversidade de vida na Terra, diversidade de ecossistemas, variabilidade genética e até mesmo a variedade de nichos ecológicos desempenhados em um ecossistema. O aumento da biodiversidade é ocasionado pela mutação e recombinação genética, processos que geram variabilidade, sobre qual age a seleção natural direcionando a evolução. Com o desenvolvimento da engenharia genética mais uma ferramenta entrou em uso, aumentando a base gênica das variedades cultivadas. Ecossistemas apresentam dinamicidade, com espécies surgindo e desaparecendo de forma gradativa ao longo do tempo, sendo que nas últimas décadas o homem vem imprimindo grandes impactos de forma direta e indireta na natureza, acelerando o processo de extinção de espécies. A perda da diversidade deve-se também a bioinvasões por espécies exóticas que acarretam desequilíbrios ecológicos e às grandes áreas de monocultura que diminuem a biodiversidade local. A conservação da biodiversidade é um tema muito recorrente nos dias atuais e leva autores a travarem uma batalha quanto a o que conservar; alguns defendem a preservação dos hot spots, áreas de grande biodiversidade e/ou endemismos e outros sustentam a conservação com base nas funções ecológicas desempenhadas pelas espécies.

Palavras-chave: Biodiversidade. Conservação. Extinção. Hot spots.

### ABSTRACT

*The article discusses the different levels of organization in which biodiversity can be addressed, and the factors involved in each level. The inductive method used was based on literature research. Printed materials were used, as well as studies obtained from scientific databases on the internet, such as Virtual Health Library [www.bireme.br](http://www.bireme.br) and Scielo [www.scielo.br](http://www.scielo.br). Biodiversity have not a simple definition. It can*

*be understood as the diversity of life on Earth, ecosystem diversity, genetic variability and the variety of ecological niches in the ecosystem. The increase in biodiversity is caused by mutation and genetic recombination, processes important for there to be genetic variability on which natural selection acts directing the evolution of species. With the development of genetic engineering and biotechnology more tools came into use, thereby increasing the genetic base of currently cultivated varieties. Ecosystems are dynamics, i.e. species appear while others disappear gradually over time, and in recent decades the man has produced large direct and indirect impacts in nature, accelerating the extinction of some species. The loss of diversity is also due to bio-invasions by exotic species that cause ecological unbalances and large areas of monoculture that by decreasing biodiversity ultimately lead to the same result. Biodiversity conservation is a very recurrent theme these days and leads the authors to wage a battle about what to conserve, while some argue for the preservation of hot spots, areas of high biodiversity and/or endemism; others argue the conservation based on ecological functions performed by species.*

*Keywords: Biodiversity. Conservation. Extinction. Hot spots.*

## INTRODUÇÃO

Biodiversidade pode ser definida como o conjunto de todos os seres vivos em um ecossistema, em uma região ou em toda a Terra (BORÉM, 2004). A riqueza biológica é tratada como biodiversidade, embora não devamos esquecer que cada ambiente ecológico é composto tanto por organismos vivos quanto pelos fatores abióticos, componentes físico-químicos que influenciam e também sofrem influências dos seres vivos da comunidade. Na hipótese Gaia, James Lovelock (1979) resume:

Os organismos individuais não somente se adaptam ao ambiente físico, mas, através da sua ação conjunta nos ecossistemas, também adaptam o ambiente geoquímico segundo as suas necessidades biológicas. Desta forma, as comunidades de organismos e os seus ambientes de entrada e saída desenvolvem-se em conjunto, como os ecossistemas.

Ricklefs (1993) nos lembra que as condições de temperatura, luz, substrato, umidade, salinidade, nutrientes do solo e outros fatores formaram a distribuição e a adaptação das plantas, dos animais e dos microrganismos. As zonas climáticas variam amplamente e, além disso, dentro dessas zonas há fatores geológicos, como topografia e composição da rocha-mãe, que subdividem o ambiente em dimensões ainda mais estreitas.

O perfil quantitativo da abordagem taxonomis-

ta nos alerta que, até hoje, já foram descritas e catalogadas cerca de dois milhões de espécies de seres vivos, embora se acredite que exista um número ainda maior a ser descoberto. Tal diversidade de espécies e sua distribuição na biosfera são consequências de 3,5 bilhões de anos de transformação, tanto da Terra como da vida. O resultado são os ecossistemas que hoje existem.

Das espécies conhecidas, pelo menos 60% vivem em regiões tropicais, estando o Brasil entre os países que possuem as maiores biodiversidades do planeta. A floresta amazônica é um exemplo de ecossistema e nela vive o maior número de espécies de plantas com flores (fanerógamas), o maior número de espécies de anfíbios e pássaros e o segundo maior número de espécies de mamíferos (ROCHA e CANTO LOPES, 2002). A maior diversidade de mamíferos encontra-se na floresta da Indonésia.

A biodiversidade de cada espécie é multiplicada pela variedade de seus indivíduos. Essas variações individuais são a garantia da sobrevivência da espécie, do mesmo modo que a biodiversidade de um ecossistema garante a sua preservação.

O termo biodiversidade, portanto, serve para tratar variabilidade genética e diversidade biológica existente em determinado local, bem como para os processos ecológicos (ODUM, 1988). De maneira ainda mais abrangente, podemos entender a biodiversidade como sendo a variedade de vida no planeta, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, da fau-

na e de microrganismos, a variedade de funções desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas, e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados por organismos.

Quanto às funções ecológicas, Redford (1997) comenta que muitos ecossistemas têm documentado o importante papel desempenhado pelos animais na dispersão e preparação de sementes, na herbivoria, na polinização. Estudos levantaram não somente a existência de algumas espécies-chave como também demonstraram o que aconteceu quando essas espécies foram extintas.

O valor intrínseco das espécies dos ecossistemas vai além do seu valor como matéria-prima para o desenvolvimento dos produtos. A biodiversidade possui valor ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural, recreativo e estético.

## O AUMENTO DA BIODIVERSIDADE

O ponto de partida para a criação de novas espécies são as mutações no material genético, as quais podem ser provocadas por algum defeito no mecanismo de duplicação do DNA ou por fatores ambientais, como os raios ultravioleta e a radioatividade, por certos vírus e pela ação de produtos químicos, como benzimidazol, ácido nitroso, hidrazina, gás mostarda, metanol e certos compostos mercuriais.

Embora existam enzimas com a função de corrigir os erros de duplicação ou de reparar os estragos feitos por aqueles fatores, nem sempre isso é conseguido. O mecanismo de reparo também pode falhar. Por exemplo: a radiação ultravioleta (UV) com um comprimento de onda de 260 nm é absorvida fortemente pelas bases do DNA, e pode promover uma fusão fotoquímica de bases pirimídicas adjacentes, formando dímeros de timina (fotoprodutos mutagênicos). O DNA de uma pele exposta ao sol pode adquirir centenas desses dímeros por dia, que são normalmente reparados (SOARES, 2006). Entretanto, falhas no reparo enzimático que remove esses dímeros levam ao aparecimento anormal de mortes celulares e ao aumento de câncer de pele.

As mutações podem ser neutras, prejudiciais

ou vantajosas para um ser vivo. Como os organismos são sistemas complexos bem adaptados ao ambiente, é mais provável que uma mutação que provoque grande alteração no metabolismo seja prejudicial. De qualquer forma, o “pool” gênico ampliado pelas mutações é a matéria-prima submetida à ação direcionadora da evolução exercida pela seleção natural, que garante a permanência, em cada ambiente, dos portadores de variedades adaptativas, os quais deixam maior número de descendentes. Não podemos perder de vista a constatação de que aumentando a variedade de alelos para cada gene, aumentam suas possibilidades de combinações genotípicas e vislumbram-se novas funções ecológicas para os seres vivos.

Em outras palavras, a ocorrência das mutações gênicas acrescenta novos alelos ao conjunto gênico de todas as populações. Graças à recombinação proporcionada pela reprodução sexuada e pelo “crossing over”, esses novos alelos se misturam aos preexistentes, determinando a enorme variabilidade verificada dentro dos grupos de seres vivos. Tal variabilidade submete-se à seleção natural, que exerce seu papel evolutivo ao estabelecer uma taxa diferencial de reprodução.

Durante a especiação, quando um grupo de indivíduos mutantes tem diferenças que os impedem de cruzar-se livremente com indivíduos da mesma espécie, o patrimônio genético desse grupo fica segregado e vai-se afastando cada vez mais do patrimônio genético original, até tornar-se uma nova espécie.

Além das mutações e da seleção natural, existem outros fatores que podem alterar a frequência dos genes nas populações – fatores evolutivos, exercendo mesmo contribuição no processo de especiação. As barreiras que impedem o cruzamento estão nesse grupo e são muito variadas. Podem ser representadas, por exemplo, por obstáculos geográficos, como um rio, uma cadeia de montanhas ou até mesmo uma grande distância entre as populações.

Em relação à Amazônia, em particular, foram propostas numerosas hipóteses para explicar a formação de barreiras separando populações e causando diferenciações de espécies. Segundo Haffer (2001), evidências geocientíficas para o efeito dos períodos climáticos secos na Amazônia suportam as predições

da Hipótese de refúgios, que se baseia no isolamento de blocos de floresta úmida das áreas de relevo de superfície na periferia da Amazônia separadas por florestas secas, savanas e outros tipos de vegetação intermediária entre os períodos climáticos secos do terciário e quaternário.

Com o desenvolvimento da Engenharia Genética e Biotecnologia, a riqueza da biodiversidade pode tornar-se ainda maior entre as espécies cultivadas. A biotecnologia possui grande potencial para expandir a base genética das variedades atualmente cultivadas e para a transferência de características importantes dos acessos dos bancos de germoplasma para as modernas variedades, sem o arraste de genes indesejáveis (BORÉM, 2004).

## A DIMINUIÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Em longo prazo, os ecossistemas nunca foram estáticos. Eles sempre experimentam alterações com espécies novas surgindo e outras sendo extintas. Essas oscilações são geralmente muito lentas e graduais quando comparadas com o tempo de vida do homem. Certamente, hoje, com o crescimento populacional do *Homo Sapiens* e sua interferência nos ecossistemas, as alterações e o desequilíbrio são muito maiores que em quaisquer outras épocas de existência da Terra.

Consideramos que já ocorreram cinco grandes extinções da biodiversidade em diferentes momentos da história geológica da Terra: ordoviciano, devoniano, permiano, triássico e cretáceo. Atualmente há quem diga que uma nova grande extinção de espécies está em curso. Esta última, ao contrário das anteriores, não teria nas mudanças ambientais as responsáveis pelas catástrofes na biodiversidade, mas um animal “inteligente” que há cerca de cem mil anos começou a transformar tudo aquilo que o rodeia.

Nas últimas décadas, as mudanças provocadas pelo homem no meio ambiente têm sido intensas, ocasionando impactos de diferentes naturezas no solo, na água, na atmosfera, na biodiversidade e na população humana. A conscientização dessas mudanças cresceu e os estudos sobre mudanças globais e seus impactos têm sido destacados no campo das ci-

ências da natureza (GURGEL, FERREIRA e LUIZ, 2003).

Faz-se útil distinguir entre três tipos de extinção. A chamada extinção de fundo (*background extinction*) reflete o fato de que, à medida que o ambiente muda, algumas espécies desaparecem e outras tomam seus lugares. Esta troca de espécies, numa taxa relativamente baixa, parece ser uma característica dos sistemas naturais. A maior parte da informação sobre extinções de fundo vem dos registros fósseis, os quais revelam o aparecimento e desaparecimento das espécies através do tempo geológico.

A extinção em massa refere-se à morte de um grande número de espécies como resultado de catástrofes naturais, das quais algumas ocorrem localmente, outras afetam o globo inteiro, e as espécies que estão no caminho desaparecem. As catástrofes naturais podem causar o desaparecimento de uma proporção substancial de espécies, local ou globalmente, dependendo da gravidade e da extensão geográfica da catástrofe, que pode incluir secas prolongadas, furacões de grande intensidade e erupções vulcânicas. Quando a Krakatoa – uma pequena ilha vulcânica na Indonésia – explodiu em 26 de agosto de 1883, nenhum organismo foi deixado vivo; partes da ilha desapareceram completamente e as que resistiram foram cobertas por uma camada tão espessa de cinza quente que nenhuma planta ou animal sobreviveu. Um segundo e mais famoso exemplo, o choque do meteorito em Chicxulub, México, há 65,5 milhões de anos, relaciona-se à extinção dos dinossauros. Qualquer que seja a causa exata, essas extinções foram associadas com eventos calamitosos e discretos (não-contínuos).

As extinções antropogênicas – aquelas causadas por humanos – são similares às extinções em massa no número das taxa afetados, nas dimensões globais e na natureza catastrófica de tais eventos. Muitas dessas extinções indubitavelmente aconteceram sem registro, e os percentuais de extinções em muitos grupos (particularmente entre os grandes animais caçados como comida e entre as formas insulares) estão muito acima dos níveis de fundo.

Na análise das extinções antropogênicas notam-se duas causas principais: alterações do habitat e destruição predatória e indiscriminada. Esta última

manifesta-se, por exemplo, quando os espécimes de um grupo animal são intensamente caçados ou as árvores de uma espécie são derrubadas para a obtenção de madeira.

Os homens podem devastar a fauna por meios diretos ou indiretos. A redução indireta é a destruição da fauna causada pela atividade humana e não visa, especificamente, aos animais. Um tipo de destruição de habitat, que é geralmente menos considerado, ocorre quando os animais desaparecem de uma região com habitat de alta qualidade, devido à destruição de outra área crítica – por exemplo, uma praia de nidificação. Este problema afeta animais como aves migratórias, tartarugas em postura e bandos de queixadas (REDFORD, 1997).

Se a cobertura vegetal de uma área for removida, esta redução de biodiversidade prejudica a reciclagem de matéria, fundamental para a sobrevivência da floresta. Sem ela, o solo fica exposto ao impacto direto da água das chuvas, o que favorece a erosão e a lixiviação, empobrecendo-o. O esgotamento do solo é capaz de acelerar o processo de desertificação das áreas florestais desmatadas e não cuidadas.

A perda na biodiversidade pode ser detectada pela extinção de espécies ou pela redução da variabilidade genética dentro das espécies. Melo et al. (2006), estudando peixes cultivados, constatou que a tendência de diminuição de variabilidade genética nos plantéis, mostrada pelos níveis de heterozigossidade e coeficiente de endogamia, pode estar ocorrendo devido ao desbalanço no número de machos e fêmeas usados para reprodução, ou seja, poucos casais na obtenção de alevinos. Isso pode causar, em médio prazo, efeitos adicionais, tais como reduzir a capacidade que um estoque possui para se adaptar a diferentes condições ambientais como também causar a depressão por endogamia. O aumento na frequência de alelos recessivos produz uma tendência geral de diminuir a viabilidade, a sobrevivência, o crescimento e a produção em geral, além de incrementar a taxa de anormalidades.

Os resultados e conclusões do estudo daqueles autores, apesar de terem sido gerados a partir de populações mantidas em condições especiais proporcionadas pelo manejo em cativeiro, fornecem

parâmetros para conjecturas sobre o destino de populações naturais que experimentem situações de redução em tamanho e em variabilidade genética.

Outra causa principal para a redução da biodiversidade é a invasão e colonização por espécies exóticas. Tais espécies podem ser introduzidas de forma intencional – por causa de sua utilidade agrícola, por exemplo – ou acidental, por meio de viagens (água de lastro de navios estrangeiros, por exemplo). Elas podem provocar desequilíbrios ecológicos e até desaparecimento de espécies nativas devido à competição ou ao predatismo. As espécies exóticas encontradas são potencialmente perigosas para o ambiente porque, na maioria dos casos, são aptas para competir com as nativas por recursos como alimento e habitat.

Diversos registros da chamada bioinvasão por espécies exóticas em ecossistemas brasileiros têm sido publicados recentemente. Ao selecionarmos, apenas como ilustração, um único grupo taxonômico (crustáceos, por exemplo), já surge uma considerável lista de publicações. Na Tabela 1 apresentamos alguns dos recentes trabalhos sobre crustáceos decápodes invasores no Brasil.

Tabela 1. Exemplos de crustáceos invasores em ecossistemas brasileiros.

| <b>Espécie invasora</b><br>(nome vernáculo)                        | <b>Local</b><br>(Região)                                | <b>Referência</b>                     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Litopenaeus vannamei</i><br>(camarão branco do Pacífico)        | Pernambuco e Rio Grande do Norte<br>(Nordeste)          | Santos e Coelho (2007)                |
| <i>Penaeus monodon</i><br>(camarão tigre gigante)                  |                                                         |                                       |
| <i>Litopenaeus vannamei</i><br>(camarão branco do Pacífico)        | Delta do Rio Parnaíba<br>(Nordeste)                     | Loebmann, Mai e Lee (2010)            |
| <i>Macrobrachium rosenbergii</i><br>(camarão gigante da Malásia)   |                                                         |                                       |
| <i>Charybdis hellerii</i><br>(caranguejo nadador do Indo-Pacífico) |                                                         |                                       |
| <i>Penaeus monodon</i><br>(camarão tigre gigante)                  | Costa do Amapá<br>(Norte)                               | Silva, Ramos-Porto e Cintra (2002)    |
| <i>Macrobrachium rosenbergii</i><br>(camarão gigante da Malásia)   | Estuário do Rio Caeté<br>(Norte)                        | Maciel et al. (2011)                  |
| <i>Macrobrachium equidens</i>                                      |                                                         |                                       |
| <i>Dilocarcinus pagei</i><br>(caranguejo)                          | Represa Municipal de São José do Rio Preto<br>(Sudeste) | Augusto (2005)                        |
| <i>Charybdis hellerii</i><br>(siri do Indo-Pacífico)               | Litoral de Santa Catarina<br>(Sul)                      | Boos Junior, Oliveira e Delfim (2010) |

A biodiversidade é fator de estabilidade de um ecossistema e determina a manutenção do equilíbrio ecológico. As grandes áreas de monocultura, que tanto se ampliam em nosso território, requerem um enorme investimento em energia e defensivos agrícolas contra pragas e representam a “antibiodiversidade”, o que torna estes locais mais frágeis: a disseminação de pragas e surtos epidêmicos ocorre mais facilmente em ecossistemas de pequena diversidade, dizimando preferivelmente populações de baixa variabilidade genética.

A busca de matéria-prima nos países tropicais para alimentar a cadeia da biopirataria é mais uma ameaça, principalmente às espécies endêmicas de países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. Extratos vegetais, veneno de serpentes e outras substâncias fomentam a indústria farmacêutica de países desenvolvidos. Além de sofrerem espoliação de sua biodiversidade, as nações subdesenvolvidas passam a pagar pela importação dos medicamentos produzidos

e quase sempre sem nada ter recebido pelo fornecimento das matérias-primas.

## A CONSERVAÇÃO

Conservar áreas com grande biodiversidade, além de manter o equilíbrio ecológico, tem várias outras utilidades: manutenção do turismo ecológico, fonte promissora de recursos; fornecimento de insumos industriais; manutenção do banco de genes, com enorme potencial graças ao desenvolvimento da biotecnologia e da engenharia genética. Desta forma, o tema da conservação tem-se destacado tanto entre os especialistas em ecologia, quanto na população em geral, sendo permeado por opiniões e interesses bastante diversos. Neste sentido, vejamos o que diz Kenneth Edwards (1980):

A idéia popular de conservação diz respeito à sobrevivência continuada de espécies raras, particular-

mente um pássaro, uma borboleta ou uma planta de flores atraentes. A motivação dessa preocupação é uma mistura de considerações acadêmicas, estéticas e até morais; contudo, há boas razões práticas para se tentar assegurar a sobrevivência de pelo menos parte da diversidade de formas orgânicas que a evolução produziu. Nem todos esses requisitos práticos serão evidentes agora, pois não somente propriedades novas e imprevisíveis serão exigidas das espécies cultivadas existentes, mas também as necessidades poderão ser tão originais que requeiram o cultivo de uma espécie até agora selvagem ou pouco cultivada, como na busca de fontes de gorduras não saturadas.

Um interessante debate é travado na atualidade entre os próprios conservacionistas. Uma vez que não se pode conservar “tudo”, o que conservar? Quais as espécies ou os ecossistemas que devem ser priorizados? Seriam mesmo os “hot spots”?

O termo “hot spots” (locais críticos), introduzido por Myers (1990), refere-se a regiões de alta biodiversidade e/ou endemismo que são ameaçadas por ações humanas. Oponentes dessa proposta alertam para a reduzida importância ou mesmo impotência dos “hot spots” para suportar os processos biosféricos e a produtividade dos recursos naturais que sustentam a população humana. McGrath (1997) insiste mesmo que a estratégia de “hot spots” favorece acidentes geográficos, paisagens que, por causa de suas características físicas e histórias ambientais particulares, têm gerado altas taxas de diversidade e endemismo, não sendo necessariamente importantes da perspectiva dos ciclos biogeoquímicos que mantêm a biosfera ou dos recursos naturais que sustentam populações humanas.

Talvez o número de espécies de uma região e mesmo uma elevada taxa de endemismo não devam ser os principais parâmetros para priorizá-la à conservação. McGrath (1997) ressalta a funcionalidade da biodiversidade. Nesse caso, as funções ecológicas das espécies e suas interações mereceriam maior relevo que simplesmente a quantidade absoluta de espécies. Wilson (1994), por exemplo, admite que os ecossistemas contêm muita redundância, com várias espécies desempenhando as mesmas funções. Ele ad-

mite que, com a remoção de uma espécie, outra ocupa seu lugar no ecossistema, com impacto mínimo na eficiência do sistema.

Em todo caso, a preservação da biodiversidade não tem sido prioridade nos países em desenvolvimento, até por conta de urgências maiores como alimentar, vestir, providenciar moradia e gerar empregos. Por outro lado, não se deve tentar resolver o problema simplesmente aceitando soluções ditas pelo ecologismo internacional. Neste sentido, os projetos de conservação da biodiversidade devem, fundamentalmente, visar à melhoria da qualidade de vida das pessoas por meio da sustentabilidade.

## CONCLUSÕES

Biodiversidade pode ser considerada a diversidade de formas de vida existentes no planeta. A biodiversidade de cada espécie é multiplicada pela variedade de seus indivíduos. Essas variações individuais são a garantia da sobrevivência da espécie, do mesmo modo que a biodiversidade de um ecossistema deve garantir sua preservação.

O aumento da biodiversidade é produzido diretamente pelo processo de evolução biológica, enquanto sua diminuição ocorre em consequência de agudas modificações físico-químicas ambientais e, principalmente na atualidade, de desastrosas atividades humanas que resultam na destruição de habitats.

Quando se fala em valor da biodiversidade, é possível estar-se referindo ao seu valor intrínseco, ao seu valor para a sobrevivência humana ou, ainda, ao seu valor para o desenvolvimento sustentável de comunidades locais, dela dependentes diretamente.

A biodiversidade deixa hoje de ser uma questão apenas ecológica, ou científico-tecnológica, para assumir também uma dimensão geopolítica.

O uso sustentável da biodiversidade deve assegurar a manutenção da diversidade genética das espécies exploradas, a manutenção da diversidade de espécies em áreas exploradas e, finalmente, parte dos recursos gerados a partir da exploração de produtos da biodiversidade deve reverter para a recuperação e preservação do meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- AUGUSTO, A.S. A invasão da água doce pelos crustáceos: o papel dos processos osmorregulatórios. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto da USP, 2005.
- BORÉM, A. Biodiversidade e Biotecnologia. In: BORÉM, A. (Ed.) *Biotecnologia e Meio Ambiente*. Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- BOOS JUNIOR, H.; OLIVEIRA, M.M. & DELFIM, R. Novos registros do siri exótico *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea, Portunidae), no litoral do Estado de Santa Catarina, Brasil. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha* 1(1): 1-7, 2010.
- EDWARDS, K.J.R. *A Evolução na Biologia Moderna*. São Paulo: Edusp, 1980.
- GURGEL, H.C.; FERREIRA, N.J. & LUIZ, A.J.B. Estudo da variabilidade do NDVI sobre o Brasil, utilizando-se a análise de agrupamentos. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 7(1): 85-90, 2003.
- HAFFER, J. Hypotheses to explain the origin of species in Amazonia. In: Vieira, I.; J.M.C. da Silva; D.C. Oren & M.A.D'Incao (Orgs.). *Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia*. MPEG/CNPq. Belém, 2001.
- LOVELOCK, J. Gaia. Oxford University Press, 1979.
- LOEBMANN, D.; MAI, A.C.G. & LEE, J.T. The invasion of five alien species in the Delta do Parnaíba Environmental Protection Area, Northeastern Brazil. *Rev. Biol. Trop.* 58(3): 909-923, 2010.
- MACIEL, C.R.; QUADROS, M.L.; ABRUNHOSA, F.; BASTOS, S.; SCHNEIDER, H. & SAMPAIO, I. Occurrence of the Indo-Pacific freshwater prawn *Macrobrachium equidens* Dana 1852 (Decapoda, Palaemonidae) on the coast of Brazilian Amazonia, with notes on its reproductive biology. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 83(2): 533-544, 2011.
- McGRATH, D.G. Biosfera ou Biodiversidade: uma avaliação crítica do paradigma da biodiversidade. In: Ximenes, T. *Perspectivas do Desenvolvimento Sustentável (Uma contribuição para a Amazônia 21)* (Org.). NAEA - UFPA, 1997.
- MELO, D.C.; OLIVEIRA, D.A.A.; RIBEIRO, L.P.; TEIXEIRA, C.S.; SOUSA, A.B.; COELHO, E.G.A.; CREPALDI, D.V. & TEIXEIRA, E.A. Caracterização genética de seis plantéis comerciais de tilápia (*Oreochromis*) utilizando marcadores microsatélites. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, 58(1): 2006.
- MYERS, N. The Biodiversity Challenge: expanded hot-spot analysis. *Environmental* 10(4): 243-256, 1990.
- ODUM, E.P. *Fundamentos de Ecologia*. Lisboa: Fundação Calustre Gulbenkian, 1988.
- REDFORD, K. A Floresta Vazia. In: Valladares-Padua, C. & Bodmer, R. (Eds.) *Manejo e Conservação da vida Silvestre no Brasil*. MCT/Sociedade Civil Mamirauá, 1997.
- RICKLEFS, R. *A Economia da Natureza*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1993.
- ROCHA, C.A.M. & CANTO, O. *Ambiente: ecologia para a escola básica*. Belém, PA: Ed. Distribel, 2002.
- SANTOS, M.C.F. & COELHO, P.A. Crustáceos exóticos reproduzindo em águas costeiras do Nordeste do Brasil *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, 15(1): 57-61, 2007.
- SILVA, K.C.A.; RAMOS-PORTO, M. & CINTRA, I.H.A. Registro de *Penaeus monodon* Fabricius, 1798, na Plataforma Continental do Estado do Amapá (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). *Boletim Técnico Científico do CEPENOR*, 2(1): 75-80, 2002.
- SOARES, A.E.E. *Mutação e Reparo de DNA*. Disponível em <http://www.ib.unicamp.br/caeb/Eduardo%20Becker/art%2017.pdf>. Consultado em 26 de outubro de 2006.
- WILSON, E.O. *Diversidade da Vida*. São Paulo: Companhia das Letras, 1994.

---

# Reflexões sobre a integração da bicicleta ao transporte público em Belém - Pará - Brasil

## *Reflections on the integration of the bicycle to public transport in Belem - Para - Brazil*

Thalles Igor dos Santos Silva

Bolsista PIBIC/FAPESPA do Curso de Engenharia Civil (UFPA).

Thaiarine Thaissa Silva Oliveira

Bolsista PIBIC-AF/UFPA do Curso de Engenharia Civil (UFPA).

Maisa Sales Gama Tobias

Doutora em Engenharia de Transportes. Docente da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Belém. Endereço: Av. Perimetral s/n, Campus Guamá – CEP 66075-110. Belém/Pará.  
E-mail: maisa@ufpa.br

---

### RESUMO

O transporte cicloviário vem despertando o interesse de profissionais de transporte e governantes das principais cidades brasileiras, que atualmente enfrentam grandes problemas de mobilidade. Uma proposta recomendável seria o incentivo à utilização da bicicleta em viagens urbanas integrada ao transporte coletivo, ressaltando-se os benefícios que as viagens não motorizadas trazem para tornar melhor a qualidade de vida das cidades. Este artigo apresentou dados sobre a realidade do sistema urbano de transporte em Belém, envolvendo a evolução do transporte urbano e os aspectos potenciais e críticos do uso deste modo integrado ao transporte coletivo, contribuindo para a discussão sobre o tema e as barreiras e facilitadores da integração da bicicleta ao transporte coletivo em Belém.

Palavras-chave: Transporte cicloviário. Bicicleta. Transporte público. Integração.

### ABSTRACT

*Cycling has aroused the interest of transportation professionals and leaders in main Brazilian cities, which currently face great problems of mobility. A realistic proposal is to encourage the use of bike integrated to public transport in urban trips, emphasizing the benefits that non-motorized trips bring to make better the quality of life in cities. Thus, this article aims to provide data on the reality of the urban transport system in Belem, involving the development of urban transportation and also potential and critical aspects of using this mode integrated to public transport, contributing to discussion on the topic and the barriers and facilitators about the integration of the bicycle to public transport in Belem.*

*Keywords: Cycling. Bike. Public transport. Integration.*

## INTRODUÇÃO

A bicicleta no Brasil tem o surgimento presumido na Capital do Império - Rio de Janeiro - entre os anos de 1859 e 1870 - local onde se encontravam pessoas com maior poder aquisitivo que mantinham relações com a Europa, onde floresciam as primeiras fábricas de ciclos.

Um fator que contribuiu para a proliferação do uso da bicicleta, no final do século XIX, foi a chegada dos primeiros imigrantes europeus no Brasil, que nas grandes cidades passaram a utilizar este modo de transporte - a bicicleta - com frequência para os deslocamentos ao trabalho, principalmente, movidos por restrições econômicas de pagamento de outro modo de transporte.

Nos dias atuais, em virtude dos problemas de trânsito das cidades brasileiras, a possibilidade de uso do transporte cicloviário é motivo de grande interesse por parte do poder público e, da população em geral, suscitando um grande debate sobre a mobilidade urbana sustentável, no qual são ressaltados os benefícios que as viagens não motorizadas trariam para a comunidade tais como a redução de congestionamentos, promoção de saúde, enfim, melhoria na qualidade de vida das pessoas.

Além disso, a bicicleta é conhecida como o modo de transporte mais barato, quase sempre sendo recomendada para a prática de exercícios ou ecológica, pois não emite gases para a atmosfera nem poluição sonora, melhorando a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde pública.

Com o rápido crescimento do uso das bicicletas como um modo de transporte urbano, muitas cidades estão desenvolvendo ações para estimulá-lo, seja pelo uso integral das mesmas para todas as viagens, seja pelo uso integrado com outros modos de transporte.

Iniciativas já estão sendo tomadas em diversas cidades brasileiras, dentre elas o Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, integradas ao transporte coletivo em estações de trens, metrô e ônibus.

Em Belém, apesar de já haver investimentos em infraestrutura cicloviária e o uso expressivo de bicicletas, a promoção, como estímulo de uso desse modo, com conforto e segurança, é algo ainda não observado.

Se andar de bicicleta é algo extremamente difícil, pela falta de atenção por parte do poder público a este modo, pensar o seu uso de forma, integrada ao transporte coletivo parece, ainda, mais distante, como ação pública para a melhoria do trânsito. No entanto, entende-se que é algo que precisa ser considerado, pela importância desse modo na matriz de viagens de transporte urbano na Região Metropolitana de Belém.

Diante do exposto, este artigo se propõe a apresentar dados sobre a realidade do sistema urbano de transporte em Belém, envolvendo a evolução do sistema em termos de transporte cicloviário e de transporte coletivo e, ainda, aspectos potenciais e críticos do uso deste modo integrado ao transporte coletivo.

Há uma explanação inicial sobre transporte cicloviário, com base em bibliografia secundária e, ainda, em pesquisa própria. Pretende-se levantar uma discussão sobre as barreiras e as facilidades da integração da bicicleta ao transporte coletivo em Belém.

## TRANSPORTE CICLOVIÁRIO: VEÍCULO E INFRAESTRUTURA

A bicicleta é um veículo com duas rodas presas a um quadro, movido pelo esforço do próprio usuário (ciclista) através de pedais, ou também, um velocípede de duas rodas iguais e de pequeno diâmetro (Figura 1).

Os principais componentes são:

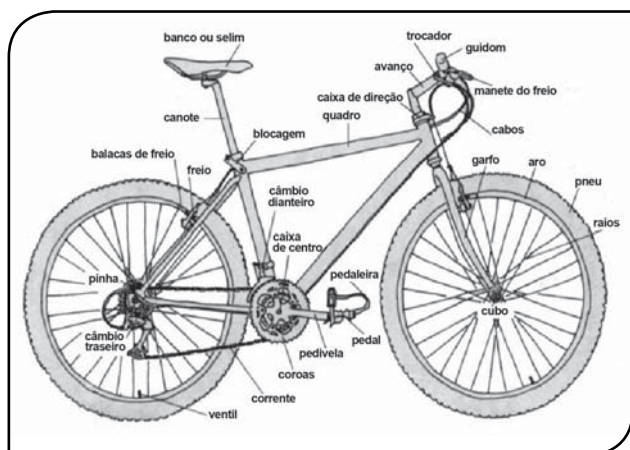


Figura 1. Componentes de uma bicicleta padrão de transporte.

Fonte: <<http://cicloviagem.wordpress.com/a-bicicleta>>. Acessado em: 01 Mar 2012.

- Quadro (chassi): tubos de aço chamados de “alma” da bicicleta. Destinado a receber a montagem das principais peças do velocípede.
- Roda: formada por grandes anéis (aros) metálicos ligados por raios ao cubo com blocante ou porca.
- Guidão: peça tubular fixado no garfo e destinada a orientar a movimentação da bicicleta.
- Selim (sela, banco, coxim): é o acento para a acomodação do ciclista.
- Corrente (correia): um conjunto de elos metálicos e flexíveis formado pela corrente da bicicleta (corrente de roletes). A corrente faz a conexão entre a coroa fixada na pedivela e a catraca ou o cassete na roda traseira.
- Freio: é o equipamento de segurança da bicicleta. Acionado por cabos de aço através do manete de freio. Quando acionado o manete, sua força/pressão é transmitida através do cabo de aço para acionar as sapatas de freio, fixadas próximo ao aro das rodas, que executam a frenagem através da fricção de uma borracha com o aro.

Os principais elementos da infraestrutura cicloviária são:

- Ciclofaixas: são faixas das vias de tráfego, geralmente no mesmo sentido de direção dos automóveis, e, na maioria das vezes, ao lado direito em mão única. A Figura 2 apresenta um exemplo em Belém do Pará.
- Ciclovias: são segregadas fisicamente do tráfego automobilístico. Podem ser unidirecionais ou bidirecionais e são vias adjacentes às vias de circulação de automóveis ou em corredores independentes da rede viária. Na Figura 3, tem-se um outro exemplo em Belém do Pará.
- Há situações de tratamento viário ao ciclista quando compartilham espaço com o tráfego em geral. Ver Figura 4.



Figura 2. Ciclofaixa em Belém do Pará - Brasil.  
Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.



Figura 3. Ciclovía em Belém do Pará - Brasil.  
Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.



Figura 4. Interseção com tratamento viário para ciclistas em circulação com o tráfego em geral, em Amsterdã - Holanda.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

Outro elemento importante de infraestrutura é onde se estaciona as bicicletas: algumas vezes, atreladas a alguma estrutura urbana (Figura 5), porém, existem diversos tipos de estruturas de estacionamento, como mostram as figuras 6 e 7, em bicicletários ou em estruturas fixas (paraciclos) ao longo da via.



Figura 5. Bicicletas estacionadas no passeio público em Amsterdã - Holanda.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.



Figura 6. Bicicletário em Amsterdã-Holanda.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

Algo que não pode ser esquecido são as situações de rampas e escadas, quando carregar a bicicleta pode tornar-se bastante inconveniente. Na Figura 8, tem-se um modelo de escada adaptada para o transporte das bicicletas nas calhas, adjacente ao ciclista.



Figura 7. Equipamento de guarda da bicicleta ao longo da via, em Amsterdã - Holanda.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.



Figura 8. Escada com calhas para a circulação de bicicletas em Amsterdã - Holanda.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

## BICICLETA E TRANSPORTE COLETIVO: ALTERNATIVAS PARA INTEGRAR

Atualmente o transporte urbano é motivo de grandes problemas para a população que se encontra nas grandes cidades. Em geral, um dos principais fatores desta crise é a demanda crescente de veículos motorizados que circulam pelas vias, resultando na escassez de espaço e dificultando cada vez mais a mobilidade urbana.

Dentre as soluções pensadas para o transporte urbano está a integração do transporte coletivo com os modos individuais de transporte, em especial os não motorizados, no caso do transporte a pé e das bicicletas. As alternativas de integração têm sido os principais desafios do transporte urbano moderno.

Para o desenvolvimento do modo integrado de transporte são fundamentais investimentos financeiros, inovações e mudanças operacionais nos sistemas implantados. No caso da bicicleta com o transporte coletivo, a integração tem dois objetivos principais:

1. Inclusão habitual da bicicleta como modo de transporte nas viagens urbanas.
2. Reforçar os modos coletivos como princi-

pais meios de transporte para viagens de média e longa distâncias das populações nos médios e grandes aglomerados humanos (BRASIL, 2007).

Para que haja um bom condicionamento deste sistema de transporte integrado é exigida atenção especial do poder público em aproximar a bicicleta dos terminais e locais de grande demanda como metrô, trens, barcas e barcos, ônibus rodoviários e urbanos, permitindo a valorização dos modos coletivos e a ampliação do raio de ação dos ciclistas nas cidades e espaços regionais. (BRASIL, 2007). Isto pode ser realizado com a criação de bicicletários, por exemplo, tarifados para tempo integral, ou ainda por meio de bicicleta a bordo dos modos de transporte coletivo.

- a) Bicicletas e ônibus: é uma das mais importantes alternativas para a integração da bicicleta ao transporte coletivo. Nas cidades brasileiras, são cada vez maiores as iniciativas do poder público em incentivar o uso da bicicleta, seguindo os exemplos de alguns países da Europa, que na década de 90 foram pioneiros ao incluir projetos elaborados deste sistema de integração para suas cidades. Entretanto, faltam espaços para o estacionamento das bicicletas, e a integração bicicleta com o ônibus ainda é incipiente no país e passa atualmente por pesquisas de viabilidade e fase de testes em algumas metrópoles nacionais.
- b) Bicicletas e trem: No país, operam modos integrados da bicicleta ao trem em algumas cidades como Rio de Janeiro, Porto Alegre e São Paulo, com grande êxito para a estação de Mauá, a mais organizada, devido ao importante papel de fiscalização dos próprios usuários do sistema integrado, que conta com uma associação: a ASCOBIKE (Associação dos Condutores de Bicicleta de Mauá), atuando na Companhia

Paulista de Trens Metropolitanos - CPTM.

Nessa operação, é importante ressaltar algumas medidas que tornam o serviço mais eficaz (BRASIL, 2007):

- Fichas de controle de acesso.
  - Numeração das “ruas” e vagas.
  - Oficina mecânica de auxílio.
  - Oferta de bicicletas de socorro aos associados, no caso de pane em suas bicicletas.
  - Vagas cobertas para associados mais antigos.
  - Atuação constante na educação dos ciclistas quanto à conduta no interior e fora do estacionamento.
- c) Bicicletas e ônibus rodoviários: este modo de integração é viável para utilização em regiões metropolitanas com zonas industriais. É bastante utilizado na região metropolitana de Curitiba - PR, em Campo Largo, quando em dias úteis os usuários do modo estacionam suas bicicletas junto à Estação Rodoviária.
- d) Bicicletas e metrô: é o maior potencial de integração dos grandes centros populacionais. Em alguns países europeus, este sistema de mobilidade urbana é de vital importância para as grandes cidades, como em Amsterdã e Copenhague, onde o governo e a iniciativa privada estão sempre buscando melhorias para os ciclistas, incentivando cada vez mais a mobilidade sustentável. No Brasil, cidades como Rio de Janeiro e São Paulo investem cada vez mais na acessibilidade dos ciclistas às estações. Com bicicletários bem estruturados e tarifados, o modo integrado de transporte ciclovitário integrado ao coletivo é cada vez mais incentivado. Em alguns casos, nos finais de semana e feriados, os ciclistas ainda

dispõem da alternativa de embarque junto com suas bicicletas em alguns vagões. Brasília, Salvador, Fortaleza e Belo Horizonte também possuem linhas de metrô e condições favoráveis para a integração entre os dois modais.

- e) Bicicletas e barcos ou balsas: por ser um país continental e ter uma gigantesca capacidade hídrica, o Brasil conta com a possibilidade de integração da bicicleta ao transporte fluvial e marítimo. É o caso de Santos e Guarujá, no litoral do Estado de São Paulo, havendo isenção de tarifa para ciclistas na realização da travessia a balsa. O Norte do Brasil, que conta com a maior bacia hidrográfica do mundo, apresenta potencial para a integração fluvial e rodoviária. Existem algumas iniciativas, como a integração na travessia do município de Cacoal ao município de Ji-Paraná no Estado de Rondônia. Naquele município, há um bicicletário às margens do rio Machado, afluente do rio Madeira, com a função de integração entre as bicicletas e barcos da região. O projeto é um exemplo a ser seguido em toda a Amazônia.

## TRANSPORTE CICLOVIÁRIO EM BELÉM: A INTEGRAÇÃO É POSSÍVEL?

A frota veicular de transporte coletivo em Belém é liderada por ônibus, seguida por van, kombi, moto e barco. Entretanto, há um contingente de bicicleta que propicia concorrência aos demais modos no transporte de passageiros.

Observa-se na cidade uma integração bicicleta com o ônibus espontânea por aglomerados humanos em feiras, supermercados e comércio, algumas vezes, com disposição de paraciclos ou, ainda, deixadas em locais improvisados (Figura 9).



Figura 9. Bicicletas em Belém - PA.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

Consta nos Relatórios dos Planos Diretores de 1990 (JICA/EMTU, 1991) e 2000 (JICA/COHAB-PA, 2001) que – em todas as viagens realizadas por todos os modos e todos os motivos, em 1990 – 53,5% eram feitas de ônibus; 12,7%, de auto; e 29,3%, a pé e de bicicleta. No ano de 2000, esse quadro mudou para 44,6% de ônibus, 12,1% de auto e 42% a pé e de bicicleta, o que demonstrou um considerável aumento de demanda em modos não motorizados. Verificou-se que o percentual de ciclistas e de domicílios com bicicleta, bem como o número de bicicletas na região aumentou expressivamente, principalmente na área de periferia, correspondendo a um crescimento de 3,5% para 27,3% em domicílios com bicicletas e de 0,6% para 3,8% de população utilizando bicicleta no período de dez anos.

A partir de 2000, o potencial de aumento de uso do modo é estimado como grande, uma vez que a população na periferia aumentou de 280.967 para 650.297 habitantes, sendo a área de maior crescimento demográfico de toda a região. Nesta mesma década, a participação da bicicleta dentro do espaço urbano de circulação da RMB passou de 1% para 5,7% do total da população. Também houve um acréscimo tanto no

número de domicílios com bicicletas, de 13,1% para 51,1%, quanto no número de bicicletas existentes na região, na ordem de 44.246 para 249.307 unidades.

Apesar da participação da bicicleta em relação aos demais modos poder ser considerada em 2000 como insignificante em valores percentuais (5,7%), a mesma tem grande tendência a crescer, uma vez que os usuários da bicicleta, em sua maioria, são pessoas de áreas periféricas, com problemas de acessibilidade física ou econômica ao transporte público (TOBIAS e VIANA, 2003; TOBIAS e PEIXEIRA, 2005).

Tobias (2009), analisando aspectos ligados à escolha modal de transporte na RMB, constatou que a bicicleta, modo concorrente do ônibus, vem sendo usada para viagens de média, curta e longa distância dentro do ambiente urbano, principalmente, devido ao baixo poder aquisitivo da população, à topografia urbana de Belém ser favorável e ao sistema viário ser deficiente, com diversas discontinuidades para veículos motorizados.

Belém conta com investimentos feitos em ciclovias e ciclofaixas. A malha viária atingida com projetos é de 85 km de ciclovias e ciclofaixas, aproximadamente (Figura 10).

A população da Região Metropolitana de Belém, em 2010, ultrapassou os dois milhões de habitantes (IBGE, 2010), sendo a principal área de geração de viagens a periferia, onde há predominância de populações de média e baixa renda. O crescimento desordenado e intenso da população nas áreas de periferia faz do transporte por bicicleta um dos modos mais utilizados de locomoção para a população.

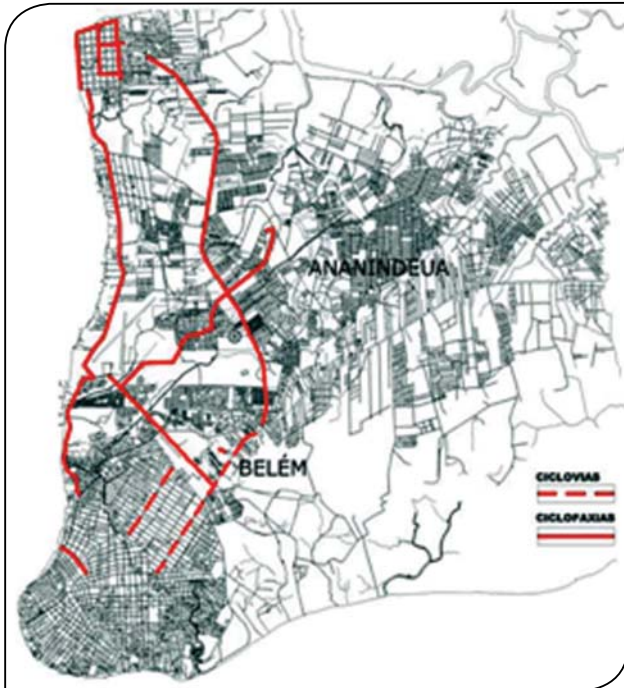


Figura 10. Projetos ciclovitários em 2010 em Belém do Pará.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

Nas viagens de média e longa distância, a população depende principalmente do transporte coletivo. O ciclista que não tem condições de utilizar o ônibus – seja pelo preço, seja porque o mesmo não chega aonde ele reside, seja porque este não o leva aos destinos mais desejados – é obrigado a realizar viagens longas para ter as suas necessidades atendidas. Existem, ainda, situações em que o ciclista utiliza o ônibus, porém tem que andar grandes distâncias até os pontos de embarque. Os corredores de transporte percorridos pelos ciclistas estão bastante congestionados, convertendo-se em disputa pelo espaço, o que o torna conflituoso e inseguro (Figura 11).

Uma pesquisa coordenada por Tobias (UFPA/UFPE/UFBA/CNPq, 2011) na Universidade Federal do Pará - Brasil, em doze pontos de grande circulação de ciclistas em Belém, com 1.102 entrevistas, apresentou os seguintes dados de demanda ciclovitária, importantes para este debate:



Figura 11. Ciclistas no tráfego em geral em Belém - PA.

Fonte: TOBIAS, 2011. Acervo de pesquisa.

- Todos os bairros de Belém são origens de ciclistas, o que demonstra o potencial da bicicleta. Faz parte da cultura da população utilizá-la para as suas viagens (Figura 12).
- A maior parte dos ciclistas são jovens, ou seja, economicamente ativos e dispostos para o trabalho e estudo (Figura 13).

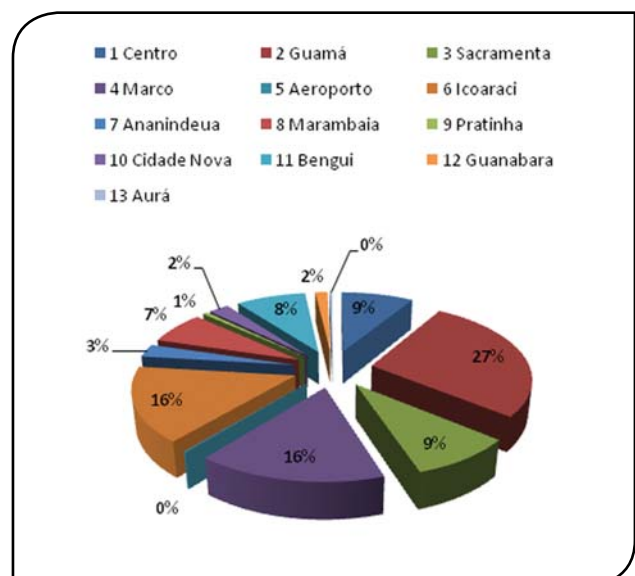


Figura 12. Origem das viagens dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPq, 2011.

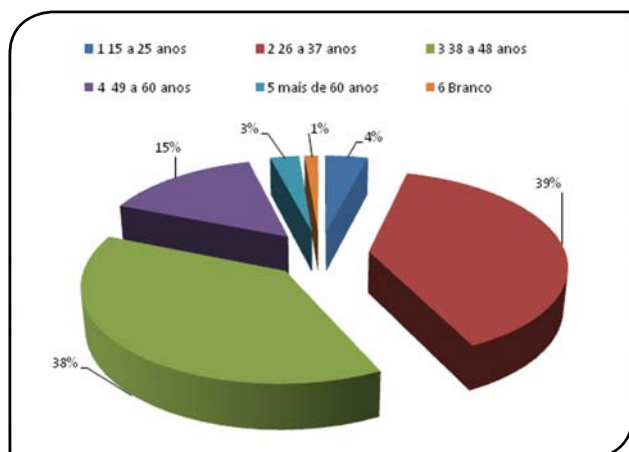


Figura 13. Faixa etária dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPQ, 2011.

- Os ciclistas são geralmente de média e baixa renda, fazendo parte desta última aproximadamente 70% dos ciclistas (Figura 14).
- Os principais motivos de viagem são trabalho e estudo (Figura 15).
- Mais de 50% dos ciclistas demoram de 20 a 30 minutos ou mais de 30 minutos para chegarem ao seu destino (Figura 16).
- 63% dos ciclistas usam ônibus em Belém (Figura 17).

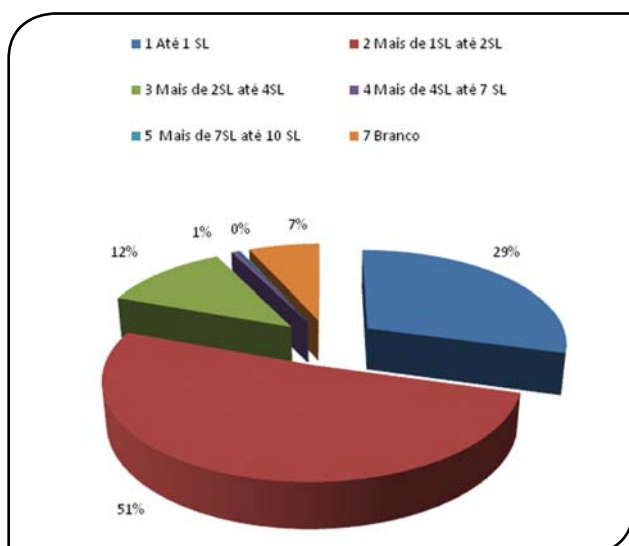


Figura 14. Renda dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPQ, 2011.

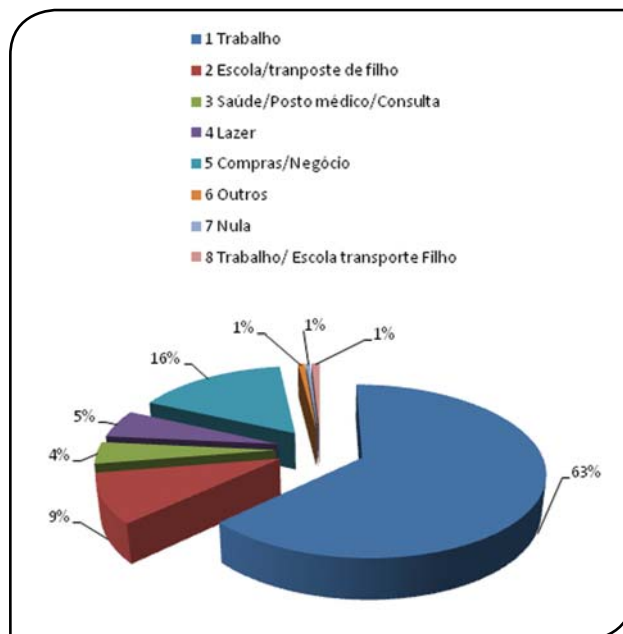


Figura 15. Motivos de viagem dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPQ, 2011.

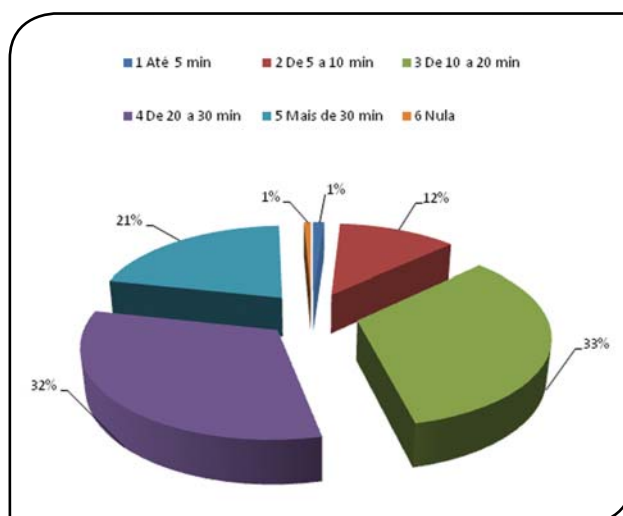


Figura 16. Tempo de viagem dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPQ, 2011.

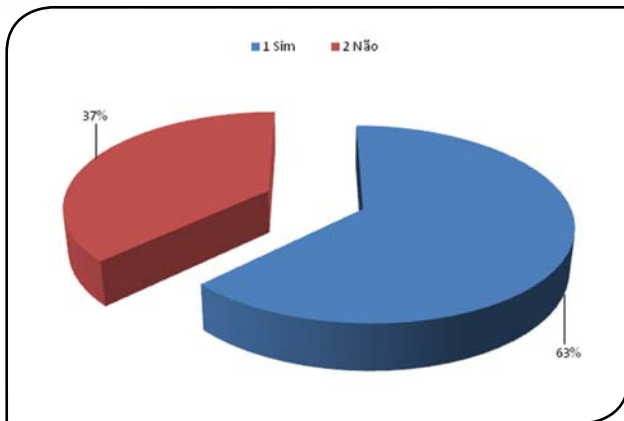


Figura 17. Percentual de ciclistas que usam ônibus em Belém, segundo a pesquisa.

Fonte: UFPA/UFPE/UFBA/CNPq, 2011.

Observa-se, também, a presença de ciclistas em barcos (Figura 18), o que também demonstra o potencial de uso da bicicleta integrada a estes modos.



Figura 18. Motivos de viagem dos ciclistas em Belém do Pará.

Fonte: DFLUVIAL, 2009.

## DISCUSSÃO

Os aspectos apresentados sobre o sistema de transporte ciclovitário em Belém evidencia a possibilidade da integração da bicicleta nesta capital com os modos motorizados de transpor-

te, em especial o transporte coletivo e público, no caso o ônibus.

Há um conjunto de fatores que previamente credenciam Belém para o uso da bicicleta: topografia plana, população de baixa renda, que busca este modo como alternativa de deslocamentos, seja integralmente ou combinadas com o transporte coletivo, tornando mais baixo o custo dos deslocamentos urbanos, favorecendo a inclusão social, facilitando o amplo acesso ao espaço urbano.

Além disso, verifica-se que nas ilhas da RMB o transporte ciclovitário é bastante utilizado, podendo ser estudada a combinação do transporte ciclovitário não somente com o transporte rodoviário urbano, mas também com o transporte fluvial – que liga as ilhas ao continente – através da utilização de embarcações com espaços específicos e adequados ao transporte de bicicletas e ainda a construção e/ou readequação de terminais, incluindo bicicletários (Dfluvial, 2009).

A demanda ciclovitária existe em toda a cidade de Belém, sendo basicamente representada por dois tipos de ciclistas: aqueles que usam a bicicleta para médias e longas viagens, sentido periferia-centro, em que os tempos de viagem são maiores que 20 minutos, sendo o trajeto feito por completo com a bicicleta ou combinado com o transporte coletivo, deixando a bicicleta próxima a pontos de parada e terminais de ônibus. O segundo tipo de ciclistas é aquele que faz pequenas viagens, que não demandam mais de 20 minutos, com destinos próximos a sua origem.

De maneira geral, ambos os tipos de ciclistas enfrentam um trânsito caótico e – para aqueles que optam por usar o ônibus – um serviço de qualidade insatisfatória (Tobias, 2009).

Do ponto de vista da faixa etária, no aspecto socioeconômico, o perfil do ciclista é de alguém jovem, estudante ou trabalhador, com renda média baixa (entre um e dois salários mínimos) e que, por vezes, também utiliza o

transporte coletivo, particularmente o ônibus.

Belém já conta com um investimento em infraestrutura cicloviária superior às demais cidades brasileiras. Porém, é desarticulada, por vezes, esses projetos parecem incompatíveis com a demanda manifesta, em termos de geometria e de tratamento viário em locais de convergência e divergência (interseções). Pelo fato, de esses projetos não serem integrados, inviabilizam a continuidade do deslocamento e do serviço da rota viária ao ciclista, expondo-o muitas vezes a situações de risco no trânsito.

As situações de descaso são semelhantes no transporte coletivo urbano e no fluvial, havendo necessidade de intervenções em ambos os casos.

## CONCLUSÃO

Diante do exposto, podem-se enumerar como facilitadores de uso da bicicleta em Belém:

- Fazer parte da cultura da população o uso da bicicleta, facilitando, portanto, a aceitação do modo como transporte urbano.
- Ser a topografia urbana plana, o que favorece o deslocamento sem esforços extremos.
- Ser uma opção de transporte barato para a maioria da população, que é de média e baixa renda.
- A maior parte dos ciclistas já utilizar a bicicleta e o ônibus, inclusive com integrações espontâneas.
- Existirem investimentos cicloviários feitos, necessitando a integração dos projetos, o que já daria uma rede de transporte cicloviária de aproximadamente 100 km de vias.

Como barreiras, tem-se os seguintes aspectos:

- O trânsito caótico, com falta de educação por parte de motoristas, sendo o ciclista visto como um usuário de segunda classe no trânsito.
- O transporte coletivo é considerado caro e visto como de péssima qualidade pelos usuários (Tobias, 2009), logo uma integração iria implicar o pagamento de passagem, um custo que nem todos os ciclistas poderiam arcar. Além disso, teriam de se sujeitar a um sistema de transporte coletivo com diversos problemas de qualidade de serviço.
- Faltam investimentos em terminais de ônibus e fluviais, além de bicicletários preparados pra receber os ciclistas, o que se torna um transtorno circular nesses modos.
- Por fim, a falta de planejamento e investimento público no transporte cicloviário, como parte de uma política urbana de mobilidade em transporte, em que a bicicleta faça parte de um sistema de transporte urbano maior, exercendo o seu papel naquilo em que pode se tornar vantajosa. Isto, também, tornaria o ambiente de trânsito ecologicamente mais saudável e menos estressante para toda a sociedade todos.

Finalizando, a discussão é algo importante no direcionamento de soluções para o transporte urbano de Belém e, diante dos fatores apresentados, acredita-se que o transporte cicloviário é viável na capital paraense e pode tornar-se uma alternativa sustentável de transporte, contribuindo para o aumento da mobilidade urbana e para a qualidade de vida dos cidadãos.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Caderno de referência para elaboração do plano de mobilidade por bicicleta nas cidades. Brasília, Secretaria Nacional de Trans-

porte e da Mobilidade Urbana do Ministério das Cidades. Caderno 1. 2007.

DFLUVIAL. Demanda Potencial e Formação de Rede Rodofluvial na Região Metropolitana de Belém. UNAMA/UFPA/FIDESIA/FINEP, Belém, 2009. 257 p. (Relatório de Pesquisa).

IBGE. Censo demográfico de população residente. Rio de Janeiro, 2010.

JICA/EMTU - Agência de Cooperação Internacional do Japão. Plano Diretor de Transportes Urbanos. Região Metropolitana de Belém. Belém: JICA/EMTU, 1991 (Relatório Final).

JICA/COHAB-PA - Agência de Cooperação Internacional do Japão (2001) Plano Diretor de Transportes Urbanos. Região Metropolitana de Belém. Belém: JICA/COHAB, 2001 (Relatório Final).

TOBIAS, M. S. G.; VIANA, B. Z. Q. A evolução do transporte ciclovitário na RMB: uma retrospectiva 1990-2000. In: CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 17., 2003, Rio de Janeiro. [Anais Eletrônicos...] Rio de Janeiro: IME. 1 CD ROM.

TOBIAS, M. S. G.; PEIXEIRA, A. P. D. Análise de alterações espaciais da mobilidade por ônibus em Belém - PA. In: CONGRESSO LUSO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL, 1., 2005, São Carlos. [Anais Eletrônicos...] São Carlos: EESC. 1 CD ROM.

TOBIAS, M. S. G. A percepção dos atributos de transporte por ônibus frente a modos alternativos. A preferência declarada do usuário. Belém: UNAMA, 2009. 156p. (Relatório de Pesquisa).

UFPA/UFPE/UFBA/CNPQ. Metodologia para implantação de rede ciclovitária integrada ao transporte. Belém: UFPA. 2011, 56 p. (Relatório Parcial de Pesquisa).

# Estudo de Aminas em Clorofórmio como Solventes para o Dietilditiocarbamato de Prata (SDDC) na Determinação Espectrofotométrica do Arsênio

## *Amines in Chloroform as Solvents for the Silver Diethyldithiocarbamate (SDDC) in the Spectrophotometric Determination of the Arsenic*

Simone de Fátima Pinheiro Pereira

Doutora em Química pela Universidade Federal da Bahia (UFBA). Docente da Universidade Federal do Pará (UFPA). Endereço: Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM) Setorial básico - Cidade Universitária José da Silveira Neto - Av. Augusto Corrêa, 01- Bairro Guamá, Belém - PA - Brasil, CEP: 66075-900.

E-mail: simonefp@ufpa.br

Cleber Silva e Silva

Mestre em Química pela Universidade Federal do Pará. Docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). Endereço: IFPA / Campus Belém, AV. Almirante Barroso, 1155, Bairro Marco. Belém - PA - Brasil, CEP: 66093-020.

E-mail: clebsilva1@yahoo.com.br.

Geiso Rafael Fonseca Oliveira

Mestre em Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente pela Universidade Federal do Pará. Endereço: Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM) Setorial básico - Cidade Universitária José da Silveira Neto - Av. Augusto Corrêa, 01- Bairro Guamá, Belém - PA - Brasil, CEP: 66075-900.

E-mail: geysorafael@yamil.com

Davis Castro dos Santos

Mestre em Química pela Universidade Federal do Pará (UFPA). Docente Classe III na Secretaria Estadual de Educação (SEDUC/PA). Endereço: Laboratório de Química Analítica e Ambiental (LAQUANAM) Setorial básico - Cidade Universitária José da Silveira Neto - Av. Augusto Corrêa, 01- Bairro Guamá, Belém - PA - Brasil, CEP: 66075-900.

E-mail: davisquimica@yahoo.com.br

### RESUMO

Uma das técnicas colorimétricas mais utilizadas para a separação e determinação de arsênio em amostras ambientais é a evolução da arsina a partir de uma solução de ácido clorídrico seguido pela medida espectrofotométrica usando dietilditiocarbamato de prata (SDDC) como reagente formador da coloração do complexo. A grande desvantagem é o desagradável odor da piridina e a pouca estabilidade do complexo formado. O clorofórmio é um solvente satisfatório para o SDDC quando bases orgânicas estão presentes. O papel do solvente, a sensibilidade, a estabilidade e a escolha do melhor sistema das aminas foram estudados. A piridina pode ser usada com o clorofórmio na proporção 1:1 com vantagens e o tipo do solvente influencia na formação do complexo.

Palavras-chave: Dietilditiocarbamato de prata. SDDC. Aminas. Arsênio. Técnica espectrofotométrica

## ABSTRACT

*The most widely used colorimetric technique for the separation and determination of arsenic in environmental samples is evolution as arsine from a hydrochloric acid solution followed by a spectrophotometric measurement using silver diethyldithiocarbamate (SDDC) as the color forming reagent. Pyridine, customarily used as the solvent for SDDC, has a very disagreeable odor and is often objectionable to the analyst and his immediate associates. The chloroform is a satisfactory solvent for SDDC when organic bases are present. The solvent paper, the sensitivity, the stability and the best system application in soil samples were studied. The pyridine can be used with the chloroform in the 1:1 proportion, with advantages and the type of the solvent influences in the formation of the complex.*

*Keywords: Silver diethyldithiocarbamate. Arsenic. Amines. Spectrophotometric technique*

## INTRODUÇÃO

A contaminação por arsênio no ambiente afeta diretamente as populações humanas. Esse elemento, quando presente na cadeia alimentar, irá desencadear uma série de problemas extremamente danosos à saúde, podendo levar, inclusive, ao óbito. Devido à importância do arsênio para o meio ambiente foram desenvolvidas técnicas de determinação que permitissem a detecção do arsênio em níveis traços. Existem muitas técnicas de determinação do arsênio. As mais importantes citadas na literatura são as que usam a técnica da geração de hidreto (arsina) associadas à espectrofotometria de absorção atômica e à espectrofotometria de absorção molecular, como a do SDDC, também conhecida como técnica de Vasak e Sedivec (STECKEL e HALL, 1962). O SDDC é dissolvido em piridina e usado como solução absorvedora da arsina, gerada através da reação do zinco em meio clorídrico (ARBAB-ZAVAR e HASHEM, 2000; DODOO e VRCHLABSKY, 1981; TERZIC, SLAVIS e TERZIC, 1981).

A grande desvantagem do método é o desagradável odor da piridina e a pouca estabilidade do complexo formado. Vários autores pesquisaram a substituição da piridina por outras aminas solubilizadas em clorofórmio (CSIKKEL-SZOLNOKI, et al., 1986; ONUMA e HAMAMURA, 1980)

O clorofórmio é um solvente satisfatório

para o SDDC quando bases orgânicas estão presentes. Outra desvantagem do método do SDDC diz respeito ao desconhecimento da composição do complexo formado pela reação da arsina ( $\text{AsH}_3$ ) com a solução de SDDC em piridina e o papel do solvente na formação do complexo.

Alguns autores afirmam que o complexo vermelho estável formado segundo a reação  $\text{SDDC} + \text{AsH}_3 \rightarrow$  complexo de As-SDDC + complexo de H-SDDC é o complexo de arsênio e SDDC, que possui absorção máxima em 535 nm e o segundo pico a 410 nm seria devido ao complexo de hidrogênio e SDDC (LAVERMANN, 1976; PERRIN, 1965; SANDHU e NELSON, 1978). Outros autores dizem que a espécie colorida formada das reações  $\text{AsH}_3 + 6\text{SDDC} \rightarrow \text{AsAg}_3 \cdot 3\text{SDDC} + 3\text{HDDC}$  e  $\text{AsAg}_3 \cdot 3\text{SDDC} + 3\text{NR}_3 + 3\text{HDDC} \rightarrow 6\text{Ag} + \text{As}(\text{DDC})_3 + 3(\text{NR}_3\text{H})\text{DDC}$ , onde DDC é o anion dietilditiocarbamato e  $\text{NR}_3$  é a base, e Ag a prata coloidal dispersa (BAHR e BAHR, 1971; BRUNE e BELTEBRESKKE, 1980; HAN, 1979; HULANICKI, 1970).

Dois trabalhos tentam provar a origem do complexo formado pela reação da arsina com o SDDC em piridina. O primeiro, proposto por Bode e Hachmann (1968), afirma que a cor do complexo formado pela reação  $\text{AsH}_3 + 6\text{SDDC} \rightarrow 6\text{Ag} + 3\text{HDDC} + \text{As}(\text{DDC})_3$  é de natureza coloidal, confirmada pelo uso de uma ultracentrífuga. O espectro de absorção destas soluções difere com as condições experimentais usadas.

O segundo, proposto por Csikkel-Szolnoki et al. (1986), chega a conclusão que a prata desempenha um importante papel na formação do cromóforo vermelho. Entretanto somente as presenças da prata (0) e do SDDC não são suficientes para a formação do complexo obtido na determinação do arsênio. Tudo indica que o cromóforo vermelho formado é um complexo polinuclear de dietilditiocarbamato, contendo prata (0) e arsênio (III) como átomos centrais. As condições extremas em que o cromóforo é formado (alto excesso de SDDC e alto excesso de hidrogênio) tornam impossível a determinação da composição do complexo pela análise do equilíbrio.

Devido às desvantagens do método oficial é que vários autores têm sugerido alternativas ao uso do sistema SDDC/piridina.

O uso de pequenas quantidades de reagentes orgânicos ao sistema SDDC/piridina tem sido proposto visando minimizar o odor nauseante da piridina. O dicloroetano em pequenas quantidades associado à piridina foi usado como alternativa, esta mudança não afetou a sensibilidade e a exatidão do método (GUPTA e GUPTA, 1986; PANDE, 1980).

Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o papel do solvente na formação do complexo colorido e avaliar o desempenho das soluções das aminas diciclohexilamina, diisopropanolamina, ciclohexilamina, dietilenotriamina, 1,2-diaminoetano, dodecilamina, 2-(2-aminoetilamino) etanol, 2-4-6-tricloroanilina, 8-quinolinol e o-anisidina em clorofórmio em substituição à piridina como solvente do SDDC na determinação de arsênio em amostras naturais.

## METODOLOGIA

A metodologia adotada foi a recomendada pela APHA (1971), com modificações na solução absorvedora e algumas adaptações no procedimento. O zinco metálico, usado como redutor,

foi substituído por solução de boridreto de potássio ( $\text{KBH}_4$ ) introduzida no sistema gerador por um sistema on-line com o auxílio de uma bomba peristáltica e tubos capilares.

## O gerador de hidreto

O gerador de hidreto (Figura 1) usado é uma adaptação do gerador recomendado pela APHA (1971), que permite a saída da arsina sem perdas significativas, é de fácil manipulação e não possui adaptações, constituindo-se de um corpo único. A arsina produzida no frasco gerador é borbulhada na solução de SDDC/amina contida no tubo absorvedor, formando o complexo colorido indicativo da presença de arsênio.

A solução redutora foi introduzida no frasco gerador através de um tubo capilar usado em sistemas de injeção de fluxo (FIA), que é introduzido através do tubo absorvedor até chegar ao frasco gerador, usando uma bomba peristáltica de 6 vias. Essa bomba possibilitou que a solução de  $\text{KBH}_4$ , pudesse ser introduzida no frasco gerador, com o sistema fechado e fluxo contínuo.

## Reagentes e soluções

Todos os reagentes empregados nas análises foram de grau analítico.

Solução absorvedora - dissolver o SDDC ( $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{NAgS}_2$ ) em 100 mL de aminas em  $\text{CHCl}_3$ . As concentrações das aminas e as quantidades de SDDC variaram de acordo com sua solubilidade e estão descritas na Tabela 1.

Solução estoque de arsênio (1000  $\mu\text{g/mL}$ ) - dissolver 1,32 g de  $\text{As}_2\text{O}_3$  em 10 mL de água deionizada contendo 4 g de NaOH. Diluir para 1000 mL com água deionizada.

Solução de  $\text{KBH}_4$  10,0 % m/v em solução de NaOH 2,0 % m/v, preparada antes do uso.

## Vidraria

Toda a vidraria utilizada foi descontaminada com solução de HCl 20,0 % v/v, lavadas com água corrente e água deionizada. Os tubos absorvedores foram lavados e secos utilizando acetona e ar comprimido, para prevenir a presença de água. Arsina é altamente solúvel em água, algumas gotas no tubo absorvedor podem apresentar resultados baixos para o arsênio.

## Procedimentos

No frasco gerador foram adicionados: 50 mL de amostra, 10 mL de HCl concentrado e 2 mL de KI 15,0 % m/v.

Em seguida, o tubo absorvedor contendo 4 mL de solução absorvedora e algodão embebido em solução de  $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$  10,0 % m/v na extremidade foi conectado ao frasco gerador.

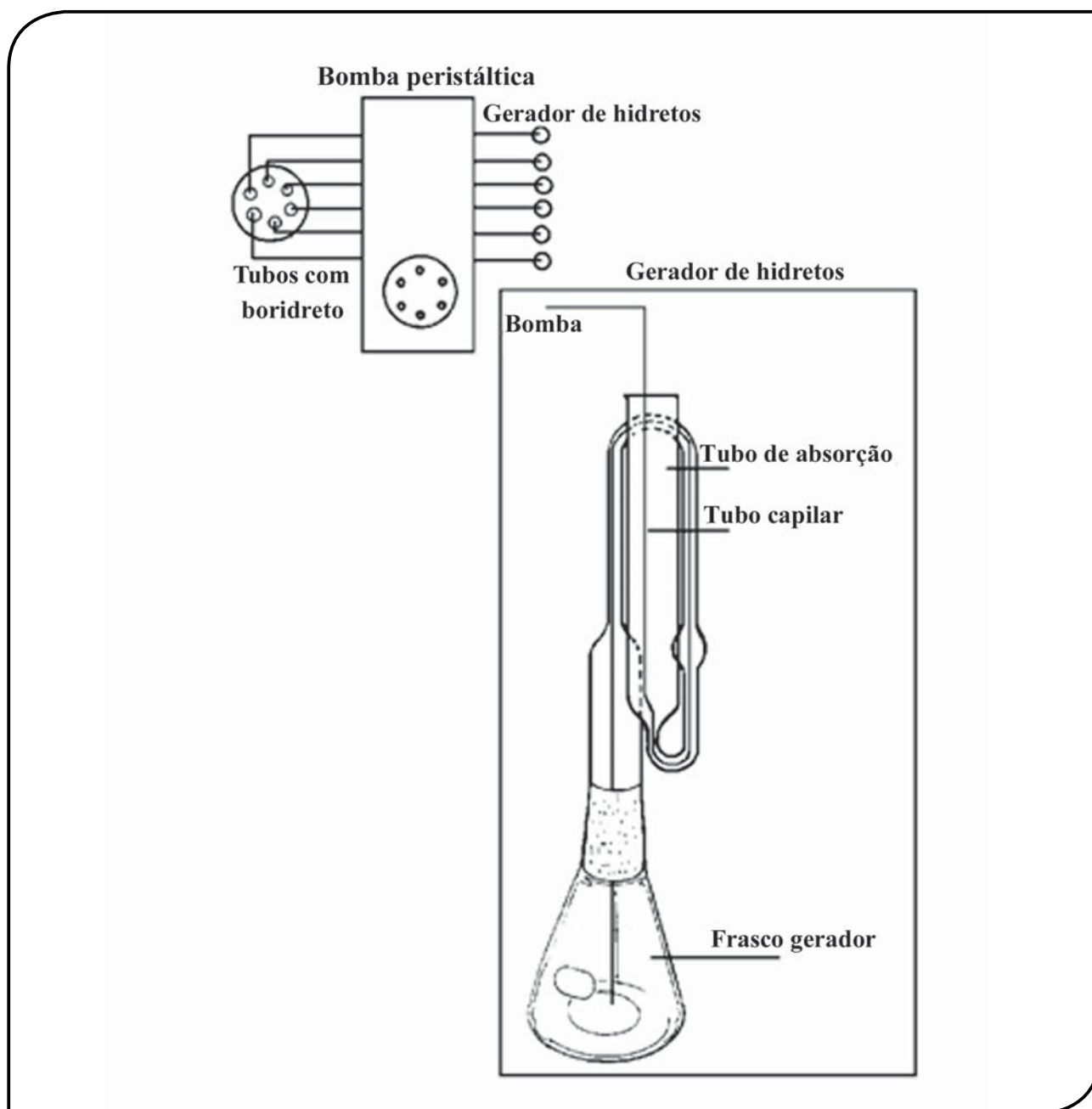


Figura 1. Sistema automático de geração de hidreto.

A arsina gerada pela adição de 6,0 mL de solução de  $\text{KBH}_4$  10,0 % m/v em NaOH 2,0 % m/v (quantidade de  $\text{KBH}_4$  = 600 mg - vazão aproximada da solução de  $\text{KBH}_4$  = 0,98 mL/minuto) foi borbulhada na solução absorvedora e, após 10 minutos (média), um complexo vermelho é formado. As medidas foram tomadas no espectrofotômetro UV-Visível, Varian modelo DMS-80, duplo feixe com registrador Intralab,

utilizando-se células de quartzo de 10 mm com volume interno reduzido. As análises foram feitas em triplicatas acompanhadas de um branco.

O máximo de absorção ocorre para os sistemas amins  $\text{CHCl}_3$  em 500 a 510 nm; para a piridina o máximo de absorção ocorreu em 530 nm. A qualidade do SDDC desloca este máximo para mais ou para menos.

Tabela 1. Misturas de amins/clorofórmio.

| CONCENTRAÇÃO DE SDDC (% m/v) | AMINA                          | CONCENTRAÇÃO DA AMINA (% v/v) |
|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 0,50                         | Piridina                       | 100,0                         |
| 0,25                         | Piridina                       | 50,0                          |
| 0,50                         | Diciclohexilamina              | 5,0                           |
| 0,50                         | Diisopropanolamina             | 5,0                           |
| 0,50                         | 2 - (2- aminoetilamino) etanol | 5,0                           |
| 0,25                         | Ciclohexilamina                | 5,0                           |
| 0,25                         | Dodecilamina                   | 5,0                           |
| 0,25                         | 1 - 2 - diaminoetano           | 5,0                           |
| 0,25                         | Dietilenotriamina              | 5,0                           |
| 0,25                         | 2,4,6 - tricloraanilina        | 0,4                           |
| 0,25                         | o - anisidina                  | 0,2                           |
| 0,25                         | 8 - quinolinol                 | 2,5                           |

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O papel do solvente na formação do complexo colorido

Com a finalidade de verificar o papel do solvente na formação do complexo colorido, a piridina foi substituída gradativamente por clorofórmio até sua completa substituição. Os espectros de absorção e a estabilidade do sistema com melhor desempenho foram estudados.

O SDDC é pouco solúvel em reagentes or-

gânicos ou em misturas destes, por isso vários sistemas de solventes foram testados para verificar a solubilidade do SDDC. De todos os solventes testados o único que o dissolveu totalmente foi o clorofórmio, sem a presença da piridina.

Os espectros de absorção do complexo usando o SDDC solubilizado em um sistema de piridina 25%, 50%, 75% e 100% v/v juntamente com o  $\text{CHCl}_3$  são mostrados na Figura 2.

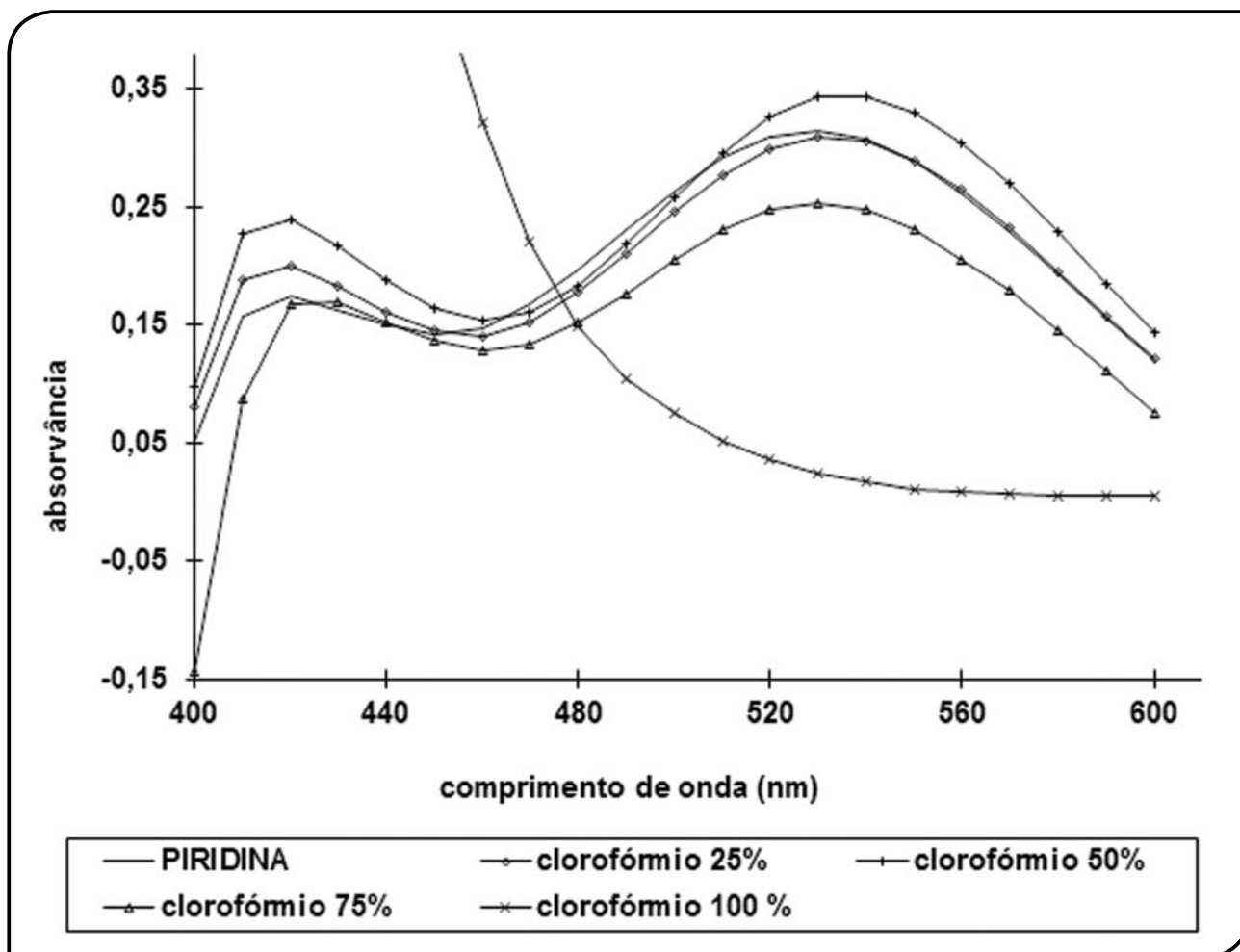


Figura 2. Espectros de absorção do complexo de As em SDDC 0,25% m/v em piridina pura e piridina +  $\text{CHCl}_3$  (10  $\mu\text{g}$  de As; 4 mL solução absorvedora).

O máximo de absorção foi obtido em 520 nm. A faixa de comprimento de onda estudada variou de 400 a 600 nm. Das três proporções utilizadas, a que apresentou os melhores resultados foi a de 50 % v/v. A sensibilidade do sistema usando uma mistura de piridina e  $\text{CHCl}_3$  50 % foi 1,09 vezes maior ( $\epsilon = 1,03 \cdot 10^4 \text{ L.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ) que o do método usando piridina pura ( $\epsilon = 9,44 \cdot 10^3 \text{ L.mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ). Com o aumento da quantidade de  $\text{CHCl}_3$  para 75% v/v, ocorre uma perda na sensibilidade; quando a concentração é de 25 % v/v, não se observa nenhuma variação significativa, quando a piridina é retirada e somente o clorofórmio é usado não há a formação do complexo. Este resultado mostra que o complexo formado é dependente da presença

da amina e que sem ela não há a formação do complexo.

A estabilidade do complexo do sistema piridina/ $\text{CHCl}_3$  (1:1) foi estudada e se mostrou estável por 120 minutos ou mais, apresentando um coeficiente de variação de 0,98 %, desvio padrão de 0,003 para 10  $\mu\text{g}$  de arsênio e 4 mL de solução absorvedora. O uso do sistema piridina/ $\text{CHCl}_3$  (1:1) tem a vantagem de reduzir o odor desagradável da piridina e melhorar a sensibilidade do sistema, mantendo-se estável além do tempo normal de análise, que é de 60 minutos.

O estudo dos sistemas aminas/clorofórmio  
 Os espectros de absorção dos sistemas SDDC/várias aminas em  $\text{CHCl}_3$  estão mostrados

na Figura 3. A sensibilidade da maioria dos sistemas foi melhor que o do sistema usando piri-

dina. O máximo de absorção ficou em torno de 510 nm e a faixa estudada foi de 430 a 600 nm.

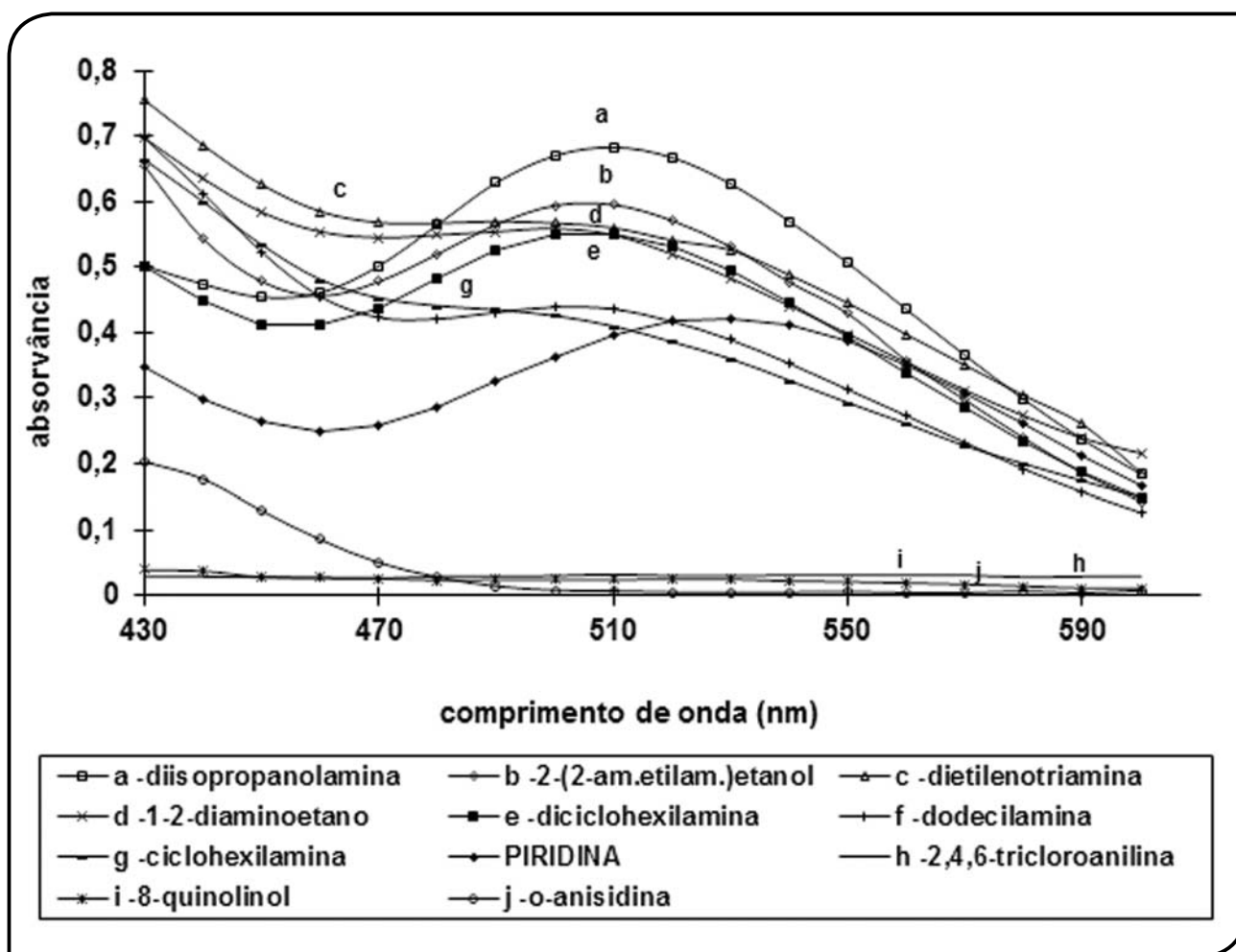


Figura 3. Espectros de absorção do complexo de As em SDDC/várias aminas em  $\text{CHCl}_3$  (15  $\mu\text{g}$  de As; 4 mL de solução absorvedora).

A estabilidade dos sistemas que formaram complexos está mostrada na Figura 4. O estudo

foi feito em 240 minutos e intervalo de 20 minutos.

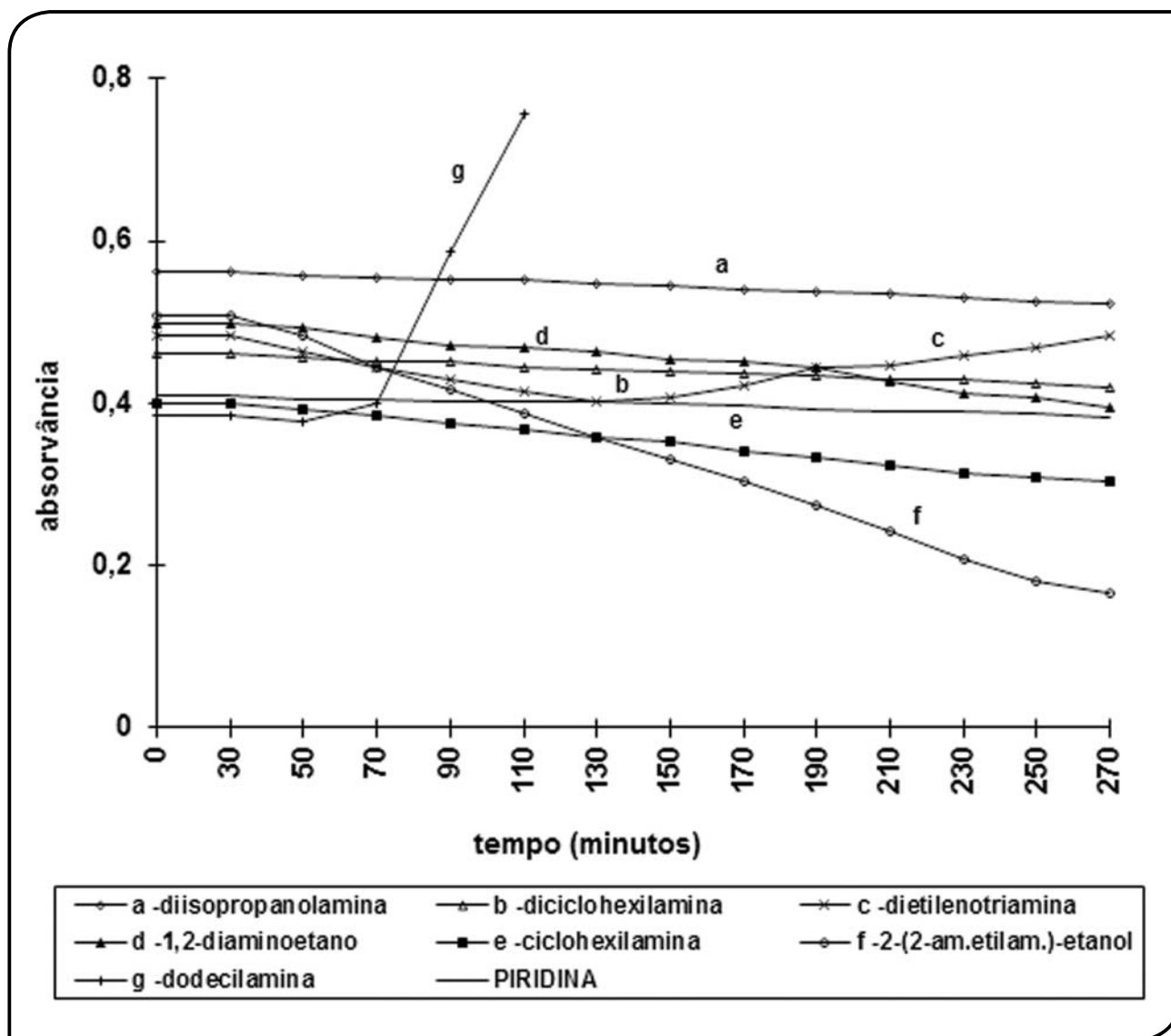


Figura 4. Estabilidades do complexo de As em SDDC/várias amina em CHCl<sub>3</sub> (15 µg de As; tempo total = 240 minutos).

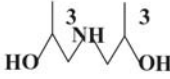
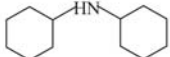
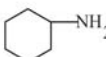
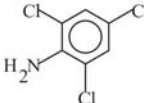
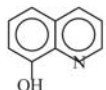
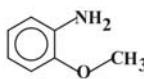
Os resultados foram comparados com o sistema SDDC/piridina (Tabela 2). A diciclohexilamina e diisopropanolamina foram os sistemas que apresentaram os melhores resultados, com estabilidade em 240 minutos de 2,21 % e 2,96 %, respectivamente.

Os sistemas que apresentaram estabilidade acima de 6,12% (referente ao sistema SDDC/piridina) foram a ciclohexilamina (9,43%) e o

1,2-diaminoetano (7,32%). A dietilenotriamina mostrou melhor estabilidade que o sistema SDDC/piridina, podendo ser utilizada.

O sistema com dodecilamina foi estável somente nos 40 primeiros minutos e depois ocorreu precipitação; o sistema com 2-(2-aminoetilamino)-etanol em 60 minutos apresenta o descoramento da solução e a absorvância decresce sensivelmente.

Tabela 2. Características analíticas de vários sistemas de amins em  $\text{CHCl}_3$ .

| Amina em $\text{CHCl}_3$         | Estrutura da amina                                                                  | pK <sup>1</sup> | Estabilidade 240 min (%) | $\varepsilon$ L. mol <sup>-1</sup> .cm <sup>-1</sup> |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------------------|------------------------------------------------------|
| Diisopropanolamina*              |    | 8,70            | 2,21                     | $1,36 \times 10^4$                                   |
| 2 - (2 - aminoetilamino) etanol* |    | 9,82            | 34,14                    | $1,19 \times 10^4$                                   |
| Dietilenotriamina**              |    | 9,94            | 6,10                     | $1,13 \times 10^4$                                   |
| 1 - 2 - diaminoetano**           |    | 9,93            | 7,32                     | $1,12 \times 10^4$                                   |
| Diciclohexilamina*               |    | 9,88            | 2,96                     | $1,10 \times 10^4$                                   |
| Dodecilamina**                   |    | 10,63           | 53,11 <sup>+</sup>       | $8,77 \times 10^3$                                   |
| Ciclohexilamina**                |    | 10,68           | 9,43                     | $8,51 \times 10^3$                                   |
| Piridina*                        |  | 5,25            | 6,12                     | $8,43 \times 10^3$                                   |
| 2,4,6 - tricloroanilina**        |  | 5,78            | -                        | $6,39 \times 10^2$                                   |
| 8 - quinolinol**                 |  | 5,07            | -                        | $4,99 \times 10^2$                                   |
| o - anisidina**                  |  | 4,56            | -                        | $1,59 \times 10^2$                                   |

\*- concentração do SDDC = 0,5% m/v volume solução absorvedora = 4 mL

\*\*- concentração do SDDC = 0,25% m/v concentração de As = 15µg

+ - ocorre precipitação após 130 min

<sup>1</sup>- PERRIN, 1965

Estes dois sistemas não poderão ser usados como alternativa ao método do SDDC nas condições apresentadas. Sugere-se reduzir a concentração do SDDC de 5 % m/v para 0,25 % m/v nestes dois sistemas, pois a concentração do SDDC está intimamente relacionada com a estabilidade do complexo.

## CONCLUSÕES

O clorofórmio é um solvente satisfatório para o SDDC quando bases orgânicas estão presentes. O uso de um sistema clorofórmio/piridina na proporção 1:1 serve como solvente para o SDDC e apresenta a vantagem de reduzir o

odor desagradável da piridina além de melhorar a sensibilidade do método. O papel do solvente é crítico na formação do complexo. Embora alguns autores cite o clorofórmio como um solvente para o SDDC, sem a presença de qualquer amina, este estudo provou que isto não é possível.

Os sistemas envolvendo a diisopropanolamina e diciclohexilamina foram os que apresentaram os melhores resultados com sensibilidade ( $\epsilon$ ) de  $1,36 \times 10^4 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  e  $1,10 \times 10^4 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$ , respectivamente, e estabilidade em 240 minutos de 2,21 % e 2,96 %, respectivamente. A dietilenotriamina mostrou melhor estabilidade que o sistema SDDC/piridina, podendo ser utilizada. Os sistemas ciclohexilamina e o 1,2-diaminoetano apresentaram estabilidade abaixo do sistema SDDC/piridina, no entanto podem ser utilizados já que o tempo médio de análise é de 60 minutos.

O sistema com dodecilamina foi estável somente nos 40 primeiros minutos e depois ocorreu precipitação; o sistema com 2-(2-aminoetilamino)-etanol se mostrou estável por 60 minutos, após este tempo ocorre o descolorimento da solução e a absorvância decresce sensivelmente. Os sistemas 2-4-6 tricloroanilina, 8-quinolinol e o-anisidina não apresentaram a formação do complexo colorido, esses sistemas não poderão ser usados como alternativa ao método do SDDC.

## REFERÊNCIAS

- APHA - American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 13th. Ed., Washington, p.62-65, 1971.
- ARBAB-ZAVAR, M.H.; HASHEM, I. M. Evaluation of electrochemical hydride generation for spectrophotometric determination of As (III) by silver diethyldithiocarbamate. *Talanta*, 52(6): 1007-1014, 2000.
- BAHR, HALINA; BAHR, HENRYK. Determination of trace amounts of arsenic by the carbamate method. *Chem. Anal.*, 16(2):427-431, 1971.
- BODE, H.; HACHMANN, K., BODE, Photometrischen arsenbestimmung mit silber diathyldithiocarbamidat. *Fresenius' Journal of Analytical Chemistry*, 241:18-30, 1968.
- BRUNE, D.; BELTESBREKKE, H. Analysis of arsenic in dental cements according to the silver diethyldithiocarbamate photometric method. *Swed. Deut. J.*, 4(3):125-128, 1980.
- CSIKKEL-SZOLNOKI A., CSAKITOMBACZ E., VERES S., et al. The chromophore serving as basis for the determination of arsenic with silver diethyldithiocarbamate. *Acta Chimica Hungarica-models in Chemistry*, 123(1-2): 45-54, 1986.
- DODOO D.K.; VRCHLABSKY M. Optimization of the silver diethyldithiocarbamate spectrophotometric method for the determination of arsenic in tap waters. *Chemia Analityczna*, 26(5): 867-876, 1981.
- GUPTA, P.K.; GUPTA, PRABHAT K. Microdetermination of arsenic in water, spectrophotometrically by arsine silver diethyldithiocarbamate-morpholine-chloroform system. *Mic. Journal*, 33:243-251, 1986.
- HAN, Y.T.; YI, C., Microanalysis of arsenic in seafood and alcoholic beverages. *Fen HsiHuaH-sueh*, 7(4):326-327, 1979.
- HULANICKI, A. Simultaneous determination of arsenic and antimony by the silver diethyldithiocarbamate method. *Chem. Anal.*, 15(6):1089-1096, 1970.
- LAVERMANN, I., Determination of arsenic in test materials. *Pharmakother Laboratoriums-diagn.*, 115(11):1151-1155, 1976.
- ONUMA, A.; HAMAMURA, N. Effect of nitric acid on the determination of arsenic in drinking water. *Aichi-Ken EiseiKenkyusho Ho*, 30:27-30, 1980.
- PANDE, S.P. Morpholine as a substitute for pyridine in determination of arsenic in water. *J.*

Inst. Chem., 52(6):256-258, 1980.

PERRIN, D.D. Dissociation constants of organics bases in aqueous solution. London, Butterworths, 1965.

SANDHU, S.S.; NELSON, P. Concentration and separation of arsenic from polluted water by ion, exchange, Anal. Chem., 50(2):322-325, 1978.

STECKEL, L.M.; HALL, J.R. Spectrophotometric determination of trace arsenic in aluminum alloys, aluminum, uranium, and lead, US At. Energy Comm., Y-1406, 18pp, 1962.

TERZIC L.J.; SLAVIC, M.; TERZIC V. A spectrophotometric method for determination of micro-quantities of arsenic in different biological-materials - silver diethyldithiocarbamate in pyridine as the reagent for color development. Acta Veterinaria-Beograd, 31(2-3): 79-86, 1981.

# Gestão da Qualidade em Instituição Federal de Ensino Superior: Fiscalização de Obras Públicas da Universidade Federal do Pará

## *Quality Management in Federal Institution of Higher Education: Supervision of Public Projects at the Federal University of Pará*

Lêda Sílvia de Aguiar Lédo Coutinho

Mestre em Engenharia Civil, pela Universidade Federal do Pará. Engenheira Civil da Universidade Federal do Pará – Campus Belém, Prefeitura do Campus. Endereço: Rua Augusto Corrêa, n.º 01 - Guamá - CEP 66075-110 – Belém/Pará/Brasil. E-mail: ledaledo@ufpa.br

### RESUMO

O Setor Público, em face da evolução administrativa, clama por mudanças no Sistema de Gestão da Qualidade dos serviços prestados à comunidade. Como ação prioritária, objetiva quebrar paradigmas, identificar aspectos críticos, tais como: gargalos e distorções, a fim de criar mecanismos que possibilitem nortear a rotina de trabalho. Todavia, o processo necessita de ajustes, para que possa equiparar-se com as empresas do setor privado da construção civil. Desta forma, este artigo tem como objetivo adequar os conceitos do setor privado e trazê-los para aplicação em IFES, a Universidade Federal do Pará, no gerenciamento de obras públicas. Indicando, principalmente, o comprometimento e a necessidade de qualificação da mão de obra para a implementação e sucesso das atividades. Com isso, buscam-se soluções equilibradas para o sistema administrativo de gerenciamento de obras, cuja metodologia consiste na observação direta nas principais partes envolvidas. Os resultados apresentados visam abordar as situações-problemas do sistema de gestão, quer estrutural, quer da carência de conhecimentos metodológicos para a melhoria do setor.

Palavras-chave: Sistema de Gestão da Qualidade. Administração Pública. Construção Civil. Fiscalização. UFPA.

### ABSTRACT

The public sector face administrative evolution calls for changes in the system of management of quality of services rendered to the community. As priority action aims to break paradigms, identify critical aspects, such as: bottlenecks and distortions in order to create mechanisms that would enable the working routine. However, the process requires adjustments, so you can treat yourself with private sector companies of construction. The objective of this paper is to assess and reassess values and concepts of a private sector company and bring them to IFES application, the Federal University of Pará, in the management of public works undertaken by the city. Indicating primarily, a compromise and the need for skilled manpower for the implementation and success of activities. With this, seek balanced solutions to the administrative system of construction management, whose methodology consists in direct observation, along with key stakeholders. The results presented are aimed at addressing situations-issues management system, either the lack of structural or methodological knowledge for the improvement of the industry.

Keywords: Quality Management System. Public Administration. Civil Construction. Supervision. UFPA.

## INTRODUÇÃO

Atualmente, implantar um sistema de Gestão da Qualidade não é só interesse do setor privado, mas também do setor público, o qual clama por mudanças urgentes.

Segundo Meirelles (2011, p. 325), “[...] a obra Pública é um fato administrativo, e, como tal, sujeito às regras específicas da Administração [...]”. Então, como transformar o setor de fiscalização de obras da Prefeitura do Campus da Universidade Federal do Pará (UFPA) em um escritório técnico com características do setor privado? A possibilidade existe, apenas com o enfrentamento e transposição de inúmeras barreiras, cujo foco principal seria indicar diretrizes para resoluções dos problemas com as obras públicas. Como tornar processos administrativos mais enxutos e velozes dentro de uma burocracia tão rígida, pesada e farta que é a máquina administrativa, com suas próprias regras e legislação? Como implementar mudanças no modelo de Gestão, no tocante à qualidade, custos e prazos? Este trabalho é focado no Estudo de Caso da Fiscalização de Obras da UFPA, com vistas a implantar o Sistema de Gestão da Qualidade nas atividades realizadas pelo setor, visando sempre à garantia da qualidade do serviço prestado à comunidade universitária e ao melhor gerenciamento de obras, culminando com o atendimento das necessidades dos usuários.

O Governo Brasileiro, sentindo necessidade de avanço, lançou o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP) em 1990. Em 1991, em busca de um padrão de qualidade para suas instituições, lançou o subprograma da Administração Pública, culminando com o Programa da Qualidade no Serviço Público (PQSP), embasando-se em instituições que buscam a parceria entre servidores, empresas e a comunidade em geral, almejando, assim, a implementação da qualidade no setor público.

O Ministério do Planejamento e Orçamento criou o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional

(PBQP – H), em 1998, objetivando trabalhar na busca de elementos que contribuíssem para a melhoria da infraestrutura dos serviços urbanos, que, posteriormente, denominou-se Programa Brasileiro da Qualidade do Habitat. Este tem como objetivo ações para o aumento da produção e que, ao final, garantam a qualidade da moradia construída, baseando-se nos requisitos da Norma ISO 9001 / 2000.

O setor Público adota o modelo burocrático e político, onde a necessidade de implantação de um sistema de Gestão de Qualidade que possibilite a quebra de paradigmas, estruturas rígidas e hierarquizadas, e permita que conceitos utilizados no setor privado, como flexibilidade e empreendedorismo, sejam focados e adaptados para o setor público.

## ORGANIZAÇÃO PÚBLICA X PRIVADA

A Administração Pública necessita com urgência de um sistema de Gestão da Qualidade, como ratifica Ribeiro (2009, p.6).

A cada dia cresce mais o interesse da sociedade de se interar sobre o destino dos recursos públicos e conseqüentemente aumenta a necessidade de transparência e bom gerenciamento por parte da Administração.

A Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993) institui normas para Licitações e Contratos na Administração Pública. O fato é que, normalmente, se utiliza a modalidade de menor preço para a contratação de obras e serviços de engenharia, ou seja, a empresa vencedora da licitação, quase sempre, é a que praticou o menor preço para a realização dos serviços objeto da licitação. Esse fato, algumas vezes, contribui para a baixa qualidade das obras e serviços públicos prestados e para os constantes aditamentos de prazos e serviços.

A fiscalização de obras deve ser feita de forma rígida e firme, a fim de conduzir o contrato dentro do prazo previsto, não possibilitando aberturas para adicionais de prazos e serviços.

Salvo em condições onde a execução dos mesmos é altamente necessária a boa condução e desempenho dos serviços propostos, gerenciando, desta forma, as alterações muitas vezes inevitáveis, quer de mudanças no projeto, às vezes ocasionadas pelas alterações propostas pelos usuários, que por problemas oriundos de gestão orçamentária, onde o recurso inicialmente previsto é insuficiente para contemplação da totalização do projeto.

Na Tabela 1, pode-se verificar um quadro comparativo entre os princípios de gerência tradicional e os da gerência da qualidade total, com aplicação tanto no setor Público quanto no Privado. É claro que o sistema adotado para o setor Privado não poderá ser imediatamente implementado para o setor Público; é necessário estudar as características intrínsecas deste setor e possibilitar as adequações necessárias, de acordo com a legislação vigente.

Tabela 1. Gerência tradicional x gerência da qualidade total.

| GERÊNCIA TRADICIONAL                                                                                | GERÊNCIA DA QUALIDADE TOTAL                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| As necessidades dos produtos e dos serviços são definidas por especialistas.                        | <b>Foco no Cliente:</b> os usuários dos produtos e serviços definem o que querem.                                                        |
| Erros e desperdícios tolerados se não excederem os limites-padrão.                                  | <b>Não há tolerância</b> para erros, desperdícios e trabalhos que não agreguem valor aos produtos e serviços.                            |
| Produtos e serviços inspecionados para se descobrirem problemas que serão em seguida "consertados". | <b>Prevenção dos Problemas.</b>                                                                                                          |
| Grande parte das decisões baseadas em pressupostos e instituições.                                  | <b>Decisões baseadas em fatos</b> , a partir de dados concretos e procedimentos científicos.                                             |
| Planejamento em curto prazo, baseado no ciclo orçamentário.                                         | <b>Planejamento em longo prazo</b> , baseado em melhorar o desempenho da missão.                                                         |
| Produtos ou serviços definidos de forma sequencial por departamentos isolados.                      | <b>Planejamento simultâneo</b> do ciclo vital completo do produto ou serviço, feito por equipes multifuncionais.                         |
| Controle e melhoria realizados individualmente por gerentes e especialistas.                        | <b>Trabalho em equipe</b> , incluindo gerentes, especialistas, funcionários, fornecedores, clientes e instituições coligadas.            |
| Melhoria baseada em progressos únicos, como computadores e automação.                               | <b>Melhoria contínua da forma</b> como cada aspecto do trabalho é feito.                                                                 |
| Estrutura vertical e centralizada, baseada no controle.                                             | <b>Estrutura horizontal e descentralizada</b> , baseada na maximização do valor agregado aos produtos e serviços.                        |
| Contratos de curto prazo, realizados com base no preço.                                             | <b>Parceria com fornecedores</b> com obrigações em longo prazo entre comprador e vendedor, baseadas na Qualidade e na melhoria contínua. |

Fonte: CARR e LITTMAN, 1992.

Para o setor Público, tudo o que se relaciona a gestão está disponível no site: [www.pqsp.planejamento.gov.br](http://www.pqsp.planejamento.gov.br) - Instrumento para Avaliação da Gestão Pública - 2008, fundamentado na Constituição Federal, Artigo 37: "A Gestão Pública para ser excelente tem que ser legal, moral, impessoal, pública e eficiente [...]" (BRASIL, 1988). IAGP (2008) afirma:

Os fundamentos da excelência são conceitos que definem o entendimento contemporâneo de uma gestão de excelência na administração pública e que, orientados pelos princípios constitucionais, compõem a estrutura de sustentação do Modelo de Excelência em Gestão Pública.

Apoiados na premissa de ser excelente sem deixar de ser público, destacam-se os fundamentos de excelência gerencial em Gestão Pública, a saber: pensamento sistêmico; aprendizado organizacional; Cultura e inovação; liderança e constância de propósitos; orientação por processos e informações; visão de Futuro; geração de valor; comprometimento com as pessoas; foco no cidadão e na sociedade; desenvolvimento de parcerias; responsabilidade social; controle social; e gestão participativa.

Os critérios que compõem o modelo de excelência em Gestão Pública são: liderança; estratégias e planos; cidadãos/sociedade; informações e conhecimento; pessoas; processos e resultados.

## Liderança

A Fiscalização de Obras está subordinada à Diretoria de Espaço Físico (DIESF), e esta ao Prefeito do Campus, que por sua vez está subordinado à Reitoria (Figura 1). Apresenta autonomia restrita, em que a execução do trabalho é feita por meio da distribuição de tarefas por setores, conforme a demanda solicitada. Cada engenheiro possui uma área de atuação, compreendendo Institutos, Núcleos e demais áreas, nas quais desenvolve suas atividades de forma

independente, porém sempre seguindo a lei 8.666/93.

## Estratégias e planos

Para o cumprimento das demandas, muitas vezes contam-se com recursos insuficientes para sua total execução, consequentemente, o engenheiro fiscal (fiscalização de obras) procura compatibilizar os recursos disponíveis (empenhados) com a realidade defrontada, sendo o retrabalho quase uma constante, para adequação às necessidades "mais urgentes", cujas solicitações/modificações são ratificadas pelos usuários solicitantes oficialmente.

## Cidadãos / sociedade

Na instituição todos os setores e profissionais são usuários interessados (*stakeholders*), clientes internos (*professores e funcionários*). A classe discente e a comunidade em geral são os clientes externos. Visando atender às necessidades de seus "clientes", a execução de projeto busca, dentro de um orçamento "previsto", o atendimento de seus anseios, culminando com o objetivo, o processo segue, e o projeto é então, licitado. Contrata-se uma empresa, a qual executará a obra ou serviço de engenharia, quase sempre pelo critério de menor preço. Isto, na maioria das vezes, ocasiona grandes dificuldades para a fiscalização de obras, pois nem sempre a firma zela pelos padrões de qualidade e prazos.

## Informação e conhecimento

As informações não estão totalmente atualizadas, uma vez que o setor dispõe de poucos funcionários e quase todos cheios de projetos para entregar e fiscalizações a realizar, em virtude das crescentes demandas do setor, decorrentes da captação de recursos oriundos do Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), Reestruturação das Universidades REUNI (Reestruturação das Universidades), Programa de Interiorização (PROINT), dentre outros.

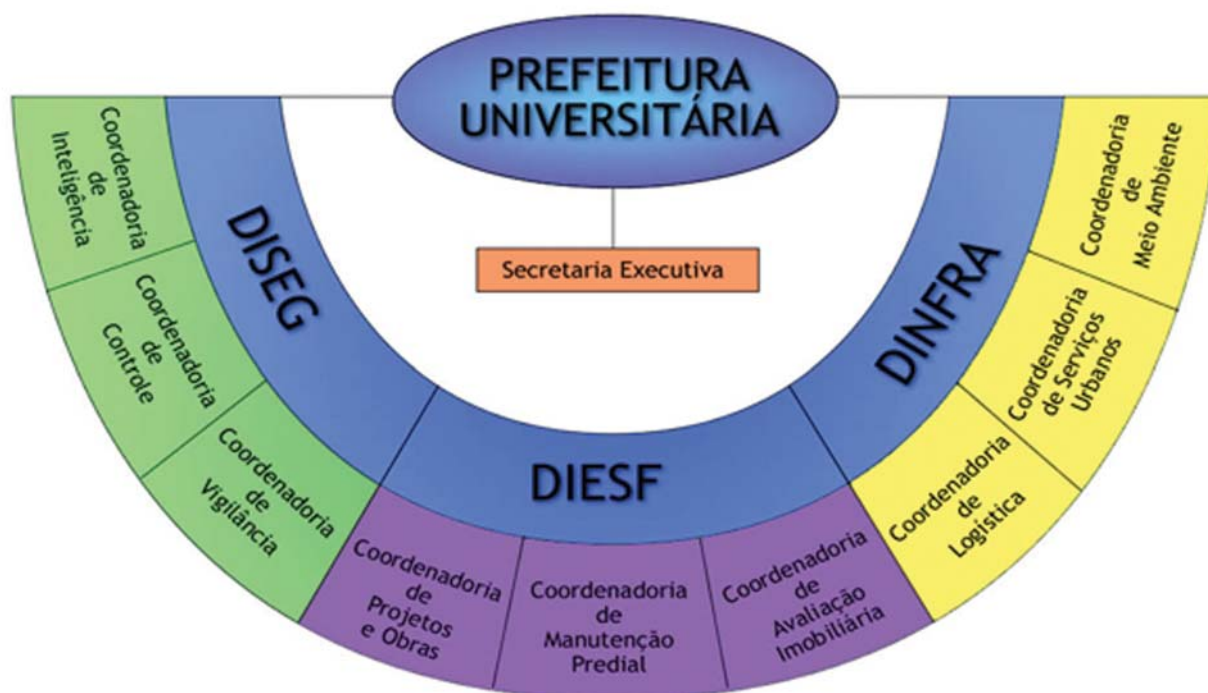


Figura 1. Organograma da Prefeitura Universitária.  
Fonte: PCU/UFPA.

## Pessoas

O setor conta, atualmente, com um número insuficiente de profissionais, em decorrência de aposentadorias, óbitos e Programa de Demissão Voluntária (PDV). Os concursos realizados não disponibilizaram vagas suficientes para o setor, o que está, a cada gestão, sobrecarregando-o. O setor conta com mobiliário e equipamentos adequados ao desenvolvimento dos serviços; a equipe passa por cursos de treinamento e capacitação profissional, dentro do plano de metas institucionais.

## Processos

A necessidade de mudanças no processo de trabalho é urgente. Desta forma, deve-se pensar em implantar uma metodologia e um conjunto de diretrizes que proporcionem a observância das práticas de trabalho e criem mecanismo de ação que tornem a rotina me-

nos exaustiva e bem mais sucedida, subsidiadas pela Lei 8.666/93 (BRASIL, 1993).

## Resultados

Com a implantação de uma nova metodologia na Gestão Pública, os resultados serão analisados. Para tanto, serão realizadas reuniões e relatórios técnicos de desempenho com vistas ao atendimento dos usuários, objetivando-se um controle dos serviços e dos processos com mais eficiência e eficácia dentro da IFES.

## QUALIDADE DA FISCALIZAÇÃO: BASE CONCEITUAL

Problemas existem em todas as áreas e com a Construção Civil não seria exceção. Para a execução de uma obra, necessariamente tem-se que dispor dos projetos adequados para que se tenha uma fiscalização eficiente e eficaz. Às vezes, os projetos não estão prontos e ajusta-

dos com os demais, por falta de gestão, qualidade e participação, ou seja, falta envolvimento e interação de todos os que participam do processo. Com isso a produção fica a desejar, visto que a qualidade é função direta da motivação profissional para a obtenção de um bom resultado final.

A busca de melhores índices de qualidade de produtos e de processos no setor da construção, ainda que ela se apresente sob diversas facetas e carregando diferentes “bandeiras”, é um fenômeno mundial. Na Construção Civil, ele não pode ser mais considerado um movimento marginal e deverá, certamente, continuar a crescer nesses próximos anos, demandando assim novas mudanças (MELHADO, 2001, p.81).

Projetos de obras incompletos possibilitam a execução de obras problemáticas e representam inúmeras dificuldades para a fiscalização de obras. Em curto prazo, essas obras necessitarão de manutenção, com vistas a ajustar as deficiências oriundas do mau gerenciamento dos projetos. Isto compromete o custo final do empreendimento para o setor público. Além disso, existem alguns delimitadores e barreiras que dificultam o bom andamento das obras públicas.

[...] a estrutura da Administração que limita o poder de decisão das chefias;

- a mudança da Administração central, o que por vezes acarreta a falta de continuidade do planejamento, prejudicando também o andamento de projetos e obras;
- os interesses políticos que, por vezes, alteram as prioridades de projetos que já tiveram início, acarretando desperdício de tempo dos profissionais e insatisfação do usuário; [...]

(MOTTA et. al, 2001).

Em adição ao exposto, a baixa capacidade operacional e técnica de algumas empresas são, na maioria das vezes, fatores que geram

o status de obras paralisadas, comprometendo, assim, a qualidade do produto final.

À fiscalização cabe a exigência do cumprimento fiel da legislação e do contrato institucional, evitando-se, ao máximo, aditivos de prazos e serviços.

## **ESTUDO DE CASO: PREFEITURA DO CAMPUS DA UFPA**

O objetivo deste artigo é retratar a rotina da fiscalização de obras, culminando com a elaboração de um projeto de Gestão Participativa para atender as necessidades da UFPA. Estrategicamente, realiza-se um projeto piloto, no qual será introduzido o conceito de Gestão da Qualidade, inicialmente apenas para a DIESF, no setor de fiscalização de obras. No futuro, o trabalho pretende expandir para a implantação em todos os setores da prefeitura do Campus.

## **METODOLOGIA**

### **Coleta de dados**

Uma consulta histórica, por meio de relatórios, documentação interna, além de entrevistas com a diretoria e fiscais de obras, norteou o perfil da rotina de trabalho utilizada pelo setor. Isto possibilitou a visualização de pontos positivos e negativos da fiscalização de obras.

### **Análise de dados**

Os critérios de excelência do Programa de Qualidade do Serviço Público, IAGP - 2008 embasaram a análise de dados.

A Universidade Federal do Pará é uma Instituição de ensino superior, uma das maiores e mais importantes instituições do Trópico Úmido. Localiza-se às margens do Rio Guamá, cujo objetivo fim é o ensino público – gratuito e de qualidade –, a pesquisa e a extensão.

Após vinte anos da primeira iniciativa rumo à interiorização, a Universidade Federal do Pará está ainda mais interiorizada e multi-

campi.

Atualmente, a instituição tem 11 campi: Abaetetuba, Altamira, Belém, Breves, Bragança, Cametá, Capanema, Castanhal, Marabá, Soure e Tucuruí, distribuídos no espaço geográfico do estado do Pará. Com a criação da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), o campus Santarém, que anteriormente pertencia à UFPA, passou a integrá-la, conforme mapa indicado na Figura 2.

Para o Campus Belém, foram apurados os dados de 2009 do relatório institucional. Estes contabilizavam um total de 155 edificações, aproximadamente, 165.653,71m<sup>2</sup> de área. Esta área está distribuída nos setores básico (77.974,97m<sup>2</sup>), profissional (47.276,32m<sup>2</sup>), esporte (24.522,83m<sup>2</sup>) e saúde (15.879,59m<sup>2</sup>),

além dos prédios localizados fora do Campus universitário, na região metropolitana de Belém, que conta com cerca de 12 edificações. Estes abrigam os cursos de Medicina, Medicina Tropical, Escola de Música, Escola de Teatro e Dança, Associação de Relações Internacionais, Museu de Artes da UFPA, Casa do Estudante, Casa da Estudante, entre outros. As edificações destinam-se a abrigar funções administrativas, salas de aulas, laboratórios, auditórios, centro de convenções, restaurantes, lanchonetes, biblioteca, hospitais, farmácia, setor recreativo e áreas de convivências<sup>1</sup>. Sendo o espaço físico muito grande e com o crescente desenvolvimento institucional, é constante a execução de novos espaços, algumas vezes, verticalizados, acompanhando, desta forma, o progresso e a



Figura 2. Mapa do Estado do Pará – Campi.

Fonte: [http://www.portal.ufpa.br/docsege/UFPA\\_COMP.pdf](http://www.portal.ufpa.br/docsege/UFPA_COMP.pdf) (adaptado).

evolução tecnológica. Além disso, o processo de manutenção predial e reformas de suas instalações atendem as necessidades dos usuários, o que acarreta grande volume de trabalho para o pequeno quadro técnico, atualmente existente.

A Diretoria de Espaço Físico (DIESF) é responsável pela integração da equipe de profissionais, no tocante à execução de obras (fisca-

<sup>1</sup> Dados extraídos do Relatório Social de Gestão 2009.

lização) e de projetos, tanto os desenvolvidos pela Coordenadoria de Projetos e Obras (CPO), quanto pelos terceirizados. É responsável, também, pelo acervo técnico e documentação gráfica referentes aos projetos e obras da Instituição e ao gerenciamento de obras e serviços de engenharia. É composta pela CPO e pelo setor de fiscalização e Coordenadoria de Manutenção Predial. A DIESF visa ao máximo de clareza, detalhamento e padronização dos projetos, cuja meta é a obtenção de um produto final de qualidade – o empreendimento.

A integração possibilita a melhoria da qualidade dos serviços realizados e prestados

à comunidade universitária. Isto desde a fase de planejamento, execução do projeto, licitação, execução e conclusão, sendo necessário à finalização do processo um recebimento formal pela unidade solicitante do empreendimento concluído (COUTINHO, 2010). Por meio da Figura 3, pode-se verificar a rotina processada na DIESF.

A estrutura apresentada conta com um quadro enxuto de profissionais: engenheiros civis, engenheiro eletricista, engenheiro mecânico, arquitetos, desenhista projetista, funcionários administrativos e estagiários para engenharia e arquitetura.

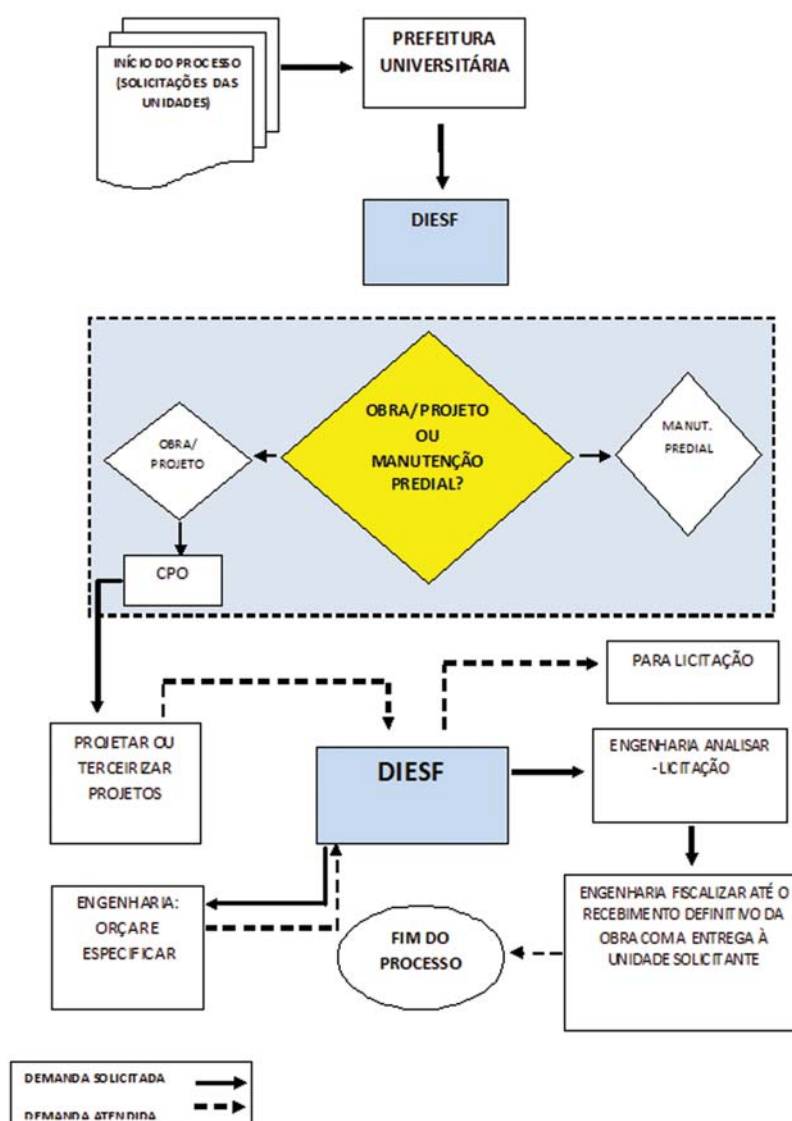


Figura 3. Fluxograma representativo da rotina de trabalho da DIESF.

Atenta-se para a insuficiência do quadro técnico – provocada por aposentadorias, óbitos e PDV –, o qual é insuficiente para atender a fiscalização de obras e serviços de engenharia na

grande área geográfica, conforme mapas campus I, mapa campus II e campus III, indicados por meio das figuras 4, 5 e 6, respectivamente.



Figura 4. Mapa Belém - Campus I.

Fonte: <http://www.portal.ufpa.br//mapas.php>.



Figura 5. Mapa Belém - Campus II.

Fonte: <http://www.portal.ufpa.br//mapas.php>.



Figura 6. Mapa Belém - Campus III.  
Fonte: (<http://www.portal.ufpa.br//mapas.php>).

Os projetos são desenvolvidos na CPO ou terceirizados e depois são encaminhados para o setor de fiscalização de obras para orçamento e especificação técnica, cujo objetivo é compor o processo licitatório, a fim de atender uma determinada demanda.

Na maioria das vezes, o processo ocorre de maneira inversa, pois o conjunto completo com os projetos executivos inexistente ou ainda encontra-se na fase de elaboração. Contudo, o processo de licitação já está em andamento, e aí o problema é formado para a fiscalização de obra.

Isso contribui para a baixa qualidade do processo construtivo, necessitando com urgência a elaboração de um orçamento estimativo, pela fiscalização de obras. Depois, tenta-se compatibilizar o recurso disponível com a necessidade pretendida, incluindo mudanças no decorrer do processo por parte do usuário solicitante. Tudo isso, às vezes, traz como resul-

tado obras inacabadas ou de baixíssima qualidade, inviabilizando o trabalho da fiscalização. Com isso, perdem a Instituição, que deixa de receber o espaço entregue no prazo previsto, e a sociedade em geral, que paga os impostos e não tem o retorno esperado, sendo muitas vezes inviabilizados projetos e programas de ensino, pesquisa e extensão.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo desenvolvido no setor de fiscalização de obras da UFPA tem como objetivo o estabelecimento da integração das interfaces e a padronização da rotina de trabalho na Instituição, primando por requisitos de qualidade para que as atividades sejam desenvolvidas em todas as suas fases de maneira otimizada e padronizada, conforme normas e a legislação vigente.

A integração de profissionais nas diver-

nas fases do projeto e na fase de fiscalização é de fundamental importância para atingir uma melhor qualidade de trabalho, no que diz respeito ao atendimento das reais necessidades dos clientes externos e internos. Para tanto, tornar-se necessária a realização de reuniões, para estabelecer a adoção de novas diretrizes, fundamentadas no atendimento com qualidade.

É fundamental atentar para a necessidade, imprescindível, de reposição do quadro técnico funcional, para que haja implementação das melhorias propostas.

A elaboração de todos os projetos necessários que integrarão o processo licitatório é essencial para primar pela qualidade. Vale ressaltar que o Art. 12 da Lei 8.666/93 orienta quanto aos requisitos para elaboração dos projetos básicos e executivos, no sentido de racionalização e construtibilidade, segurança, funcionalidade e interesse ao serviço público, economia na execução, conservação e operação. Possibilitando o emprego, de mão de obra, materiais, tecnologia e matérias primas existentes no local para execução, sem prejuízo da durabilidade da obra ou serviço, adoção de normas técnicas adequadas, inclusive as de impacto ambiental.

As práticas de projeto, construção e manutenção de obras Públicas estão amparadas no Manual de Obras Públicas e Manutenção, atualmente em vigor no setor Público. Abrange três módulos, os quais verificam os seguintes aspectos: a garantia e o controle da qualidade, conservação de energia, eliminação de barreiras ao acesso de pessoas portadoras de necessidades especiais (PNEs) e sobretudo, a preservação do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis.

O estabelecimento da implantação da Gestão Participativa não deverá visar, a princípio, à certificação, mas à melhoria da qualidade dos serviços realizados e prestados à comunidade universitária. Para tanto, é necessário que todos estejam comprometidos com o processo, buscando a formação de uma equipe altamente

participativa, respeitada e realizada profissionalmente.

Assim, quando as novas mudanças e procedimentos já estiverem totalmente absorvidos pela equipe, a certificação da qualidade fluirá como um requisito necessário à finalização do processo.

## REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA FEDERAL. Manual de Obras Públicas e Manutenção. Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/publicacoes/manual.htm>. Acesso em 16 jun. 2010.

BRASIL, Lei n.º 8.666/93, que regulamenta o Art 37, inciso XXI da Constituição Federal. Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 21 de junho de 1993.

CARR, D. K.; LITTMAN, Ian D. Excelência nos Serviços Públicos – Gestão da Qualidade Total na década de 90. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1992.

COUTINHO, L. S. de A. L. (2010). Modelagem do “Tempo de Execução” de obras civis: Estudo de caso na Universidade Federal do Pará (UFPA). 196 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

MEIRELLES, H. L. Direito de Construir, 10a Edição, São Paulo: Malheiros Editores Ltda, 2011.

MELHADO, S. B. Gestão, Cooperação e Integração para um novo Modelo Voltado à Qualidade do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, EPUSP, SP, 2001 – Tese de Livre Docência.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, GESTÃO E ORÇAMENTO. Instrumento para Avaliação da Gestão Pública (IAGP): ciclo 2008/2009. Disponível em: [http://www.pqsp.planejamento.gov.br/publicacoes.aspx?url=pub\\_opcoes.aspx](http://www.pqsp.planejamento.gov.br/publicacoes.aspx?url=pub_opcoes.aspx), Acesso em: 16 jun. 2011.

MOTTA, V. L. M.; POUBEL, M. F. G.; QUALHARINI, E. L. A Gestão do Processo de Projeto e a Qua-

lidade da Obra Pública. In: V Congresso de Engenharia Civil, UFJF, Juiz de Fora, MG, 2002.

RIBEIRO, C. M. S. Gestão Administrativa e Financeira de Obras Públicas. Disponível em <<http://www.lfg.com.br>>. Acesso em: 19 de mar. 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Mapas. 2009. Disponível em: <<http://www.portal.ufpa.br/mapas.php>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ. Relatório Social de Gestão 2009. Disponível em: <[http://www.portal.ufpa.br/docsege/UFGA\\_COMP.pdf](http://www.portal.ufpa.br/docsege/UFGA_COMP.pdf)>. Acesso em: 10 jun. 2011.

---

# A Unificação das Hipóteses de Bohr e de Broglie à Luz da Relatividade Restrita (RR)

## *The Unification of the Hypotheses of Bohr and of Broglie to the Light of the Restricted Relativity (RR)*

Benedito Tadeu Ferreira de Moraes

Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. Doutor em Física da Matéria Condensada (UFC). Mestre em Física-Matemática e Especialista em Física Contemporânea (UFPA). Membro Titular da Academia Paraense de Ciências e Bolsista da Capes em Projetos de Educação. Endereço: Av. Almirante Barroso, 1155, Marco, Belém-PA, CEP 66.093-020.

Email: tadeu.moraes@ifpa.edu.br

---

### RESUMO

A relatividade restrita no formalismo 4-vetorial é explorada para a possível extensão do conceito de dualidade. Nesse formalismo, a partir de uma expressão original da energia cinética, é obtida a forma geral do vetor 4-momentum. Também é mostrado que uma partícula em repouso apresenta propriedades intrínsecas relacionadas ao comportamento ondulatório: comprimento de onda, frequência, energia, momentum e spin, definidas, nesse estado de repouso, como grandezas escalares. Nessas circunstâncias, a dualidade passa a ser descrita para qualquer sistema de referência inercial e traz consequências importantes a partir de novas interpretações das célebres hipóteses de Bohr, para o átomo de hidrogênio, e da quantização de de Broglie, relativamente à onda de matéria. Trata-se de uma nova abordagem de tópicos da disciplina Física Moderna para os cursos de graduação em Física, que são unificados pela RR.

Palavras-chave: Relatividade. Dualidade. Propriedades Intrínsecas. Hipóteses.

### ABSTRACT

*The restricted relativity in the 4-vectorial formalism is explored for the possible extension of the duality concept. In that formalism, starting from an original expression of the kinetic energy, it is obtained the general form of the vector 4-momentum. It is also shown that a particle in rest presents intrinsic properties related to the behavior undulatory: wavelength, frequency, energy, momentum and spin, defined, in that rest state, as greatness climb. In those circumstances, the duality becomes described for any system of reference inercial and he/she brings important consequences starting from new interpretations of the celebrated hypotheses of Bohr, for the atom of hydrogen, and of the quantization of de Broglie, relatively to the matter wave. It is a new approach of topics of the Modern Physical discipline, for the degree courses in Physics that, as it will be shown in the present work, they are unified by RR.*

Keywords: Relativity. Duality. Intrinsic Properties. Hypotheses.

## INTRODUÇÃO

Em 1905, Einstein propôs que a luz, no vácuo, com velocidade  $c$  e frequência  $\nu$  (e comprimento de onda  $\lambda = c/\nu$ ), se comporta como um “pacote (quantum) de energia” dado por  $E = h\nu$ , onde  $h$  é a constante de Planck. Ainda em 1905, demonstrou também que a energia total de um corpo, de massa de repouso  $m_0$ , é dada por  $E = mc^2$ , onde:  $m = m_0\gamma = m_0/[1 - (v/c)^2]^{1/2}$  é a massa inercial.

A expressão da energia, que também pode ser escrita na forma

$$E^2 = p^2c^2 + m_0^2c^4 = p^2c^2 + E_0^2, \quad (01)$$

Com  $p = mv$ , mostra que um corpo em repouso, em que sua velocidade é nula, tem energia dada por  $E_0 = m_0c^2$ , conhecida como energia de repouso. Para baixas velocidades ( $v \ll c$ ), resulta para a energia cinética não-relativística a expressão  $T \approx m_0v^2/2$ , o que é consistente com a RR.

A representação 4-dimensional da relatividade restrita foi introduzida por Minkowski, em trabalho publicado em 1908, com a denominação de espaço-tempo.

Em 1909, em trabalhos independentes, Einstein e Stark, propuseram as primeiras ideias de que o quantum de luz apresentava um caráter dual “onda-partícula”, dado por

$p = h/\lambda$ , com  $p = mc$ . É oportuno registrar que, como a luz tem velocidade  $c$ , a expressão para  $m$  vista acima adquire o valor infinito, a menos que  $m_0 = 0$  para a luz. Portanto, para a luz, a sua massa  $m$  é sempre inercial. Registre-se que o termo fóton foi cunhado por Lewis, em 1926.

Registre-se também que, em 1909, Lewis e Tolman deduziram as expressões relativistas para a energia ( $E = mv^2$ ) e momentum ( $p = mv$ ) de uma partícula de massa relativista ( $m = m_0\gamma$ ), partindo da suposição de que as leis de conservação dessas grandezas físicas se conservam em todos os referenciais inerciais.

Depois da relatividade e da teoria dos

quanta, Bohr, em 1913, quantiza o átomo propondo que o elétron em órbita circular ao redor do núcleo tem seu momento angular quantizado na seguinte forma:  $L = n\hbar$ , onde  $n$  é um número inteiro e  $\hbar = h/2\pi$ . Construiu-se um modelo para o átomo no qual postulados foram admitidos, mas que foram capazes de explicar a estabilidade atômica e permitiram a obtenção da fórmula de Balmer-Rydberg das raias discretas do espectro do hidrogênio.

Em 1923, de Broglie propôs que o movimento do elétron com velocidade  $v$ , em uma órbita circular atômica, é guiado por uma onda-piloto, cujo comprimento de onda  $\lambda$  se relaciona com o seu momentum ( $p = mv$ ) por intermédio da expressão  $\lambda = h/p$ . A partir da proposta de de Broglie do caráter dual do elétron, que foi confirmada nas célebres experiências realizadas em 1927, por Davisson e Germer ao observarem a difração de elétrons em cristais de níquel, a dualidade onda-partícula foi estendida para toda a matéria.

Com a mecânica ondulatória de de Broglie, e depois com Schrodinger, a física constrói-se na abstração da dualidade, o átomo recusa deixar-se reduzir a uma geometria, a imagem “esbarra” nas “formas matemáticas”. Era necessário compreender a dualidade.

Mas o que é dualidade? A concepção mais utilizada atualmente está baseada no princípio da complementaridade de Bohr, em que uma “partícula quântica”, em algumas circunstâncias experimentais, exibe propriedades de onda e, em outras circunstâncias, exibe propriedades de partícula, mas nunca exibe ambas as propriedades simultaneamente. Há um sério problema de medida.

O princípio da incerteza proposto em 1927, por Heisenberg, limita a exatidão com que combinações entre o par conjugado de posição  $r$  e momentum  $p$  das partículas quânticas, por exemplo, podem ser medidos. A indeterminação dessas medidas está relacionada pela constante de Planck, na seguinte forma

$$\Delta r = \Delta p \sim h \quad (02)$$

O princípio da incerteza é um dos pilares da mecânica quântica, onde a pequenez de  $\hbar$  garante, em certo sentido, os limites da física clássica. Para sistemas microfísicos, não é mais possível fazer medidas precisas das grandezas, perde-se por completo o conceito de trajetória. A onda associada se incumbe da não localidade da partícula.

No período em que se parece perder de vista a realidade física, Dirac, em 1928, formula uma teoria que generaliza as teorias precedentes acerca do elétron ao introduzir a relatividade na mecânica ondulatória e “inventar” o spinor, ente matemático necessário para a obtenção do spin, que não possui análogo clássico.

Essa breve introdução histórica apresenta resultados científicos que consagraram eminentes personagens da Física. São resultados concretos e estão de acordo com a experiência e talvez pouco seja necessário acrescentar. Isso se reflete no caráter dual das partículas, que constitui ainda um dos problemas mais complexos, difíceis e abertos da Ciência.

É provável que devamos nos concentrar em todo o desenvolvimento da mecânica quântica para tentar explicar de que forma a dualidade aparece. Exatamente por isso consideramos importante revisitar alguns tópicos da Física Moderna usando a extensão da dualidade de de Broglie para qualquer sistema de referência inercial, a partir da relatividade restrita no formalismo 4-dimensional. Os resultados são aplicados à hipótese de Bohr do átomo de hidrogênio e nos conduzem à unificação das ideias de de Broglie e Bohr quanto à concepção de matéria. Trata-se de proposta de uma nova abordagem desses tópicos para os cursos de graduação em Física, totalmente original, produzida pelo autor.

## O MODELO DE BOHR – HIPÓTESES CLÁSSICAS

O modelo atômico de Bohr, publicado na *Philosophical Magazine*, em janeiro de 1913, foi o primeiro modelo satisfatório para

a explicação das raiais discretas do espectro visível do hidrogênio, que constituem a série de Balmer. No entanto, sua hipótese é baseada num modelo híbrido entre a mecânica clássica e a teoria quântica, que considera o quantum de “ação” de Planck, de 1900, e o efeito fotoelétrico explicado por Einstein, em 1905.

Onze anos depois do trabalho de Bohr, no qual a quantização do momento angular foi obtida, de Broglie apresenta, na sua tese de doutoramento, a hipótese da dualidade partícula-onda e uma explicação plausível sobre a quantização do momento angular, introduzindo um novo postulado.

De Broglie, assim como Bohr, utilizara o modelo de uma partícula carregada em MCU, cujo centro do movimento se encontra no núcleo. A diferença é que de Broglie postulou a existência de uma onda associada à partícula ( $\lambda = h/p$ ) e utilizou a RR para justificar seu modelo, obtendo a mesma quantização para o momento angular  $L = n\hbar$ , em 1924.

Essa exposição inicial é bem conhecida da literatura. Mas, embora o modelo atômico de Bohr faça parte da antiga teoria quântica (1900-1922), a quantização  $L = n\hbar$  permanece inabalável.

Isso motivou o presente trabalho no sentido de revisitar o modelo de Bohr usando o teorema do Virial, os postulados de Planck, os postulados de de Broglie, e a RR para a explicação da quantização de Bohr e suas consequências para a mecânica quântica. A originalidade está no tratamento clássico e relativístico que é dado ao elétron, como uma partícula em Movimento Circular Uniforme (MCU) e descrevendo um Movimento Harmônico Simples (MHS), como uma onda, do oscilador de Planck.

## O teorema do Virial

Esse teorema se aplica em sistemas periódicos ou para outros não periódicos, mas que se repetem num tempo muito grande, e

fornece a seguinte relação entre a energia cinética  $T$  e a energia potencial  $U$ :

$$(T) = \left( \frac{n+1}{2} \right) \cdot (U) . \quad (03)$$

## O elétron como um oscilador de Planck

Se considerarmos o elétron em MHS como um oscilador de Planck e o teorema do Virial para esse sistema, no qual  $F = ar^n$  (com  $n = 1$ ), podemos utilizar a equação (03) e obter:  $(T) = (U)$ . Nessas circunstâncias, a energia total do oscilador de Planck será:

$$E_{\text{Planck}} = 2T = m_0 v^2, \quad (04)$$

## O elétron e o modelo circular de Bohr

O elétron em órbita circular possui velocidade e momento angular dados respectivamente por:  $v = r\omega$  e  $L = pr$ . Para esse sistema eletrostático, o teorema do Virial fornece  $2(T) = -(U)$ , com  $F = ar^n$  (com  $n = -2$ ). Portanto, a energia total do elétron, em módulo, vale:

$$E_{\text{Bohr}} = \frac{L\omega}{2}, \quad (05)$$

## A quantização do momento angular

O MHS é a projeção de um MCU, em qualquer diâmetro do círculo, no qual ocorre o movimento circular. Então, se considerarmos que o oscilador de Planck se comporta como uma partícula em MCU, com frequência angular  $\omega = 2\pi\nu$ , obteremos da equação (04) o seguinte resultado:

$$E_{\text{Planck}} = m_0 v^2 = nh\nu, \quad (06)$$

ou,

$$pr\omega = nh\nu. \quad (07)$$

Então,

$$L_n = n\hbar. \quad (08)$$

A equação (08) é quantização de Bohr para o momento angular do elétron, onde  $\hbar$  é a

constante de Planck dividida por  $2\pi$ .

Agora, se considerarmos os aspectos complementares, então, o elétron em MCU (Bohr) será equivalente a um oscilador executando um MHS (Planck). Logo, a equação (08) deve satisfazer a equação (05), de modo que

$$E_{\text{Bohr}} = \frac{L_n \omega_n}{2}, \quad (09)$$

ou,

$$E_n = \frac{nh\nu_n}{2}. \quad (10)$$

As equações (08) e (10) representam os possíveis valores do momento angular e da energia que o elétron pode assumir em cada órbita estacionária do átomo. Então, para dois estados  $k$  e  $l$ , teremos:

$$\Delta E_{kl} = |E_k - E_l| = h\nu_{kl}, \quad (11)$$

onde

$$\nu_{kl} = \frac{1}{2} |n_k \nu_k - n_l \nu_l|. \quad (12)$$

## A QUANTIZAÇÃO DE DE BROGLIE – HIPÓTESE CLÁSSICA

A equação (07) mostra naturalmente o caráter dual do elétron, onde

$$pv = nh\nu. \quad (13)$$

Do lado esquerdo da equação tem-se a característica de uma partícula, a massa de repouso  $m_0$  ( $p = m_0 v$ ); do lado direito, a de uma onda com frequência  $\nu$ . Assim, se considerarmos que a velocidade da onda vale  $v' = \nu\lambda$ , o que implica  $v = v'/\lambda$ , então a equação (13) ficará

$$pv = \left( \frac{h}{\lambda} \right) \cdot (n\nu). \quad (14)$$

Dimensionalmente essa expressão só é correta, se:

$$p = \frac{h}{\lambda} \quad (15)$$

e,

$$v = nv' . \quad (16)$$

De Broglie interpretou corretamente a dualidade, considerando que o elétron tem a ele associado uma onda de comprimento  $\lambda$ . Mas, se o conjunto órbita-elétron executa MHS, como osciladores, então

$$\omega r = n\lambda v \quad (17)$$

ou

$$2\pi r = n\lambda . \quad (18)$$

A equação 18 pode ser interpretada como a vibração do elétron nas órbitas estacionárias.

Este resultado fornece, em conjunto com as equações (08) e (10), a quantização do átomo.

## PARTÍCULA-ONDA DE DE BROGLIE – HIPÓTESE RELATIVÍSTICA

É chamada partícula relativística aquela com velocidade perto de  $c$  e que possui energia dada por:

$$E = \left( \frac{\gamma^2}{\gamma+1} \right) m_0 v^2 + m_0 c^2, \quad (19)$$

onde o primeiro termo do lado direito da equação corresponde à energia cinética ( $T$ ), sendo  $\mathbf{p} = \gamma m_0 \mathbf{v}$  o momentum relativístico; e  $\gamma = [1 - (v/c)^2]^{-1/2}$ , o fator de Lorentz. O segundo termo é a energia de repouso – uma *energia intrínseca*.

Para baixas velocidades, ( $v \ll c$ ) resulta da equação (19)

$$E \approx \frac{1}{2} m_0 v^2 + m_0 c^2 . \quad (20)$$

O momentum  $\mathbf{p}$  é aqui denominado *momentum cinético* cuja expressão relativística tem a forma

$$p = p_0 (\gamma^2 - 1)^{1/2} , \quad (21)$$

da qual decorre

$$(\gamma p_0)^2 = p^2 + p_0^2 , \quad (22)$$

onde  $p_0 = m_0 c$  se obtém diretamente da relação

$p_0 = E_0/c$ . Essa grandeza pode ser denotada como momentum *intrínseco*, uma vez que está relacionada à energia de repouso da partícula.

Adicionalmente, no espaço 4-dimensional, vê-se claramente que o momentum possui um componente escalar, do tipo tempo, e um componente vetorial, do tipo espacial:

$$p^\mu = \gamma m_0 (c; v_x, v_y, v_z) = (\gamma p_0; \mathbf{p}) . \quad (23)$$

O vetor  $p^\mu$  é do tipo espaço-tempo, que nunca se anula. Mesmo quando a partícula está em repouso ela possui a componente

$p^0(v=0) \equiv p_0 = m_0 c$ . Assim, na representação 4-vetorial, com  $P = \gamma p_0$ , temos para a equação (22)

$$P^2 = p^2 + p_0^2 . \quad (24)$$

Em termos do momentum também podemos escrever

$$P = \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) \mathbf{p} \cdot \boldsymbol{\beta} + p_0 , \quad (25)$$

onde

$$\mathbf{p} = \gamma m_0 \mathbf{v} = \gamma p_0 \boldsymbol{\beta} , \quad (26)$$

com  $\boldsymbol{\beta} = \mathbf{v}/c$ . E, para baixas velocidades, a expressão (25) se reduz a

$$P_{(v \ll c)} \cong \frac{1}{2} \mathbf{p}(m_0) \boldsymbol{\beta} + p_0 , \quad (27)$$

onde  $\mathbf{p}(m_0) = m_0 \mathbf{v}$  é o *momentum cinético* nessas circunstâncias. Porém em qualquer estágio que a partícula se encontre é possível associá-la a uma onda de comprimento

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{(\gamma^2 - 1)^{1/2}} . \quad (28)$$

$$\text{onde } \lambda = \frac{h}{p} , \quad (29)$$

configura a dualidade estabelecida por de Broglie, que relaciona um comprimento de onda ao *momentum cinético* da partícula, e

$$\lambda_0 = \frac{h}{p_0} \quad (30)$$

é aqui denotado como um *comprimento de*

onda intrínseco relacionado a  $p_0$  pela constante de Planck- $h$ . Mas, desde que  $E_0 = p_0 c = hc / \lambda_0$ , definimos

$$v_0 = c / \lambda_0 \quad (31)$$

como a *frequência intrínseca* da partícula, para a qual  $E_0 = hv_0 = h\omega_0$ , onde  $\omega_0 = 2\pi v_0$  é a *frequência angular intrínseca*.

Assim, considerando que a onda associada possui velocidade  $v' = \lambda v$ , a sua frequência assume a forma:

$$v = \frac{v_0 v'}{c} (\gamma^2 - 1)^{1/2}. \quad (32)$$

Mas, de acordo com de Broglie, não se trata de uma onda monocromática, e sim de um pacote de ondas cuja velocidade obedece à relação  $v' \approx c^2 / v$ , o que implica a equação (32):  $v = \gamma v_0$ . Logo, como

$$E = \gamma E_0 = \gamma m_0 c^2 = \gamma h v_0 = h v,$$

podemos inferir que o conteúdo energético das partículas relacionado à sua massa ( $m = m_0 \gamma$ ) pode ser igualmente atribuído à frequência da sua onda associada ( $v = \gamma v_0$ ). Isso permite que escrevamos a equação (19) como segue:

$$E = \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) p v + \frac{h v}{\gamma}. \quad (33)$$

Nesse sentido, as duas parcelas da energia podem flutuar, mas  $E$  permanece constante. E, no caso limite de transferência de energia da partícula até o repouso, a onda associada atinge a velocidade de uma onda eletromagnética  $c = \lambda_0 v_0$ . O fator  $\gamma$  pode ser interpretado, então, como a medida com que a *onda de matéria* se aproxima da *onda de radiação*, onde o limite é  $E_0 = h v_0 = m_0 c^2$ , o que é justificável com o transporte de energia associado a partículas materiais.

É possível inferir que equação (33) parece representar a energia do emaranhado partícula-onda. Deste modo, se considerarmos o elétron como sendo representada pela função

$$\psi(r,t) = A e^{i(k \cdot r - \omega t)}, \quad (34)$$

onde  $A$  é a amplitude,  $k = 2\pi/\lambda$  é o módulo do vetor de onda  $\mathbf{k}$  e  $\omega = 2\pi/\lambda$ . Como  $E = h\omega$  e  $p = h k$ , então  $\psi(r,t)$ , pode ser representada como uma onda plana do tipo

$$\begin{aligned} \psi(r,t) &= A e^{-i/\hbar (p_\mu x^\mu)} = A e^{-i/\hbar (p_0 x^0 - p \cdot r)} = \\ &= A e^{i/\hbar (p \cdot r - E \cdot t)}. \end{aligned} \quad (35)$$

Deste modo, para a partícula em repouso, teremos:

$$\psi_0 = A e^{-i/\hbar (E_0 t)}, \quad (36)$$

ou

$$\psi_0 = A e^{-i\omega_0 t}, \quad (37)$$

Essa função só depende do tempo, o que significa no espaço 4-dimensional sua evolução no eixo temporal. Este resultado corrobora com a hipótese de que em repouso a partícula vibra com uma frequência angular  $v_0$  e possui comprimento de onda  $\lambda_0$ .

## MODELO DE BOHR – HIPÓTESES RELATIVÍSTICAS

Os osciladores de Planck, nos quais Bohr baseou seu modelo, possuem energia  $E = nhv$ , mas se considerarmos que  $v$  representa a frequência relativística, então para esses osciladores também  $v = \gamma v_0$ .

Então, considerando que podemos representar o elétron como oscilador de Planck mesmo no modelo relativístico, e que o elétron ligado aos estados estacionários do átomo, no modelo de Bohr, tem momentum  $p = h/\lambda$  e velocidade  $v \approx v' = \lambda v$ , então sua energia é dada por

$$E = \left[ \frac{n}{\gamma} + \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) \right] h v. \quad (38)$$

Ainda mais, dessa equação deriva a seguinte relação:

$$n = \left( \frac{c}{v} \right)^2. \quad (39)$$

Se, por outro lado, consideramos que o MHS dos osciladores de Planck é equivalente ao

MCU para o elétron, no modelo de Bohr, então a velocidade da onda associada é a mesma da partícula:  $v' \approx v = r\omega$ . Assim, estabelecida a ressonância entre a vibração da partícula e dos osciladores, a sua energia vale

$$E = L2\pi\nu. \quad (40)$$

Por outro lado, após algum algebrismo é fácil demonstrar que

$$L = \left[ \frac{n}{\gamma} + \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) \right] h. \quad (41)$$

E também que

$$2\pi r = \left[ \frac{n}{\gamma} + \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) \right] \lambda. \quad (42)$$

Logo, o movimento da partícula seria governado pelo pacote de ondas-piloto, para o qual a relação de dispersão tem a seguinte forma:

$$\omega = \left( \frac{\gamma}{\gamma+1} \right) \frac{\hbar k^2}{m} + \omega_0, \quad (43)$$

onde  $k = p/\hbar$  e  $\omega_0 = E_0/\hbar$ .

Para o caso de baixas velocidades, onde  $\gamma \rightarrow 1$ , as expressões (38), (41), (42) e (43) se reduzem a:

$$1) \quad E = (n + \frac{1}{2})h\nu, \quad (44)$$

$$2) \quad L = (n + \frac{1}{2})\hbar, \quad (45)$$

$$3) \quad 2\pi r = (n + \frac{1}{2})\lambda, \quad (46)$$

$$4) \quad \omega = \left( \frac{\hbar k^2}{2m} \right) + \omega_0. \quad (47)$$

Adicionalmente, para  $\lambda \approx \lambda_0$ , o fator de Lorentz apresenta valor  $\gamma \approx \sqrt{2}$ , o que implica a equação (32)

$$\nu = \frac{\nu_0}{\gamma} \nu'. \quad (48)$$

Dessa forma considerando o pacote de de Broglie, para o qual  $\nu' \approx c^2/\nu$ , somente quando  $\nu' \approx \nu \approx c$ , teremos  $\nu \approx \nu_0$ .

Nessas circunstâncias, as equações (44) e (45) indicam que a partícula se aproxima do repouso com energia e momento angular, dados respectivamente por:  $E = h\nu_0$  e  $L = \hbar$ .

Pode-se inferir, portanto, que uma partícula em repouso possui *momento angular intrínseco* que corresponde ao momento angular do fóton de uma onda eletromagnética.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi mostrado que a partir da hipótese de de Broglie estabeleceu-se a completa incerteza de nossa concepção de matéria. A imagem de partículas e ondas é concebida pelas grandezas dinâmicas de movimento:  $p = mv = h/\lambda$ ,  $E = mc^2 = h\nu$  e  $L = pr = nh$ ; e, agora, também pelas quantidades:  $p_0 = m_0v = h/\lambda$ ,  $E_0 = m_0c^2 = h\nu_0$ , e  $L = \hbar$ , *intrínsecas ao estado de repouso*. Em outras palavras, o caráter dual das partículas está presente em todos os referenciais inerciais.

A partir da RR foi possível demonstrar a equação (33), que obedece ao princípio da conservação da energia e é válida para todo o espectro de velocidade da partícula e do pacote de ondas associado. Em repouso, tem-se a energia de uma onda eletromagnética (fóton).

O modelo de Bohr revisitado traz também consequências importantes: primeiro, através de processo híbrido entre a teoria quântica de Planck e a mecânica newtoniana, via teorema do Virial, foi possível obter com simplicidade os postulados de Bohr e de Broglie; segundo, ao se aplicar a relatividade e a dualidade ao modelo, obtém-se quatro expressões quantum-relativísticas que mostram claramente alguns resultados já previstos pela teoria, como é o caso da energia do oscilador harmônico, dado pela equação (44); as quantizações de Bohr e de Broglie, dadas respectivamente pelas equações

(45) e (46), a menos do fator  $1/2$ ; e a relação de dispersão, dada pela equação (47), a menos de  $\omega_0$ .

O fator  $1/2$ , nas expressões (44), (45) e (46), decorre efetivamente da relatividade aplicada ao modelo e sugere que tal valor seja atribuído à condição relativística da partícula. Nesse caso, pode-se pensar na *rotação intrínseca* (spin) como uma consequência direta da RR, que, dependendo de a rotação da partícula ser levógira ou dextrógera, o termo a mais na expressão do momento angular, dado na equação (45), pode representar seu spin  $\pm \hbar/2$ .

Finalmente, embora o modelo proposto neste trabalho revele uma abordagem matemática simples de tópicos da Física Moderna, no limite de baixas velocidades, os resultados concordam com os modelos apresentados pela antiga teoria quântica. Na equação (44), por exemplo, a frequência  $\nu$  é a frequência de oscilação clássica e não-relativística da partícula.

Do ponto de vista didático, portanto, os resultados da equação de Schrodinger para o OHS poderiam, então, ser compreendidos pelos estudantes de graduação como uma consequência da relatividade, tratando o modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio como um oscilador de Planck (relativístico).

Dessa forma, a energia do ponto zero  $\varepsilon_0 = h\nu/2$  representa, de fato, a mínima energia de oscilação do oscilador. Em outras palavras, de acordo com a mecânica quântica, o oscilador nunca pode ser encontrado em um estado no qual sua energia seja nula.

Trabalhos futuros sobre novos tópicos de Física Moderna estão sendo estudados com a aplicação da RR e a questão da dualidade.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Professor Doutor José Maria Filardo Bassalo, da Universidade Federal do Pará, presidente da Academia Paraense

de Ciências, as importantes contribuições nas discussões sobre o tema e o conteúdo do trabalho.

## REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W. Molecular Quantum Mechanics. 2<sup>a</sup> edition. Oxford University Press. New York (1983).
- BOHR, N. On the Constitution of Atoms and Molecules. Philosophical Magazine S.6, 26 (151), 1-25 (1913).
- \_\_\_\_\_. Naturwiss, 16, p. 245 (1928); 17, p. 483 (1929); 18, p. 72 (1930).
- \_\_\_\_\_. Atomic Theory and the Description of Nature. Cambridge University Press (1934); Bohr, N., Physical Review 48, 696 (1935).
- DAVISSON, C. J. and GERMER, L. H. Nature 119, p. 558; Physical Review 30, p. 705 (1927).
- DE BROGLIE, L. V. P. R. Comptes Rendus de l'Academie des Sciences de Paris 177. p. 507; 548; 630 (1923).
- EINSTEIN, A. Annalen der Physik 17; 18, pgs. 891; 639 (1905).
- \_\_\_\_\_. Physikalische Zeitschrift 10, p. 185 (1909).
- GOLDSTEIN, H. Classical Mechanics. Second Edition. Addison Wesley Publishing Company (1980).
- GREINER, W. Relativistic Quantum Mechanics - Wave Equations. Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, EUA (1997).
- HEISENBERG, W. Zeitschrift für Physik 43, p. 172 (1927).
- LEWIS, G. N. and TOLMAN, R. C. Philosophical Magazine 18. p. 510 (1909).
- \_\_\_\_\_. Nature, n.º 981, volume 118, 874 (1926).
- MINKOWSKI, H. 80th Assembly of German Natural Scientists and Physicians. Cologne

(1908).

STARK, J. Physikalische Zeitschrift 10. p. 902

(1909).

## NOTAS

Este artigo faz parte de um trabalho mais completo, sob o título «A *Dinâmica relativística e a dualidade das partículas são revisitadas e aplicadas na interação da radiação com a matéria*», que foi submetido ao prêmio da Fondazione di Ricerca Scientifica ed Umanistica Antonio Meneghetti, com sede em Paradiso (Lugano) - Suíça (em 04/2011), com considerações a mais e as contas abertas. Para aqueles que desejam conhecer o trabalho na íntegra, é só acessar: <http://www.professortadeu-fisica.webnode.com.br>

---

## **Determinação do Diâmetro mais Adequado para a Tubulação de Recalque de Estação Elevatória de Água.**

*Determining the most Appropriate Diameter for the Discharge Piping of Water Pumping Station.*

Gleiciane Costa Moraes Bezerra

Mestranda em Engenharia Civil, linha de pesquisa Infraestrutura e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Pará (UFPA). Pesquisadora do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA).

E-mail: gleici-ufpa@hotmail.com

Raynner Menezes Lopes

Graduando em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal do Pará (UFPA). Bolsista do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA).

E-mail: raynnerlopes.ufpa@gmail.com

José Almir Rodrigues Pereira

Doutor em Hidráulica e Saneamento. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos (USP/EESC). Professor da Universidade Federal do Pará. Coordenador do Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS/UFPA). Av. Augusto Correa, 01. Guamá. CEP 66075-110. Instituto de Tecnologia (ITEC), sala 223.

E-mail: rpereira@ufpa.br

---

### **RESUMO**

Análise da influência do diâmetro da tubulação de recalque no desempenho hidráulico de Estação Elevatória de Água (EEA), identificando os limites no projeto das vazões de bombeamento. Foram determinados valores de perda de carga para diferentes velocidades de escoamento da massa líquida, sendo avaliado o sistema de recalque da EEA do setor básico da Cidade Universitária Prof<sup>o</sup>. José da Silveira Netto, da Universidade Federal do Pará (UFPA). Para o diâmetro atual da linha de recalque (FoFo 150 mm) e com as recomendações da NBR 12214/92 (Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público), foram calculados em 53 L/s e em 3,0 m/s os limites máximos de vazão e de velocidade de bombeamento. Com o trabalho foi verificado que o aumento da demanda de água no setor básico exigirá maiores velocidades de escoamento, o que aumentará os valores da perda de carga e do consumo de energia elétrica. Com isso, foi recomendada a ampliação do diâmetro da tubulação de recalque, para que as condições hidráulicas sejam as mais adequadas quando aumentar a demanda de água no setor básico.

Palavras-chave: Diâmetro. Estação Elevatória de Água. Perda de Carga. Tubulação de Recalque. Velocidade.

## ABSTRACT

Analyze the influence of the diameter of the discharge piping of the hydraulic performance of Water Pumping Stations (EAS), identified the limits of the design flow pumping. The study determined the values of pressure drop for different flow velocity in the liquid mass, and evaluated the system of repression of the EAS sector basic of the City University Prof. José da Silveira Netto (UFPA). For the current diameter of the line of repression (FoFo 150 mm) and with recommendations of NBR 12214/92 (Project pumping system for drinking water) were estimated at 53 L/s and 3.0 m/s the maximum flow rate and pumping speed. With the work showed that the increase in water demand the sector basic will require a greater flow velocity, which will increase the values of pressure loss and electrical energy consumption. with it, was recommended to increase the diameter of the discharge piping to the hydraulic conditions are the most appropriate when increasing water demand the sector basic.

Keywords: Diameter. Water Pumping Station. Pressure drop. Pipeline Pumping. Speed.

## INTRODUÇÃO

O deslocamento da água para locais mais elevados e/ou distantes é muito comum nos sistemas de abastecimento de água (SAA) de áreas urbanas e de indústrias. Com essa finalidade são utilizadas Estações Elevatórias de Água (EEAs), constituídas basicamente por poço de sucção, casa de bomba, equipamentos eletromecânicos, tubulações (sucção e recalque), válvulas e dispositivos de controle. Essas EEAs são encontradas em diversas etapas do SAA, como no bombeamento de água bruta, de produtos químicos, de água para limpeza de unidades, de água tratada para os reservatórios que alimentam a rede de distribuição de água.

As Centrais Elétricas Brasileiras (2005, p. 14.) cita que o sistema de bombeamento serve como estação de transferência de energia potencial para água, dando-lhe condição de atingir pressões ou alturas mais elevadas.

De acordo com a capacidade da EEA, o recalque da massa líquida é realizado por um único conjunto motor bomba (CMB) ou pela associação de dois ou mais CMBs, em paralelo ou em série. Nesses equipamentos eletromecânicos ocorre a transformação de energia elétrica (fonte de alimentação) para mecânica (motor) e, então, para hidráulica (bomba). O deslocamento do volume de água impacta diretamente

no consumo de energia elétrica do SAA, tornando esse custo um dos principais itens das despesas de exploração das prestadoras dos serviços de abastecimento de água.

No ano 2009 foi verificado o valor médio de R\$ 0,18/m<sup>3</sup> para a produção de água no município de Belém (Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento, 2011).

Para evitar grandes despesas com energia elétrica, os responsáveis pelos SAAs pesquisam alternativas que aumentem a eficiência dos CMBs, o que deve ser iniciado ainda na fase de projeto das instalações hidráulicas. As características das tubulações de sucção e de recalque são diretamente relacionadas com o desempenho do sistema de bombeamento e com a energia requerida para a massa líquida passar de um ponto a outro, o que requer velocidades adequadas para que a massa líquida supere a resistência ao escoamento (perda de carga) nas tubulações (sucção e recalque) e na diferença entre as cotas de montante e de jusante.

Na maioria dos SAAs é verificado comprimento da tubulação de sucção muito menor do que o da tubulação de recalque, sendo necessário observar a maior influência dessa tubulação (recalque) nos valores da perda de carga e do consumo de energia elétrica no bombeamento da água. Para minimizar esse impacto, a tubulação de recalque deve ser calculada com

diâmetro que atenda à variação do volume de água bombeado entre a fase inicial e final do projeto, ou seja, a definição do diâmetro ideal depende do estudo de diferentes velocidades de escoamento em função dos valores de perda de carga. Como o escoamento na tubulação de recalque é forçado, é utilizada a equação da continuidade (Equação 1) para calcular as velocidades em relação às vazões de projeto.

$$Q = V \times A \quad (\text{Eq. 1})$$

Em seguida foram comparados os resultados com os valores recomendados pela NBR 12214 (1992, p.1.), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no caso os valores limites mínimo e máximo de velocidade de escoamento de 0,60 m/s a 3,0 m/s na linha de recalque, respectivamente.

Para um mesmo valor de vazão, Tsutiya (2006, p.43) afirma que a diminuição do diâmetro da linha de recalque aumenta a potência do CMB e vice versa, Tsutiya (1997) ressalta que a escolha do diâmetro econômico é de fundamental importância para o cálculo das perdas de carga, e que a velocidade econômica em tubulações de recalque tem variado de 1,0 a 2,0 m/s, com valor médio de 1,5 m/s. Esse autor ainda afirma que a eventual mudança da velocidade de 1,5 m/s para 1,0 m/s resulta em aumento de 22% no diâmetro da tubulação de recalque e na consequente redução de até 64% do valor da perda de carga.

No caso das EEAs em operação, é preciso avaliar se o diâmetro, material e condições da tubulação de recalque são compatíveis com a vazão demandada no SAA. Em alguns casos, o subdimensionamento dessa tubulação é resolvido com o aumento da potência de bombeamento, o que resulta na elevação dos valores da velocidade de escoamento e da perda de carga. Contudo, essa não é a melhor solução, pois aumenta o consumo de energia elétrica e provoca maior desgaste dos equipamentos e tubulações. Portanto, o responsável pelo SAA precisa conhe-

cer a real situação, para, então, definir o que fazer, sendo a ampliação do diâmetro uma das alternativas de adequação das condições hidráulicas para que o bombeamento da massa líquida seja eficiente nos aspectos técnicos e econômicos.

No caso da otimização de instalações em operação, é necessário verificar se o diâmetro da linha de recalque é o mais indicado para atender ao aumento da demanda de água ou se precisa ser substituído para melhorar o desempenho da EEA.

Nesse contexto, o objetivo geral da pesquisa é analisar o atual diâmetro da tubulação de recalque da Estação Elevatória de Água tratada (EEA), em função do aumento da demanda de água no setor básico da Cidade Universitária Prof<sup>o</sup>. José da Silveira Netto, e do valor limite da velocidade de escoamento recomendada na NBR 2214/92.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Como área de estudo foi utilizada a EEA do setor básico do SAA da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto (UFPA), sendo a pesquisa realizada na tubulação de recalque dessa EEA (FoFo, 150 mm de diâmetro, com 42,4 m de extensão), que transporta a água bombeada entre o reservatório apoiado (80 m<sup>3</sup>) e o reservatório elevado (80 m<sup>3</sup>) do setor básico.

As atividades da pesquisa foram divididas em duas etapas: Análise da instalação de recalque (Etapa 1) e determinação do valor máximo da vazão a ser transportada na tubulação de recalque da EEA (Etapa 2).

Na etapa 1 foram realizados o levantamento da documentação técnica e a inspeção de campo, para identificação das características e quantidades dos tubos, conexões e válvulas da linha de recalque.

Na determinação do diâmetro da tubulação de recalque (etapa 2) foram calculados os valores da perda de carga distribuída, da per-

da de carga localizada, da perda de carga total para o diâmetro atual (150 mm) e para dois diâmetros comerciais imediatamente inferiores (100 mm e 75 mm) e dois diâmetros imediatamente superiores (200 mm e 250 mm).

A vazão de abastecimento de água do setor básico foi determinada a partir do valor do projeto da rede coletora de esgoto projetado no setor básico (16,71) L/s (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ, 2011), que considerou coeficiente de retorno de 80 %. Com isso, o valor da vazão de abastecimento determinado para o setor básico foi de 20,88 L/s.

No cálculo dos valores de perda de carga ao longo da canalização (perda de carga distribuída) foi utilizada a equação de Hazen-Williams (Equação 2). Gomes (2009. p.30) ressalta a praticidade e adequação dessa expressão para diâmetros superiores a 50 mm, o que torna o seu uso comum em projetos de sistemas de distribuição de água:

$$\Delta H = 10,643 \times \frac{Q^{1,85} \times L}{C^{1,85} \times D^{4,87}} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

$\Delta H$  - Perda de Carga distribuída(m);

D - Diâmetro em (m);

L - Comprimento (m);

Q - Vazão em m<sup>3</sup>/s;

C - Coeficiente de Hazen-Williams.

O valor da perda de carga total foi determinado pela soma das perdas de carga distribuída e das perdas localizadas (Equação 3):

$$\Delta H_{\text{Total}} = \Delta H + H_f \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

$\Delta H_{\text{Total}}$  - Perda de carga total (m);

$\Delta H$  - Perda de carga distribuída (m);

$H_f$  - Perda de carga localizada (m).

Por sua vez, os valores das perdas de carga localizadas foram calculados com a Equação 4, que, de acordo com A. Netto et al. (1998), é

utilizada há vários anos por engenheiros, fabricantes de conexões e válvulas e por laboratórios de hidráulica.

$$H_f = \frac{KV^2}{2g} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

K - coeficiente de perda de carga

V- velocidade (m/s);

g - gravidade.

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

Inicialmente foram identificados os seguintes componentes da instalação de recalque: 2 (dois) CMBs com potência motriz de 15 CV; tubulação de sucção de 200 mm FºFº, com 1 redução 200x100 mm; e tubulação de recalque de 150 mm FºFº.

O esquema dessa instalação de recalque da EEA é mostrado na Figura 1.

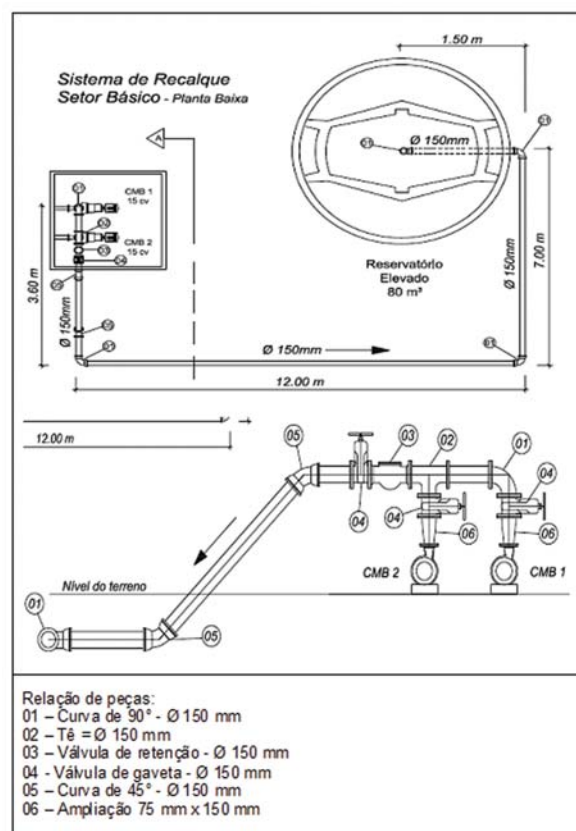


Figura 1. Configuração do sistema de recalque do setor básico.

No traçado da linha de recalque ( $F^oF^o$ ,  $\varnothing$  150 mm) foram identificadas, 4 curvas de  $90^\circ$ , 2 curvas de  $45^\circ$ , 1 tê de passagem direta, 1 Válvula de gaveta aberta, 1 Válvula de retenção, 1 ampliação concêntrica de 75mmx150mm e 1 saída de canalização), o que, naturalmente, aumenta os pontos de perda de carga localizada, quando em comparação com possível traçado reto dessa linha entre o reservatório apoiado e elevado.

A mesma capacidade ( $80 \text{ m}^3$ ) dos reservatórios apoiado e elevado, difere do usualmente utilizado em projetos dessa natureza. No entanto, essa situação não interferiu no presente estudo, sendo apenas utilizada a diferença de cota de 17 m entre os reservatórios apoiado e elevado.

Na etapa 2 foram identificadas as variações hidráulicas em cinco diâmetros investigados para a tubulação de recalque de ferro fundido ( $F^oF^o$ ), por ser esse o material da tubulação existente.

Considerando a atual vazão de  $20,88 \text{ L/s}$ , foi empregada a equação da continuidade para calcular a velocidade de escoamento para os 5 diâmetros analisados, sendo os resultados apresentados na Figura 2.

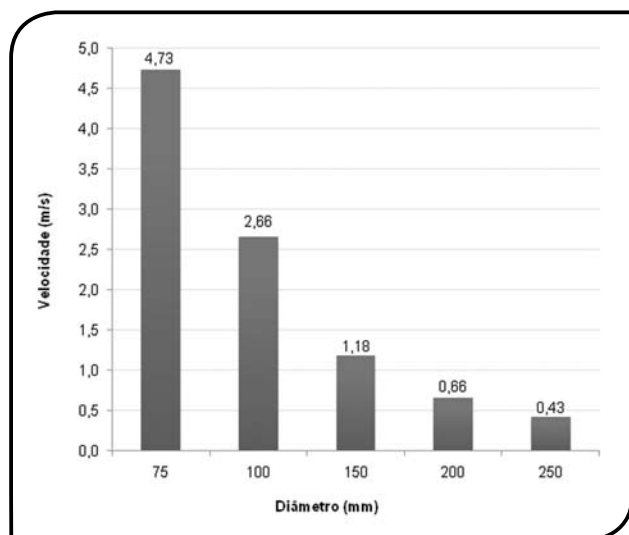


Figura 2. Variação da velocidade com o aumento do diâmetro de recalque.

Os diâmetros de 100 mm, 150 mm (diâmetro instalado) e de 200 mm atenderam a NBR

12214/92, que limita a velocidade de recalque em  $3 \text{ m/s}$ . No entanto, somente o diâmetro instalado (150 mm) resulta em valor de velocidade ( $1,18 \text{ m/s}$ ) no intervalo considerado econômico por Tsutiya (1997), que varia de  $1,0 \text{ m/s}$  a  $2,0 \text{ m/s}$ .

Com a utilização das equações 2 e 4 foram obtidos os valores de perda de carga distribuída e da perda de carga localizada para os diâmetros investigados na pesquisa (Tabela 1).

Tabela 1. Anotações das variáveis do sistema para  $F^oF^o$ .

| D (mm) | V (m/s) | $\Delta H$ (m) | $\Delta H_f$ (m) | Htotal (m) |
|--------|---------|----------------|------------------|------------|
| 250    | 0,43    | 1,03           | 0,17             | 1,20       |
| 200    | 0,66    | 1,03           | 0,26             | 1,29       |
| 150    | 1,18    | 1,04           | 0,61             | 1,65       |
| 100    | 2,66    | 1,07           | 2,63             | 3,70       |
| 75     | 4,73    | 1,20           | 8,09             | 9,29       |

A soma desses valores resultou na perda de carga total (equação 3).

Para a mesma vazão de bombeamento ( $20,88 \text{ L/s}$ ), os maiores valores de perda de carga total foram verificados nos menores diâmetros da tubulação de recalque, conforme pode ser observado na Figura 3.

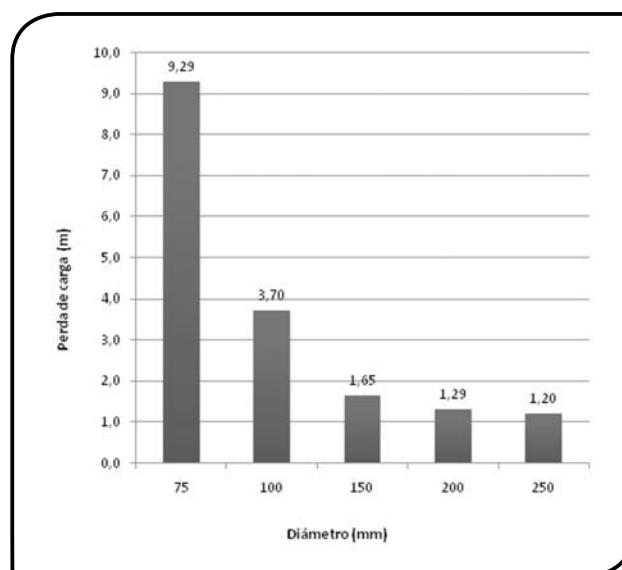


Figura 3. Variação da perda de carga com o aumento do diâmetro de recalque.

Esses resultados demonstram que o diâmetro de 150 mm da tubulação existente é adequado para a atual vazão demanda no setor básico.

Com isso, na continuidade da pesquisa foi verificado o limite máximo da velocidade nessa tubulação de recalque, sendo simuladas as condições hidráulicas para diferentes vazões de bombeamento. Na figura 4 é possível identificar a vazão máxima da tubulação de recalque, no caso 53 L/s que atende ao limite máximo (3 m/s) estabelecido na NBR 12214/92.

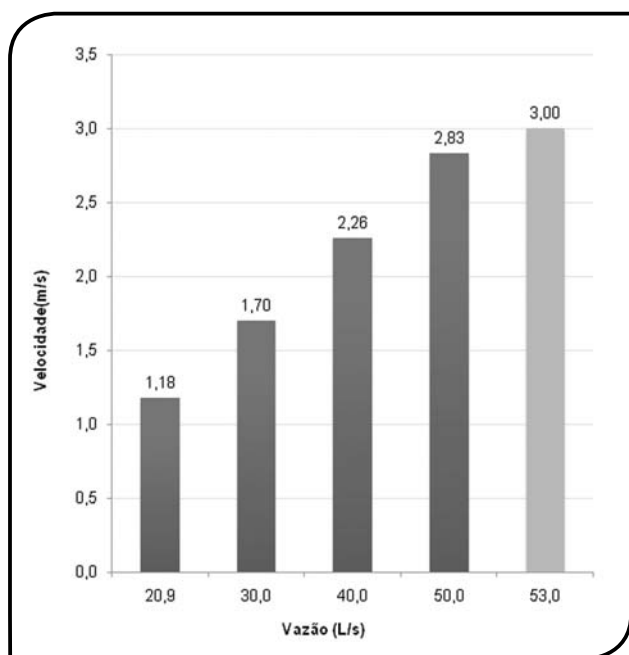


Figura 4. Comportamento da velocidade de recalque com o aumento da vazão.

Desse modo, é possível verificar que o atual diâmetro da tubulação de recalque ainda poderá suportar aumento de 32,11 L/s, passando da atual vazão de bombeamento (20,88 L/s) para até 53 L/s. Contudo, como essa tubulação é antiga, a provável existência de incrustações internas pode aumentar o valor teórico da perda de carga. Assim, é recomendado que o diâmetro da tubulação de recalque seja substituída pelo diâmetro comercial imediatamente superior (200 mm), o que reduzirá a velocidade de escoamento de 3,0 m/s para 1,68 m/s, portanto, garantindo as condições hidráulicas recomenda-

das por Tsutiya para esse aumento da demanda de água no setor básico da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto (UFPA).

## CONCLUSÃO

Os resultados do estudo mostram que, atualmente, o diâmetro instalado (150 mm) atende às recomendações da NBR 12214/92 e está na faixa de velocidade econômica, com a tubulação de recalque apresentando condições hidráulicas adequadas. Contudo, apesar da vazão máxima nessa tubulação (53 L/s) ser justificada pelo limite superior de velocidade estabelecido na NBR 12214/92, é importante que o gestor do sistema planeje a sua substituição por diâmetro comercial imediatamente superior (200 mm), especialmente pelo crescente aumento da demanda de água aumentar progressivamente os valores de velocidade de escoamento, de perda de carga e de consumo de energia elétrica na estação elevatória de água do setor básico da Cidade Universitária Profº José da Silveira Netto, da Universidade Federal do Pará (UFPA).

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR - 12214/1992: Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público. Rio de Janeiro, 1992.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos (2009). Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2012.
- CENTRAIS ELÉTRICAS BRASILEIRAS. Eficiência energética em sistemas de bombeamento: manual prático. Rio de Janeiro: PROCEL-Sanear/Eletróbás, 2005.

GOMES, Heber Pimentel. Sistema de Bombeamento: Eficiência Energética. João Pessoa: Universitária/UFPB, 2009.

NETTO, José et. al. Manual de Hidráulica. São Paulo: Blucher, 1998.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006. p.43.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Redução do Custo de Energia Elétrica em Estações Elevatórias de Água e Esgoto. In: 19º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Anais... Fóz do Iguaçu: ABES p. 2611-2625. 1997.

Universidade Federal do Pará (UFPA). Sistema de Esgotamento Sanitário da Cidade Universitária Profº. José da Silveira Netto. Belém, 2011.

---

# A Criação das Escolas Técnicas Federais no Projeto Nacional Desenvolvimentista: o Caso da Escola Técnica Federal do Pará

*The Creation of Technical Schools in Federal National Developmental Project: the Case of the Federal Technical School Para.*

Ana Maria Leite Lobato

Professora do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará (IFPA). Mestre em Educação pela Universidade Federal do Ceará. Endereço: Rua Almirante Barroso, n. 1115. Bairro: Marco, Belém/PA, CEP: 66093-020.

E-mail: leao.jr@uol.com.br

Francisco Ari de Andrade

Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará. Doutor em Educação pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

E-mail: andrade.ari@hotmail.com

---

## RESUMO

O presente estudo investiga a História da Escola Técnica Federal do Pará. Apresenta breve abordagem histórica do percurso da educação profissional a partir da década de 1940 até 1960, focando alguns aspectos da conjuntura política, econômica (industrialização) e educacional, considerando as políticas educacionais. Reflete sobre as ações do Estado através dessas políticas e os efeitos que vão suscitar nas instituições que ministravam o ensino profissional/industrial na rede federal. Situa a criação das Escolas Técnicas Federais, a organização do ensino técnico sob a tutela do sistema federal, com a missão de preparar a mão de obra qualificada para atender à economia e ao projeto desenvolvimentista, e nessa relação destaca a criação da Escola Técnica Federal do Pará. Foram realizadas pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e a análise desse material com base no método de análise hermenêutico-dialética de Minayo (2004), tendo como fonte os seguintes documentos: Lei Orgânica de 1942, Decreto Lei n. 8.535/1946, Lei n. 3.552/1959, Lei n. 4.024/1961; Portaria/MEC n. 9/1967, Jornal A Província do Pará, anos de 1967 e 1968, e entrevista narrativa com a professora Yolanda Ferreira Pinto.

Palavras-chave: Educação Profissional. Políticas Educacionais. Profissionalização.

**ABSTRACT**

*The present study has as objective to investigate the history of the Federal Technical School of Pará. Presents a brief historical review of the course of professional education from the 1940s to 1960, focusing on some aspects of political, economic (industrialization) and education, considering the educational politics. In this sense, it is also important to reflect on the actions of the state through these politics, and the effects that will raise the institutions who taught vocational / industrial in the federal system. Thus, this study is also meant to place the creation of the Federal Technical School, organization of technical education under the tutelage of the federal system, with a mission to prepare the skilled labor to meet the economic and developmental project and this relationship was the creation of the Federal Technical School of Pará for this purpose a literature search was conducted, document research, and analysis by the method of analysis hermeneutic-dialectic Minayo (2004), having as source the following documents: Organic Act of 1942, Decree law no. 8.535/1946, Law no. 3.552/1959, Law no. 4.024/1961; Ordinance / n ECM. 9/1967, Journal: of Para province, year 1967/1968, and the narrative interview with the teacher Yolanda Ferreira Pinto.*

*Keywords: Professional Education. Educational Politics. Professionalization.*

**INTRODUÇÃO**

Este estudo apresenta, numa abordagem histórica, reflexões sobre os efeitos das ações do Estado através das políticas educacionais na educação profissional. Por ser um ensino que tem relação com o mundo do trabalho e com a produção industrial, foi vislumbrada a ideia de formar a mão de obra que trabalharia em prol do desenvolvimento industrial, o que colocou a educação profissional como uma das prioridades no projeto de governo/desenvolvimentista. Isso foi determinante para a criação das Escolas Técnicas Federais. Desta forma, foi necessário investigar as relações entre política e educação, priorizando as políticas educacionais que, através de diretrizes, programas, e leis implementadas pelo governo federal, regulamentaram e modificaram a educação profissional.

As fontes consultadas, como as legislações, e a revisão teórica evidenciaram que durante o governo do presidente Getúlio Vargas (1930-1946), principalmente a partir de 1940 com as Leis Orgânicas, a organização do ensino profissional/técnico foi predominantemente prático, em detrimento da teoria. Teve como maior preocupação concretizar a oferta de mão de obra para atender ao modelo de industriali-

zação e às expectativas do projeto desenvolvimentista que ora se projetava.

Na década de 1950, o governo de Juscelino Kubitschek (1955-1961) foi caracterizado pelo impulso à industrialização e pela ideologia desenvolvimentista. A educação profissional novamente foi o destaque, pois dela foi solicitado um ensino técnico para atender a outro momento de expansão industrial, principalmente das indústrias estrangeiras ancoradas no modelo de organização de produção fordista/taylorista.

Nesse contexto, foram criadas as Escolas Técnicas Federais através do Decreto Lei n. 3.552/1959. Com essa lei mudou novamente a organização do ensino profissional, que passou a ofertar a cultura geral e iniciação técnica; além de autorizar as instituições federais de ensino profissional a ter personalidade jurídica própria, autonomia didática, administrativa, técnica e financeira.

A expansão da ideologia desenvolvimentista chegou à região Norte através do Plano Nacional de Desenvolvimento, concretizado em parte pela conhecida "Operação Amazônia". Além disso, nesse período começaram as ins-

talações de algumas empresas na Amazônia, o que passou a demandar uma mão de obra qualificada diferente da que era ofertada na Escola Industrial do Pará. Mediante essa realidade, a instituição, a partir de 1966, passou a ofertar os primeiros cursos técnicos. Nesse cenário, em 1968, a instituição passou a se denominar Escola Técnica Federal do Pará.

## A CRIAÇÃO DAS ESCOLAS TÉCNICAS NO PROJETO NACIONAL DESENVOLVIMENTISTA

Historicamente, a princípio, as Escolas de Aprendizes e Artífices apresentaram uma concepção de ensino regeneradora, de caráter assistencialista, trabalhando a formação profissionalizante em forma de ofícios. Nessa trajetória, as instituições que ministravam o ensino industrial sofreram várias modificações: passaram a ser Liceus (1937), depois Escolas Industriais (1942), e foram sendo regulamentadas juntamente com o ensino, conforme o projeto de governo no momento, que tinha como meta o desenvolvimento do país.

Dessa forma, a partir de 1940, essas instituições formadoras do ensino profissional foram efetivando concepções de educação para o trabalho de forma conflituosa, com dicotomias e segmentações. Nesse sentido, Fernando Azevedo coloca que:

Se a educação em qualquer de seus aspectos tornou-se uma função extremamente complexa, devido à variedade e multiplicidade de conhecimentos que é preciso inculcar aos indivíduos, a especialização tinha forçosamente de compor, como decompos, a obra total para lhe facilitar a execução. Nenhum professor, nenhuma escola, podia tomar para si esta tarefa, cada vez mais árdua e complicada, que se repare por grandes números de professores, nos diversos graus de ensino. Além de ser a especialização crescente um fato a que não é possível fugir, não se pode negar a vantagem econômica e técnica da divisão racional do trabalho. Mas, concebido e minis-

trado o ensino por seções e ramos especiais; organizadas as escolas de maneira a ser dada a educação “por fragmentos” e por especialistas diferentes que trabalham cada um no seu setor, uns, nas classes, ministrando o ensino das matérias do curso, outros, incumbidos do ensino religioso, outros ainda, do desenho, da música, e da educação física, compreende-se facilmente que a educação, à medida que aumentou em complexidade, perdeu em estrutura orgânica, tornando-se fragmentária e dispersiva, sem unidade e sem coesão (AZEVEDO, 1958, p: 207).

Assim, a partir da década de 1940 com a implantação das Leis Orgânicas, o ensino profissional passou a ser desenhado em duas esferas: uma com a organização do ensino técnico sob a tutela do sistema federal; outra com a instituição do sistema de formação paralelo, mantida pelas empresas. Nesse novo desenho, a preocupação com a formação profissional foi com a oferta de mão de obra qualificada para atender à economia e ao projeto desenvolvimentista. As escolas do sistema paralelo se caracterizavam por um currículo eminentemente prático, onde “as preocupações com a formação teórica raramente apareciam em contrapartida às poucas escolas técnicas que foram criadas junto às escolas de engenharia na década de 1930”, as quais já evidenciavam a formação profissional articulada ao campo teórico (KUENZER, 1997, p. 13).

Com a “lei” orgânica de 1942, os Liceus Industriais (antes Escolas de Aprendizes e Artífices) pertencentes à rede federal foram adaptados a essa legislação. A instituição que funcionasse só com o 1.º ciclo seria denominada escola industrial, com o nome do estado de sua localização; se ofertasse além do 1º, o 2º ciclo, receberia o nome de escola técnica. Além desse aspecto, essa “lei”<sup>1</sup> no seu art. 60, no § 1.º trata da equiparação dessas instituições a

<sup>1</sup> Lei Orgânica do Ensino Industrial (Decreto Lei n. 4.073, de 30 de janeiro de 1942). IN: FONSECA, 1986, PP:88-110.

Escolas Industriais ou Escolas Técnicas; no § 2.º, o reconhecimento; no § 3.º concede a equiparação e o reconhecimento, desde que o estabelecimento apresentasse organização, condições e eficiência, conforme a “lei” exigia.

Com a saída de Gustavo Capanema do Ministério da Educação e Saúde, outras mudanças aconteceram. A partir de 1946, com o Decreto-Lei n. 8.535/1946, as Divisões de Ensino Superior, Ensino Secundário, Ensino Comercial e Ensino Industrial vinculadas ao Departamento Nacional de Educação (DNE) passaram a ser subordinadas imediatamente ao ministro da educação da época.<sup>2</sup>

Depois de alguns meses, veio a Constituição de 18 de setembro de 1946, quando a educação ficou na responsabilidade do Governo Federal, e das empresas também. Os princípios<sup>3</sup> adotados por essa legislação foram que o ensino primário seria obrigatório e gratuito, e as empresas industriais, comerciais e agrícolas em que trabalhassem mais de cem pessoas seriam obrigadas a manter ensino primário gratuito para os seus servidores e para os filhos destes; como também a obrigação de ministrar, em cooperação, a aprendizagem aos seus trabalhadores menores, pela forma que a lei estabeleceria, respeitados os direitos dos professores.

Nesse período (1946-1951), o presidente da República era o general Eurico Gaspar Dutra. Depois dele, Getúlio Vargas é novamente eleito. “Retornou ao país o capital estrangeiro, com toda a pressão política que o acompanhou, dificultando a política nacionalista que Getúlio Vargas estava implantando”. Em meio a uma grande crise política, com greves, acusações de corrupção, pressão dos setores favoráveis à internacionalização da economia, revelada pelo esgotamento do modelo populista, Getúlio Var-

gas se suicida em 1954 (SADER, 1991, p.10).

Juscelino Kubitschek assumiu a presidência da República do Brasil (1955-1961) com o mandato caracterizado pelo impulso à industrialização. A ideologia desenvolvimentista desse presidente propiciou a presença de indústrias estrangeiras no Brasil, com adoção do modelo de organização de produção fordista/taylorista,<sup>4</sup> com fabricação em série e linhas de montagem (ibidem, p.11).

Nesse período, a Educação Profissional entra numa outra dinâmica, fortemente influenciada pelo método cartesiano,<sup>5</sup> com a “separação entre mente e matéria, a divisão do conhecimento em campos especializados em busca de uma maior eficácia” (BEHRENS, 2011, p. 17).

Em decorrência desse desenvolvimento industrial, surgiram as demandas para a expansão industrial. Isso foi determinante para o desenvolvimento do Ensino Técnico: a formação profissional articulada à modernização como progresso técnico, visto que a economia brasileira necessitava de maior integração com a estrutura econômica mundial, o que fez com que a educação profissional fosse uma das prioridades no projeto do governo/desenvolvimentista.

O Estado assumiu parte dos processos de formação da força de trabalho necessária para

<sup>4</sup> O fordismo é a forma pela qual a indústria e o processo de trabalho consolidaram-se ao longo do século XX, cujos elementos constitutivos básicos eram dados pela produção em massa, através da linha de montagem e de produtos mais homogêneos; através do controle dos tempos e movimentos pelo cronômetro taylorista, e da produção em série fordista; pela existência do trabalho parcelar, fragmentação das funções; separação entre elaboração e execução no processo de trabalho; pela existência de unidades fabris concentradas e verticalizadas, constituição/consolidação do operário massa, do trabalhador coletivo fabril, entre outras dimensões (ANTUNES, 2003, p. 25).

<sup>5</sup> “...na visão mecanicista, o universo é organizado a partir de causa e efeito. Essa premissa levou o homem a separar o racional do emocional, pois o pensamento newtoniano-cartesiano apresenta uma epistemologia reducionista que fragmentou tanto a nossa realidade externa e interna, como a dimensão interpessoal e psíquica” (BEHRENS, 2011, p. 18).<sup>7</sup> Art. 1, alínea a), e parágrafo único da Lei n.º 3.552 de 16 de fevereiro de 1959.

<sup>2</sup> Decreto n. 8.535 de 02 de janeiro de 1946. Art. 1.º Passam a constituir Diretorias subordinadas imediatamente ao ministro as atuais Divisões de Ensino Superior, Ensino Secundário, Ensino Comercial e Ensino Industrial do Departamento Nacional de Educação.

<sup>3</sup> Art. 168 da Constituição Brasileira de 1946.

atender à indústria brasileira. Nesse contexto, foram criadas as Escolas Técnicas Federais no ano de 1959, através da Lei n.º 3.552 de 16 de fevereiro, mais tarde regulamentada pelo Decreto nº 47.038 de 16 de outubro do mesmo ano. Com essa legislação, mudou a organização do ensino profissional por ramos, e unificou o ensino técnico em todo o país. Uma mudança ancorada no paradigma newtoniano-cartesiano, que caracterizou um ensino fragmentado e conservador, com uma prática pedagógica conservadora e tecnicista.

As escolas de ensino industrial passaram a ter o objetivo de proporcionar a base de cultura geral e iniciação técnica que permitisse ao educando integrar-se na comunidade e participar do trabalho produtivo ou prosseguir seus estudos, observando os interesses e aptidões.<sup>6</sup>

A outra mudança significativa que veio com essa lei, através do art. 16, foi que os estabelecimentos de ensino industrial passaram a ter personalidade jurídica própria e autonomia didática, administrativa, técnica e financeira<sup>7</sup>. Desta maneira, foram instituídas as Escolas Técnicas Federais (ETF) como autarquias federais com atuação prioritariamente nas áreas da indústria e de serviço, oferecendo habilitações de nível técnico, além de diversos cursos de nível básico e do ensino médio.

Essa legislação tratou ainda da organização administrativa, quando estabeleceu que essas instituições fossem administradas por um Conselho de Representantes e Conselho de professores, observando a seguinte prescrição:

§ 1.º O Conselho será composto de seis representantes da comunidade, escolhidos pelo presidente da República, mediante proposta, em lista tríplice elaborada pelo Ministério da Educação e Cultura, depois de ouvida a Diretoria de Ensino Industrial, renovando-se, a

cada dois anos, por um terço de seus membros.

§ 2.º O Diretor da Escola, ao qual competem as funções executivas, será nomeado pelo Presidente, pelo prazo de três anos, findo o qual poderá ser conduzido, recaindo sua escolha em pessoa estranha ao mesmo Conselho e com habilitação para o exercício do cargo, segundo critérios fixados pelo Ministério da Educação e Cultura.<sup>8</sup>

Ao Conselho de Representantes competia eleger seu presidente, aprovar o orçamento da escola, fiscalizar a execução desse orçamento, as contas do diretor, controlar o balanço físico e os valores patrimoniais, ou seja, além de aprovar todas as ações era fiscalizador das ações do gestor da instituição.<sup>9</sup>

A referida lei foi estendida aos estabelecimentos de ensino industrial do Ministério de Educação e Cultura, dentre eles, as Escolas Industriais.

## O caso da Escola Técnica Federal do Pará

A partir dessa legislação a Escola Industrial de Belém adquiriu os direitos de autarquia, mesmo sem ser ainda escola técnica. Com base nessa legislação, foi criado o primeiro Conselho de Representantes na Escola Industrial de Belém, o qual ficou assim constituído: presidente - mestre gráfico Pedro da Silva Ribeiro; vice - Raul Rodrigues; membros: Feliciano Seixas, José Hermógenes Barra, José de M. Brito, Osvaldo Oliveira.<sup>10</sup>

O Conselho de Representantes manteve como diretor da Escola Industrial de Belém Djalma Montenegro Duarte (gestor desde 1942) por mais três anos, 1960-62, tendo como vice-diretor o professor Lourival Rosas. Esse diretor foi conduzido novamente ao cargo por mais um

<sup>6</sup> Art. 1, alínea a), e parágrafo único da Lei n.º 3.552 de 16 de fevereiro de 1959.

<sup>7</sup> Lei nº 3.552 de 16 de fevereiro de 1959 (DOU de 17/02/1959).

<sup>8</sup> Art. 17, da Lei n.º 3.552 de 16 de fevereiro de 1959.

<sup>9</sup> Sobre o assunto, ler o Art. 19 da Lei n.º 3.552 de 16 de fevereiro de 1959.

<sup>10</sup> Bastos, 1988, p. 83.

período, de 1963-65, tendo como vice-diretor o mestre de máquinas Dário Farias de Lima (BASTOS, 1988, p. 83).

Além do Conselho de Representantes, foi criado o Conselho de Professores, o qual ficou responsável por eleger os diretores. A Escola Industrial do Pará passou a funcionar com uma organização administrativa que trouxe mudanças ao seu desenvolvimento como instituição de ensino industrial/técnico.

Enquanto isso, em nível nacional, o debate acerca da escola pública continuava, tanto é que o final do governo de Kubitschek foi marcado pela discussão sobre a Lei de Diretrizes e Bases da Educação em todos os setores da sociedade. Foi um debate longo, que teve início em 1948, quando já se discutia o Projeto Mariani<sup>11</sup> e o polêmico Substitutivo Lacerda<sup>12</sup>.

A promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, lei n. 4.024, de 20 de dezembro de 1961, trouxe poucas mudanças para a educação profissional. O destaque foi a flexibilização da passagem de um curso para outro. Nesse sentido, essa lei, “terminou sendo uma conciliação dos projetos Mariani e Lacerda. Assim, no Brasil, é direito tanto do poder público quanto da iniciativa privada (art. 2.º). A gratuidade do ensino, conquista constitucional, fica sem explicação”.<sup>13</sup> A defesa da escola pública e o ensino gratuito foram bandeiras de luta de educadores como Pascoal Leme, Fernando Azevedo e Anísio Teix-

eira. Este “no seu incurável otimismo, disse que a LDB é uma meia vitória... mas, uma vitória<sup>14</sup> (esse debate assumiu grandes proporções e teve uma pausa com o golpe de Estado em 1964).

Nesse momento as políticas de desenvolvimento do governo federal se voltavam também para a região Norte. A intervenção do Estado com políticas públicas na Região Amazônica entre 1965 e 1967 foram feitas por meio das ações militares, medidas que ficaram conhecidas como Operação Amazônia.<sup>15</sup> A princípio tinha como meta o desenvolvimento econômico da Amazônia, adotando medidas que favorecessem a substituição das importações regionais, de forma a fornecer a infraestrutura necessária à implantação de empreendimentos, de uma política de incentivos fiscais e de atração de capital para a região.

A política adotada na Amazônia foi semelhante à da região Nordeste. A Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA) e o Banco de Crédito da Amazônia foram extintos e substituídos pela Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), e pelo Banco da Amazônia S.A (BASA). O art. da lei que criou a SUDAM (Lei n.º 5.173) tratou do Plano de Valorização e estabeleceu que esta “terá como objetivo promover o desenvolvimento auto-sustentado da economia e o bem-estar social da região Amazônica, de forma harmônica e integrada na economia nacional”.<sup>16</sup>

O Estado nacional desenvolvimentista promoveu a expansão capitalista, gerando significativas alterações no panorama social na região Amazônica, depois veio o I Plano Quinquenal de Desenvolvimento para o período de

<sup>11</sup> O projeto Mariani, foi encaminhado como projeto de lei pelo Ministro Clemente Mariani. O objetivo deste era a extensão da rede escolar gratuita do ensino primário até o ensino secundário (conforme a constituição prescrevia), e criava a equivalência dos cursos de nível médio, com a prova de adaptação, colocava também as obrigações e responsabilidades do Estado.

<sup>12</sup> O substitutivo Lacerda tinha como proposta, dentre tantas coisas, o controle da educação pela sociedade civil, facilitando a privatização do ensino. A educação seria financiada pelo Estado, pelo setor público e também de responsabilidade das instituições particulares. Desta o financiamento do ensino público ficaria a cargo dos usuários do sistema, era a chamada liberdade de ensino.

<sup>13</sup> O golpe na Educação. Moacir de Góes, 1991, p.12.

<sup>14</sup> Ibidem, p. 14.

<sup>15</sup> Uma coletânea com o conjunto de iniciativas dos governos militares convertidas em leis. IN:Monteiro, Maurílio de Abreu, COELHO, Maria Célia Nunes. As políticas federais e reconfigurações espaciais na Amazônia. Novos Cadernos NAEA, v. 7, n. 1, p. 91 – 122, jun. 2004, p: 53 et seq.

<sup>16</sup> IN: LOUREIRO, Violeta Refkalefsky. Amazônia Estado-Homem-Natureza. Belém: CEJUP, 1992, p.81.

1967 a 1971, e o Plano Diretor de 1968 na mesma linha de ação (MONTEIRO, 1996, p. 54). Dessa forma, a integração e o desenvolvimento da Amazônia brasileira aconteceram na forma de uma operação militar, no sentido de ocupação da área e integrá-la ao desenvolvimento do país, envolvendo questões geopolíticas ligadas à segurança interna e ao controle das influências estrangeiras (KOHLHEPP, 1981).

Segundo Monteiro e Coêlho (2004), no período de 1960 a 1970, devido à construção da rodovia Belém-Brasília foi se dando uma nova (re) estruturação espacial dos estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, impulsionando mudanças territoriais, econômicas, sociais e ambientais, que foram sendo ampliadas a partir de políticas de intervenção na região implementadas pelos governos após o golpe militar de 64.

Além das construções das rodovias, um marco nesse processo de mudanças foi a instalação da Zona Franca de Manaus – SUFRAMA –, em 1967, projeto econômico destinado a criar um centro de montagem e comercialização de produtos eletrônicos na Amazônia Ocidental, juntamente com as empresas que se instalavam na região naquele momento (MONTEIRO e COÊLHO, 2004).

Na Amazônia, nesse período, uma das instituições que atendia a formação profissional era a Escola Industrial de Belém, que trabalhava com uma educação profissional pautada em ofícios, como tarefas manuais e reservada às camadas pobres da população. Mediante a realidade brasileira da época e dos projetos de desenvolvimento para a Amazônia em pauta, a formação profissional que a instituição citada oferecia não atendia às reais necessidades locais e se distanciavam dos interesses econômicos propostos no PND para a região/país.

Dessa forma, a instituição passou por várias mudanças para atender a essa realidade. A partir de 1966 passou a ofertar o ensino profissional de 2.º ciclo. Esse ensino surgiu no ano de 1942, com as Leis Orgânicas que estruturaram o Ensino Técnico Profissional, ocorrendo

de forma gradativa, através do decreto-lei n.º 4.073, de 30 de Janeiro de 1942, conhecida como Lei Orgânica do Ensino Industrial, pelo qual o ensino ficou dividido em dois ciclos: o industrial básico, em quatro anos; e o técnico, em três anos (ROMANELI, 1995).

Na época da instituição da “lei” orgânica, a Escola Industrial de Belém só trabalhava com o ensino profissional industrial básico (ensino fundamental), por isso não passou a ser Escola Técnica. A partir de 1966 a instituição passou a se denominar Escola Industrial Federal do Pará – EIFPA. As mudanças aconteceram tardiamente, e nesse mesmo ano começou gradativamente a extinção do curso ginásial (industrial) e a implantação dos cursos técnicos em nível de 2.º ciclo (depois 2.º grau): Edificações e Estradas. Em 1967, foram criados os cursos de Agrimensura e Eletromecânica.

Para terem acesso à matrícula nesses cursos técnicos, os alunos deveriam cumprir uma lista de exigências: ter concluído o 1.º ciclo do Curso Médio, tendo como critério as boas notas de conclusão, e teriam prioridade os que tivessem concluído na EIFPA, dentre outras. Poderiam concorrer às vagas sobranes alunos de outros estabelecimentos, atendendo ao item 5 da Portaria n.º 9. As inscrições deveriam acontecer na sede do estabelecimento da EIFPA<sup>17</sup>. Essa Portaria foi assinada pela então Diretora da Escola, professora Yolanda Ferreira Pinto, com a exigência dos seguintes documentos:

- a) atestado expedido pela Secretaria de Saúde do Estado de que o candidato não é portador de doenças contagiosas e está vacinado contra varíola;
- b) certificado de alistamento Militar e Título de Eleitor para os maiores de 17 e 18 anos, respectivamente;
- c) Vida Escolar;
- d) Certificado de Conclusão do Curso de 1.º Ciclo;
- e) Certidão de idade;
- f) três fotografias 3 X 4.<sup>18</sup>

Após a implantação dos cursos técnicos em nível de 2.º ciclo (2.º grau), a instituição sofreu outra intervenção. Em 1968, a Escola In-

dustrial Federal do Pará passou a denominar-se Escola Técnica Federal do Pará – ETFPA.

“Segundo Yolanda Ferreira Pinto, houve uma transformação na indústria, a mão de obra, que servia a indústria na década de 1940 e início de 1950 já não era a mesma que a indústria precisava, a nova indústria precisava de técnicos, por isso a Escola foi transformada para atender o mercado de trabalho”.<sup>19</sup>

O grande marco da passagem da Escola Industrial Federal do Pará para Escola Técnica Federal do Pará foi a inauguração de quatro pavilhões no dia 12 de agosto de 1968, com uma solenidade que teve início com o hasteamento do Pavilhão Nacional, com os alunos da escola cantando o Hino Nacional Brasileiro, acompanhados da Banda, também composta de alunos do próprio estabelecimento. Em seguida, o Sr Tarso Dutra, Ministro da Educação descerrou a fita da placa da Inauguração da Escola e da pedra fundamental do futuro prédio da administração. Posteriormente a Diretora Executiva da Escola Técnica Federal do Pará, professora Yolanda Ferreira Pinto, leu a ata de inauguração, a qual foi assinada pelas autoridades presentes.<sup>20</sup>

Nessa ocasião a pedra fundamental do prédio da administração foi colocada pelo Diretor do Ensino Industrial, professor Jorge Alberto Furtado, a qual foi trazida pelo arcebispo D. Alberto Ramos. Logo após essa solenidade, as autoridades dirigiram-se aos quatro pavilhões, sendo as fitas descerradas e inaugurado cada pavilhão por uma autoridade. Primeiro foi o Governador Alacid Nunes, depois o representante do Comando Militar, Coronel Ramiro Bentes, logo após o Arcebispo D. Alberto

Ramos e o Secretário Geral do MEC, professor Edson Franco.<sup>21</sup>

A diretora Executiva, professora Yolanda Pinto, lendo a ata, disse: “o ato marca a passagem do Presidente Costa e Silva pela Amazônia e é uma homenagem ao chefe da nação e ao ministro da educação pelo carinho com que olharam o ensino industrial até hoje”.<sup>22</sup>

A inauguração da Escola Técnica Federal do Pará foi uma solenidade marcante, na qual estiveram presentes as autoridades de já citadas mais o presidente do Conselho de Representantes, Dr. José Hermógenes Barra, e os professores Eldonor Machado, da cadeira de Geografia; Alberto Gabbay, de Matemática; Thomaz Busby, de Inglês; Vicente Elói, de História, dentre outros.

A inauguração dos pavilhões foi comemorada como uma grande vitória da Diretoria do Conselho de Representantes, da Diretora Executiva e marco significativo da administração do Marechal Arthur da Costa e Silva, Ministro Tarso Dutra e Dr. Jorge Alberto Furtado. De maneira que, no mesmo dia, o Dr. José Hermógenes Barra, presidente do Conselho de Representantes ofereceu em sua residência um almoço com cardápio regional, ao qual estiveram presentes o ministro da Educação, Dr. Tarso Dutra; o diretor do Ensino Industrial, Dr. Jorge Furtado; o Secretário Geral do MEC, Dr. Edson Franco; o representante do Comando Militar da Amazônia, coronel Ramiro Bentes; Dr. Otávio Biteencourt Pires, membro do Conselho de Representantes da ETFPA e a professora Yolanda Ferreira Pinto, diretora executiva da instituição.

A partir de então, a instituição passou a criar cursos e a oferecer um o ensino profissional técnico em nível de 2.º grau, conforme o que prescrevia a legislação, considerando também o projeto de desenvolvimento do governo federal para a Amazônia e as carências de

<sup>17</sup> Sítio na travessa D. Romualdo de Seixas, esquina com Jerônimo Pimentel.

<sup>18</sup> M.E.C – D.E.I. Portaria n. 9 de 10 de Fevereiro de 1967.

<sup>19</sup> Entrevista com a Diretora da ETFPA, em 19/09/2010.

<sup>20</sup> Jornal A Província do Pará, 14/08/1968, 1.º Caderno, p.7.

<sup>21</sup> Ibidem, p.7.

<sup>22</sup> Jornal A Província do Pará, 14/08/1968, 1.º Caderno, p.7.

empresas que se instalaram na região. Exemplo disso foi o curso de estradas, no qual foi feito todo um investimento com a perspectiva de que os técnicos formados fossem suficientemente aproveitados no trabalho de implantação da rede de rodovias na Amazônia.

Esse período, por volta de 1968, caracterizou-se pela retomada da expansão, pela presença do setor industrial, a partir do processo de modernização. Com a criação dessas empresas, vislumbrava-se o surgimento de novas ocupações e serviços de forma efetiva, gerando uma fonte de empregos que exigiria trabalhadores com diversos níveis de habilitação. “Além disso, é preciso não esquecer de que este foi o período das instalações das grandes firmas multinacionais, [...] que possibilitaram a criação de uma infinidade de outras firmas menores, além de um esquema burocrático, que exige uma extensa gama de serviços”.<sup>23</sup>

Nesse sentido, a Escola Técnica Federal do Pará passou a ser uma referência no ensino profissional técnico na região Norte, atendendo a uma demanda de alunos oriundos de Belém, outros municípios do Pará e Territórios da região Norte, principalmente do Amapá, com qualificação profissional reconhecida pelas empresas e sociedade local: “A Escola Técnica Federal do Pará, graças ao carinho que está sendo devotado pelas autoridades centrais da República ao Ensino Industrial, prepara-se assim para desempenhar sua parcela de responsabilidade dentro da atual estrutura sócio-econômica da Amazônia”.<sup>24</sup>

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ações do governo por meio das políticas educacionais a partir da década de 1940 no campo da educação profissional constituíram-se na tentativa de viabilizar a qualificação técnica

para atender à industrialização, e com isso potencializar a geração de emprego e renda, tornando um vínculo mais efetivo entre a educação profissional e o mercado de trabalho, este sob a influência do Estado com característica populista, tendo como meta o desenvolvimento econômico do país.

Durante o governo de Getúlio Vargas (1930-1945), a educação profissional passou a ter uma organização pautada num ensino prático e técnico. Esta forma de ensino industrial tinha pouca relação com a cultura geral. Entretanto, é público e reconhecido que foi no governo de Getúlio Vargas que o ensino industrial foi organizado como um sistema,<sup>25</sup> ou seja, passou a ter os cursos técnicos reconhecidos pelo MEC.

No governo do presidente Juscelino Kubitschek (1955-1960), ainda permaneceu a ideologia desenvolvimentista, e as políticas educacionais adotadas para a educação profissional sofreram ainda mais a influência dos avanços da indústria e das tecnologias fundamentadas num posicionamento positivista. Essa influência do pensamento newtoniano-cartesiano é visível na fragmentação do saber, na divisão dos cursos em disciplinas estanques, em período e em séries, restringindo cada profissional a uma especialidade.

A presença de indústrias estrangeiras no Brasil, com a fabricação em série, favoreceu a adoção do modelo de organização de produção fordista/taylorista. Esse modelo teve desdobramentos nas instituições que ministravam o ensino industrial: algumas passaram a ser Escolas Técnicas, outras permaneceram como Escolas Industriais. Mas todas sofreram várias mudanças, como a reforma administrativa, a organização curricular, e, a partir desta, a organização de diversas habilitações dos cursos técnicos, conforme prescrição do Decreto Lei n.º 3.552/1959, para atender às carências desse

<sup>23</sup> Romanelli, 1995, p. 205.

<sup>24</sup> Jornal A Província do Pará, 14/08/1968, 1º Caderno, p. 7.

<sup>25</sup> Sobre o assunto ler: Cunha, Luiz Antônio. O Ensino Profissional na Irradiação do Industrialismo. São Paulo: Editora UNESP, Brasília, DF: Flacso, 2000, PP: 120-142.

novo estágio de desenvolvimento industrial.

As políticas públicas educacionais para a Educação Profissional oscilaram entre a perspectiva do desenvolvimento econômico – marcada por valores e visões de mundo de grupos políticos e da política de governo – e o projeto desenvolvimentista para o país. Por mais que se tenha incorporado a dimensão técnico-científica e utilitarista como instrumento de progresso, manteve a forma compensatória de um ensino industrial para atender aos mais carentes com práticas filantrópicas, caráter sempre presente na história da Educação Profissional. Porém, nesse percurso, devido à conjuntura do país e às políticas educacionais, esse ensino passou a se preocupar também em formar mão de obra para atender à expansão do capitalismo.

Além desse caráter conflitante, a Educação Profissional padecia de diversas carências, como a falta de professores qualificados, de espaços adequados, de equipamentos e uma visão de educação muito fragmentada, racional e reducionista. Ainda houve o descompasso entre o que preconizavam as políticas educacionais e o que acontecia na realidade dessas instituições que ministravam esse ensino. Mesmo com problemas de diversas ordens, a Educação Profissional melhorou e buscou na época uma educação de qualidade pautada na eficiência e produtividade.

Nessa conjuntura, foram criadas as Escolas Técnicas Federais. No caso da Escola Técnica Federal do Pará, as mudanças aconteceram tardiamente. A instituição só passou a ser Escola Técnica na década de 1960, em pleno período militar. Nesse cenário, a Educação Profissional foi o foco das políticas públicas de educação, articulada às políticas de emprego e aos Planos Nacionais de Desenvolvimento. Nesse sentido, a ETFPA atendeu a essas diretrizes e (re) organizou a instituição administrativamente, atualizou pedagogicamente os cursos técnicos implantados a partir de 1966/1968, os quais vislumbravam atender aos alunos carentes e às demandas das empresas locais, considerando

também nessa conjuntura os Planos de Desenvolvimento para a região Norte.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ricardo. Adeus ao Trabalho? Ensaio as metamorfoses e a centralidade do mundo do trabalho. São Paulo: Cortez, 2003, p.25.

AZEVEDO, Fernando. Sociologia educacional. São Paulo: Melhoramentos, 1958, p. 207.

BASTOS, Péricles Antônio Barra. A Escola Técnica do Pará e o Desenvolvimento do Ensino Industrial. Um estudo histórico, 1909-87. Belém: Gráfica Santo Antônio, 1988, p. 83.

BEHRENS, Marilda Aparecida. O Paradigma Emergente e a Prática Pedagógica. Petrópolis, RJ. Ed. Vozes, 2001, PP:17-18.

CUNHA, Luiz Antonio & DE GÓES, Moacyr. O Golpe na Educação. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991, P: 12.

CUNHA, Luiz Antônio. O Ensino Profissional na Irradiação do Industrialismo. São Paulo: Editora UNESP, Brasília, DF: Flacso, 2000, p. 120-142.

CONSTITUIÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS DO BRASIL (De 18 de Setembro de 1946). Disponível em:<[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao46.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao46.htm)>. Acesso em 23/10/2010.

Decreto Lei N.º 4.073, de 30 de Janeiro de 1942. In: FONSECA, Celso Suckow da. História do Ensino Industrial no Brasil. Rio de Janeiro: SENAI/DN/DPEA, 1986. p. 88-110.

Decreto Lei N.º 8.535, de 20 de Janeiro de 1946. Disponível em: <[http://www.fiscolex.com.br/doc\\_107333\\_DECRETO\\_N\\_8\\_535\\_2\\_JANEIRO\\_1946.aspx](http://www.fiscolex.com.br/doc_107333_DECRETO_N_8_535_2_JANEIRO_1946.aspx)>. Acesso em 23/10/2010.

Jornal A Província do Pará, 14/08/1968, 1.º Caderno, p.7.

Lei N.º 3.552 – De 16 de fevereiro de 1959 – DOU de 17/02/1959. Disponível em:<<http://www3.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1959/3552.htm>>> Acesso em 22/10/2010.

KOHLHEPP, Gerd. Estratégias de Desenvolvimento Regional na Amazônia Brasileira. Finis-terra, XVI, 31, Lisboa, 1981.

KUENZER, Acacia. Ensino de 2.º Grau – O Trabalho como Princípio Educativo. São Paulo: Cortez, 1997, p:13.

MEC-D.E.I. Portaria n. 9 de 10 de fevereiro de 1967. IN: Jornal A Província do Pará, de 12 de fevereiro de 1967, 2º Caderno, p.3.

MONTEIRO, Maurílio de Abreu, COELHO, Maria Célia Nunes. As políticas federais e reconfigurações espaciais na Amazônia. Novos Cadernos NAEA, v. 7, n.1, p. 91-122, jun. 2004, ISSN 1516-6481.

ROMANELLI, Otaíza de Oliveira. História da Educação no Brasil. Ed. Vozes. Petrópolis, 1995, p. 205.

SADER. Emir. A Transição no Brasil: da ditadura à democracia. São Paulo: Atual, 1990, p.10.

KUENZER, Acacia. Ensino de 2.º Grau – O Trabalho como Princípio Educativo. São Paulo: Cortez, 1997, p:13.

## NORMAS DE PUBLICAÇÃO DOS ARTIGOS

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, em espaço 1,5 linha, em fonte tipo Arial, tamanho 12. A página deverá ser em formato A4, com formatação de margens superior e esquerda (3 cm) e inferior e direita (2 cm). Número máximo de páginas vinte (20).
2. Após a seleção dos artigos, os autores selecionados deverão preencher e assinar o termo de cessão dos direitos autorais do artigo a ser publicado na revista ENGRENAGEM e enviar para endereço indicado no sistema de submissão desta revista.
3. A apresentação dos trabalhos deve seguir a seguinte ordem:
  - 3.1. Folha de rosto personalizada contendo: Título em português, não devendo exceder 02 linhas; Título em Inglês, compatível com o título em português;
  - 3.2. Nome de cada autor (máximo quatro), seguido por afiliação institucional e titulação por ocasião da submissão do trabalho; Indicação do endereço completo do autor principal para constar na publicação do texto, bem como o endereço eletrônico e para o envio de correspondência;
  - 3.3. Folha contendo Resumo (até 250 palavras, redigido em parágrafo único, espaço simples e alinhamento justificado e Palavras-chave (mínimo 3 e máximo 5) separadas por ponto;
  - 3.4. Folha contendo Abstract e Keywords, em inglês, compatível com o texto em português. O Abstract deve obedecer às mesmas especificações para a versão em português.
4. Texto propriamente dito. As citações bibliográficas devem ser feitas de acordo com as normas da ABNT (NBR 10520 — *Informação e Documentação — Citações em documentos — Apresentação*), adotando-se o sistema autor-data. O texto deve ser editado em duas colunas, com espaçamentos entre elas de 1,25 cm.

5. Quando vários 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. No caso de trabalho de até três autores no corpo do texto, seus sobrenomes na citação devem vir separados por vírgula e pela palavra “e”. Exemplo: Coutinho, Coutinho Neto e Assunção (2007).
7. No caso de mais de três autores, indica-se, apenas, o primeiro sobrenome, acrescentando-se a expressão *et al.* Exemplo: Coutinho Neto *et al.* (2008).
8. Na lista das Referências, cada trabalho referenciado de autores diferentes deve ser separado do seguinte por espaço duplo. A lista dos documentos pesquisados deve ser apresentada em ordem alfabética, não numerada, seguindo o sobrenome do autor principal, destacando em *itálico* o título do periódico (para artigos) ou o nome da obra ( para capítulos de livro), como descrito no item Referências. 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.
9. As notas não bibliográficas devem ser colocadas no rodapé, ordenadas por algarismos arábicos que deverão aparecer imediatamente após o segmento do texto ao qual se refere a nota.
10. Figuras, Quadros e Tabelas, com as respectivas Identificações/Fontes, deverão ser apresentadas/inseridas, após o parágrafo onde foram referenciadas e o mais próximo possível. São considerados como Figuras: desenhos, fotografias, gráficos, mapas e plantas. Independentemente, do tipo, sua identificação aparecerá na parte inferior, considerando a palavra *Figura*, seguida do número de ordem de ocorrência no texto, em algarismo arábico, e do texto que a identifique de forma breve e clara (Ex.: *Figura 1. Rodovia de Pista simples.*). A mesma regra se aplica para Quadros. Para Tabelas: a palavra *Tabela* e o texto que a identifique serão escritos acima, e receberão numeração consecutiva em algarismo arábico (Ex.: *Tabela 1. A evolução da urbanização no Brasil.*).
11. Figuras como, desenhos, fotografias, gráficos, mapas, plantas, Esquemas, Fluxogramas, Organogramas, Macrofluxos, Quadros e Tabelas, a critério do autor, podem ser editadas em coluna única, como forma de preservar a qualidade da imagem/informação.
12. Siglas e Abreviaturas devem ser evitadas, pois dificultam a leitura. Quando forem necessárias, as siglas ou as abreviaturas devem ser introduzidas entre parênteses, logo após o emprego do referido termo na Íntegra, quando do seu primeiro aparecimento no texto. Ex.: Região Metropolitana de Belém (RMB). Após a primeira alusão no texto, usar somente a sigla ou

abreviatura. Todas as abreviaturas em Tabelas ou Figuras deverão ser definidas em suas respectivas legendas.

13. Referências (NBR 6023 — Informação e Documentação — Referências — Elaboração / Ago. 2002) — devem conter todos os dados necessários para a devida identificação das obras e dispostas em ordem alfabética.
14. Direitos Autorais : 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 a autorização por escrito do Presidente do Conselho Editorial.