

Revista Científica

ESPAÇO ACADÊMICO

MULTIVIX

SERRA

REVISTA ESPAÇO ACADÊMICO

Volume 9, número 2

SERRA

2019

EXPEDIENTE

Publicação Semestral
ISSN 2178-3829
Temática: Multidisciplinar

Revisão Português
José Renato Siqueira Campos

Capa
Marketing Faculdade Capixaba da Serra/Multivix Serra

Revista Espaço Acadêmico/Faculdade Capixaba da Serra

Serra: (Nov./Dez. 2019).

Semestral

ISSN 2178 - 3829

1. Produção Científica – Faculdade Capixaba da Serra. II. Título

Os artigos publicados nesta revista são de inteira responsabilidade de seus autores e não refletem, necessariamente, os pensamentos dos editores.

Correspondências

Coordenação de Pesquisas Faculdade Capixaba da Serra

Rua Barão do Rio Branco, 120, Colina de Laranjeiras, Serra/ES | 29.167-183

E-mail: antonio.junior@multivix.edu.br

FACULDADE CAPIXABA DA SERRA**DIRETOR GERAL**

Helber Barcellos da Costa

COORDENAÇÃO ACADÊMICA

Daniele Drumond Neves

COORDENAÇÃO DE PESQUISA

Antonio Ferreira de Melo Junior

BIBLIOTECÁRIA

Alexandra Barbosa Oliveira

CONSELHO EDITORIAL

Daniele Drumond Neves

Eliene Maria Gava Ferrão

Antonio Ferreira de Melo Junior

ASSESSORIA CIENTÍFICA

Ana Gabriela Rangel Poncio Volkers	Nathalie Tristão B. Delgado de Lima
Caio Jorge Figueiredo de Oliveira	Patrícia Campos da Rocha Loss
Hannah Nicchio Loriato	Sheila de Souza Muritiba
Jussara Angélica G. N. Sardenberg	Matheus de Souza e Silva
Ligia Abreu Martins	Elaine Barcellos da Costa
Oscar Omar Carrasco Delgado	Ananda Tissianel Dias Moreira
Tathiana Ferreira Sá Antunes	Aline Ximenes Fragoso
Victor Johne Freitas Pacheco	Daniele Drumond Neves

APRESENTAÇÃO

No contexto contemporâneo, a prática da iniciação científica é, evidentemente, um grande desafio para os discentes e docentes da Multivix Serra. Nesse sentido, a produção acadêmica é tão gratificante quando se concretiza a realização de mais uma edição da Revista Espaço Acadêmico. Com muita alegria apresentamos a edição número 9, volume 2.

Nessa conjuntura, onde a era do conhecimento nos impõe novos olhares e novas práticas acadêmicas, a revista Espaço Acadêmico vem a fomentar e a prestigiar a práxis da interdisciplinaridade e das ações integradas do saber. Nesse olhar, os artigos científicos apresentados neste volume nos mostram a tremenda transcendência da produção do conhecimento tanto de alunos como de professores da nossa instituição.

Portanto, recomendo e aprovo a leitura dos artigos que compõe a revista. Artigos que são frutos de práticas e curiosidades do mundo da ciência. A leitura, é, pois, um convite à reflexão dos diferentes temas aqui expostos.

Boa leitura!

Prof. Dr. Omar Carrasco Delgado

Pesquisador e orientador Multivix Serra

(Convidado de honra a apresentar o volume 2 da Revista Espaço Acadêmico)

SUMÁRIO

ASHBY METHOD IN THE SELECTION OF MATERIALS FOR THE BRAKE DISC AND AXIS OF TRANSMISSION OF A PROTOTYPE BAJA SAE.....07

André Rabelo Moraes, Dayane Cussiol Monfardim, Igor Loureiro Coura, Joana Freitas Campana, Lazaro Ernesto Ferreira, Mario Augusto Alves de Deus Filho, Renato Fontana Souza, Antonio Carlos Barbosa Zancanella, Rômulo Maziero, Bruno Dorneles de Castro.

A GINÁSTICA LABORAL E O PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA NO AMBIENTE DE TRABALHO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.....21

Alan Patrik Gomes da Silva, Donaldson R. Thompson, Francysmeyre R. Thompson.

ATEROSCLEROSE E ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO.....35

Fabício Bragança da Silva, Nathalie Tristão Banhos Delgado.

A UTOPIA CONCRETA E A PRÁXIS LIBERTADORA: A INFLUÊNCIA DE KARL MARX NA FILOSOFIA DA LIBERTAÇÃO DE ENRIQUE DUSSEL.....49

Halley Jhason Medeiros Mendes, João Menezes Santos Neves.

TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM TELHADOS DE DIFERENTES MATERIAIS: CARGA TÉRMICA E CUSTO DO QUILOWATT/HORA PARA CLIMATIZAÇÃO.....65

Diego Carrafa dos Santos, Guilherme Henrique Menenguci Dias, Henrique Santos Silva Nascimento, Juraci de Sousa Araujo Filho, Antonio Carlos Barbosa Zancanella, Rômulo Maziero, Eliane Correia Nascimento Souza, Bruno Dorneles de Castro.

LESÃO CORPORAL NA LEI MARIA DA PENHA: AÇÃO PENAL PÚBLICA INCONDICIONADA OU CONDICIONADA À REPRESENTAÇÃO? A retórica material da resposta dos Tribunais Superiores. Uma crítica com base na retórica estratégica.....78

Halley Jhason Medeiros Mendes, João Menezes Santos Neves.

MONITORAMENTO DO DESGASTE DE FERRAMENTAS DE CORTE.....94

Carolina Locatelli Vago, Juliana Gobeti Calenzani, Rômulo Maziero, Eliane Correia Nascimento Souza, Antonio Carlos Barbosa Zancanella, Vinicius Silva da Cunha, Washington Moreira Cavalcanti.

ASHBY METHOD IN THE SELECTION OF MATERIALS FOR THE BRAKE DISC AND AXIS OF TRANSMISSION OF A PROTOTYPE BAJA SAE

André Rabelo Moraes¹
Dayane Cussiol Monfardim¹
Igor Loureiro Coura¹
Joana Freitas Campana¹
Lazaro Ernesto Ferreira¹
Mario Augusto Alves de Deus Filho¹
Renato Fontana Souza¹
Antonio Carlos Barbosa Zancanella^{1*}
Rômulo Maziero²
Bruno Dorneles de Castro²

ABSTRACT

The objective of this work was to analyze the selection of materials for two components of a Baja SAE prototype, specifically the brake disc and the vehicle transmission axis, in order to choose materials that would meet the design requirements. The indices of merit, mechanical strength, thermal fatigue and thermal properties were considered using the Ashby method in the choice of materials. The results indicated that the best material for the brake disc was the steel alloys and for the transmission shaft tungsten, aluminum nitride, steel alloys and carbon fiber reinforced polymer.

KEYWORDS: Materials; Brake disc; Drive shaft; Ashby method.

¹Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (IFES), Espírito Santo, ES, Brazil. antonio.zancanella@ifes.edu.br

²Post-Graduate Program in Mechanical Engineering (PPGMEC), Federal University of Minas Gerais (UFMG), Minas Gerais, MG, Brazil

1 INTRODUCTION

The Baja SAE project is a challenge to engineering students by the Society of Automotive Engineers, where they engage with a real-world case for project development, from conception, designing, and building an off-road vehicle. In Brazil, it is called the Baja SAE BRASIL project.

The SamaBaja team represents the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo (Sao Mateus, Brazil), and its purpose is to build an off-road vehicle in the city. All the technical knowledge to build the vehicle comes from the students involved in the project, putting into practice what was learned in the room. In addition, the staff is led by some teachers, especially in management.

To structure the development of the mini Baja prototype, a logical sequence of phases was adopted. The activities were then divided into four stages: Planning and Management, which explains the organization and the way the team works; Detailed design, which technically describes the design and dimensioning of the vehicle; Production, points out the methods used to manufacture the components and; Tests, which presents the real performance of the prototype in dynamic demonstrations, in front of everything that was produced.

The project is divided by sectors: chassis, suspension and steering, brakes, sensing and transmission. From the experience and problems acquired in previous competitions, there was a demand in the study and selection of the best material for components in the brake and transmission sectors.

In motor racing competitions, such as the project Baja SAE BRASIL, the braking power and durability of the brake system components are very important for vehicle performance. According to Lim and Goo (2015), this is important point to consider when choosing a material to make a brake disc, since small losses of performance in this system can cost positions in the final classification of the competition.

Brake discs can be made of metals, such as cast iron, alloy steel, or also ceramic (Stadler et al., 2007) and composite materials (Gultekin et al., 2010). The choice of the best material for brake disc construction should take into account factors such as weight, heat dissipation, cost, fatigue strength, among others (Augustins

et al., 2017). Machine designs are often seen as the task of designing shafts, to which are coupled other mechanical elements, such as gears, pulleys, centered wheels, among others. It is common that along the axis there are tear and keyways for fixing the components.

In this context, the objective of this work was to analyze the selection of materials of two components for the prototype mini Baja SAE, due to the problems that the SamaBaja team faced in the previous competitions as, for example, the brake system failure during the braking test and the fracture of the transmission axis along the endurance test.

2 METHODS AND MATERIALS

2.1 ANALYSIS OF MERIT INDEX RELATED TO THE BRAKE

For the brake disc, the design criteria to be analyzed and which directly influence brake performance are low density, high stiffness (high modulus of elasticity), wear resistance, high thermal conductivity and thermal diffusibility, low coefficient of expansion thermal and cost.

Wu et al. (2019) mention that the material of the brake disc must be able to withstand the high thermal stress caused during the thermal cycles in the course of the use and also the thermal energy constituted must be dissipated as soon as possible.

2.1.1. Mechanical strength of brake disc

Brake discs must have thermal and mechanical strength, to support the stress applied in applications. For this, it is necessary to understand exactly what are and where the forces present. So, applying the equilibrium equations, has, on the x axis:

$$\sum F_x = F_{resulting}$$

$$\sum F_x = F_{axial} - 2F_{rotor} - F_{tire}$$

On the y axis:

$$\sum F_y = 0$$

$$N = W$$

To the moments:

$$\sum M_0 = \left(2F_{rotor} \times \frac{D_{rotor}}{2} \right) - \left(F_{tire} \times \frac{D_{tire}}{2} \right) = I \times a$$

In deceleration:

$$V = V_0 + a_x \times t$$

As $V = 0$, total stop:

$$a_x = -\frac{V_0}{t_s}$$

The speed V (m/s) of the car corresponds to W (rad/s) of the rotor, which is equal to the speed of rotation of the tire:

$$2 \left(\frac{V}{D_{tire}} \right) = W = 2 \left(\frac{V_{rotor}}{D_{rotor}} \right)$$

$$V_{rotor}(t) = \left(\frac{D_{rotor}}{D_{tire}} \right) \times \left(V_0 - \frac{V_0}{t_s} \times t \right)$$

It is considered that the analyzed wheel receives $C\%$ of the braking load, thus by the energy approach:

$$E_c(car) = Pot(rotor dissipated)$$

$$C \times \frac{1}{2} \times M \times V_0^2 = \int_0^{t_s} 2 \times F_{rotor} \times V_{rotor} dt$$

$$C \times \frac{1}{2} \times M \times V_0^2 = 2 \times F_{rotor} \times \frac{D_{rotor}}{D_{tire}} \times \left(V_0 \times t_s - \frac{V_0}{t_s} \times \frac{1}{2} \times t_s^2 \right)$$

Therefore:

$$F_{rotor} = \frac{C \times M \times V_0^2 \times D_{tire}}{D_{rotor} \times V_0 \times t_s}$$

The function is to dissipate kinetic energy from the car during braking, in addition to minimizing mass and braking time and maximizing the critical size of the cracks. The constants are the rotor and tire geometry, vehicle speed, vehicle mass and braking load distribution. Therefore, the following equations are applied:

$$t_s = \frac{C \times M \times V_0^2 \times D_{tire}}{D_{rotor} \times V_0 \times F_{rotor}} \quad Eq. 01$$

$$F_{rotor} = \frac{\sigma_e}{A_{pad}} \quad Eq. 02$$

$$m_{motor} = \rho \times \pi \times \frac{D_{rotor}^2}{4} \times e \quad Eq. 03$$

$$a_c = \left(\frac{K_{IC}}{\sigma_e} \right)^2 \times \frac{1}{\pi} \quad Eq. 04$$

Where e is the disc thickness.

Substituting Equations 02, 03 and 04 in Equation 01:

$$t_s \times \sqrt{\frac{m_{rotor}}{a_c}} = \frac{C \times M \times V_0^2 \times D_{tire}}{V_0 \times \frac{1}{A_{pastille} \times \sqrt{\pi}} \times \sqrt{\frac{4}{\pi \times e}}} \times \left(\frac{\sqrt{\rho}}{K_{IC}} \right)$$

Therefore, for the index of merit:

$$IM = \frac{K_{IC}^2}{\rho}$$

2.1.2. Thermal fatigue

Regarding to thermal fatigue, if the rotor could freely expand:

$$\Delta b' = \alpha \times b \times \Delta T$$

From the theory of elasticity and considering a situation of EPD (flat state of deformations), it is observed that for a vessel with only internal pressure (rotor):

$$\Delta b = \frac{P}{E} \times b \times \left[\left(\frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \right) - \nu \right]$$

Considering also, for a vessel with internal radius equal to zero (cube) and only with external pressure:

$$\Delta c = \frac{P}{E} \times c \times (1 - \nu)$$

Thus, the sum of these deformations must be equal to the free deformation of the rotor.

$$\Delta b' = \Delta b + \Delta c$$

Substituting equations:

$$P = \frac{\alpha \times \Delta T \times E}{\left[\left(\frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \right) + 1 \right]}$$

$$\Delta T = \left[\left(\frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \right) + 1 \right] \times \frac{P}{\alpha \times E}$$

For $P_{\max} = \sigma_e / A_{\text{contact}}$, it has:

$$\Delta T = \frac{\left[\left(\frac{a^2 + b^2}{a^2 - b^2} \right) + 1 \right]}{A_{contact}} \times \left(\frac{\alpha_e}{\alpha \times E} \right)$$

For the index of merit related to thermal fatigue, that the function is to dissipate the kinetic energy of the car in the braking and to minimize the temperature variation. For this, the constants of disk thickness and the properties of the materials, results in the following index of merit:

$$IM = \frac{\sigma_e}{\alpha E}$$

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 ANALYSIS OF MERIT INDEX RELATED TO THE AXIS

For the selection of the material of the drive shaft, it is necessary to find the following material properties: low density; high stiffness; mechanical strength; bending; cost and benefit ratio.

Therefore, for the choice of materials, it is necessary to perform the analysis of these characteristics in an axis, through the index of merit (IM), thus obtaining, a more precise selection of the material before the map of Ashby. In the first case, consider a circular bar (axis) of size L and radius r, undergoing flexion deflection by force F.

Starting from known equations:

$$\varphi = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I} \quad Eq. 05$$

$$I = \frac{\pi \times r^4}{4} = \frac{A^2}{4 \times \pi} \quad Eq. 06$$

$$A = \frac{m}{L \times \rho} \quad Eq. 07$$

Substituting Equation 06 into Equation 07, it has:

$$\varphi = \frac{F \times L^3 \times \pi}{12 \times E \times A^2} \quad Eq. 08$$

Thus, when replacing Equation 07 in Equation 08, it finds:

$$m^2 = \frac{F \times L^5 \times \rho^2 \times \pi}{12 \times E \times \varphi}$$

$$m = \sqrt{\frac{F \times L^3}{12 \times \varphi} \left[\frac{\rho}{E^{\frac{1}{2}}} \right]}$$

In order to optimize the index of merit and to reduce the mass so that there is a smaller deflection of the beam, one has:

$$IM = \frac{E^{\frac{1}{2}}}{\rho}$$

For the second case, it is known that the shaft must withstand a torque without fracture. Therefore, a property that must be analyzed is the rigidity of the material, therefore, considering torsion, the following index of merit:

$$IM = \frac{G}{\rho}$$

Where G is the transverse modulus of elasticity, which is 3/8 of Young's modulus (E).

3.2 ANALYSIS OF ASHBY MAPS TO THE BRAKE DISC

The CES EduPack 2013 software was used to analyze the Ashby maps. The limits of the analyzed properties - modulus of fracture toughness x density, are presented in Table 1 and Figure 1.

Table 1 - Properties limit: modulus of toughness

Properties	Minimum	Maximum
Modulus of toughness (MPa.m ^{1/2})	36	58

Source: Authors, 2019

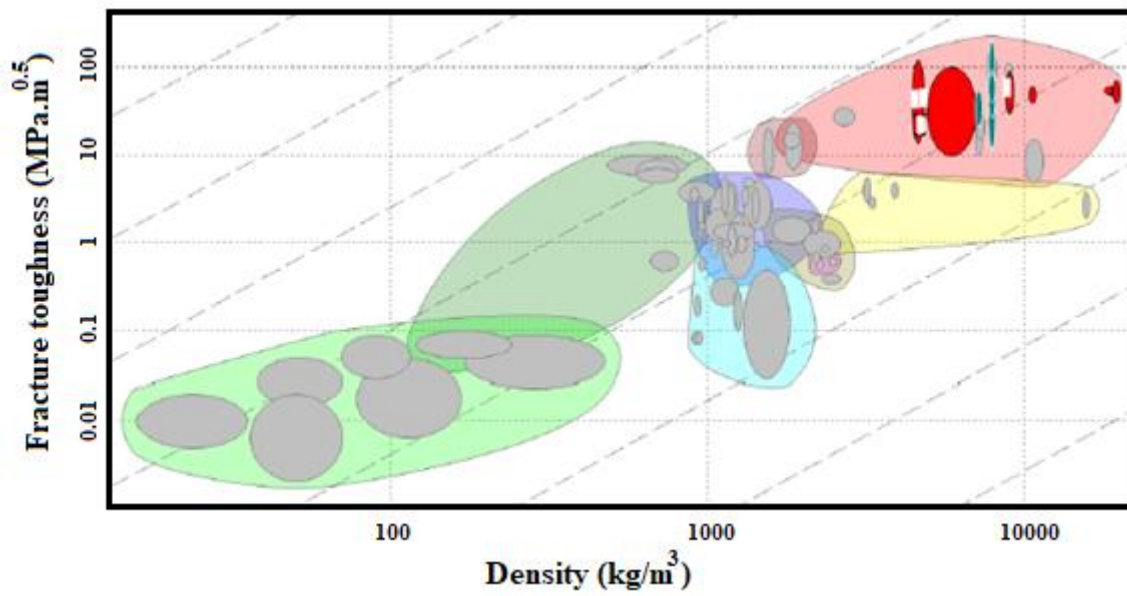


Figure 1: Ashby map: modulus of fracture toughness x density Source: Authors, 2019.

The materials selected by the Ashby map analysis were: cast iron; copper alloys; gold; alloy steel; silver; titanium alloys; zinc alloys and tungsten alloys. The limits of the properties analyzed – yield strength x thermal expansion coefficient, are shown in Table 2 and Figure 2.

Table 2 - Properties limit: yield strength x thermal expansion coefficient

Properties	Minimum	Maximum
Yield strength (MPa)	3,3	-
Thermal expansion coefficient (μstrain/°C)	10	29

Source: Authors, 2019

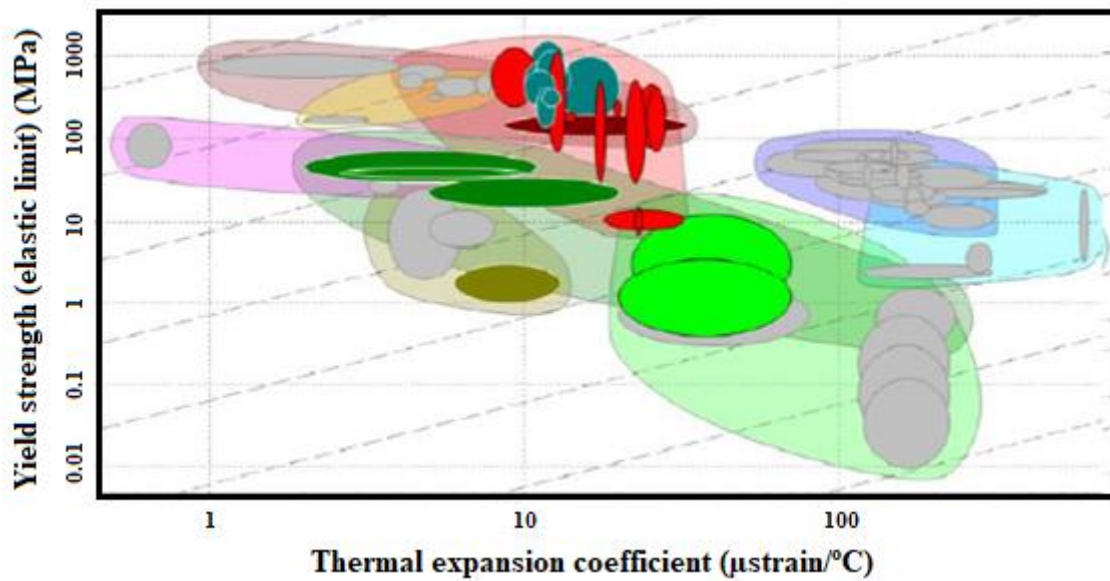


Figure 2: Ashby map: yield strength x thermal expansion coefficient. Source: Authors, 2019

The following materials were selected with the aid of the Ashby map: aluminum alloys; cast iron; fiberglass reinforced polymer and steel alloys.

The initial idea was to analyze the thermal diffusibility in relation to thermal conductivity, however, the relationship between the two properties is very similar for all materials. Therefore, it is not possible to obtain an accuracy in the choice of material through these two properties. The limits of the analyzed properties - thermal expansion coefficient x thermal conductivity, are presented in Table 3 and Figure 3.

Table 3 - Properties limit: thermal expansion coefficient x thermal conductivity

Properties		Minimum	Maximum
Thermal conductivity (W/m.°C)		35	55
Thermal expansion coefficient (μstrain/°C)		10	29

Source: Authors, 2019

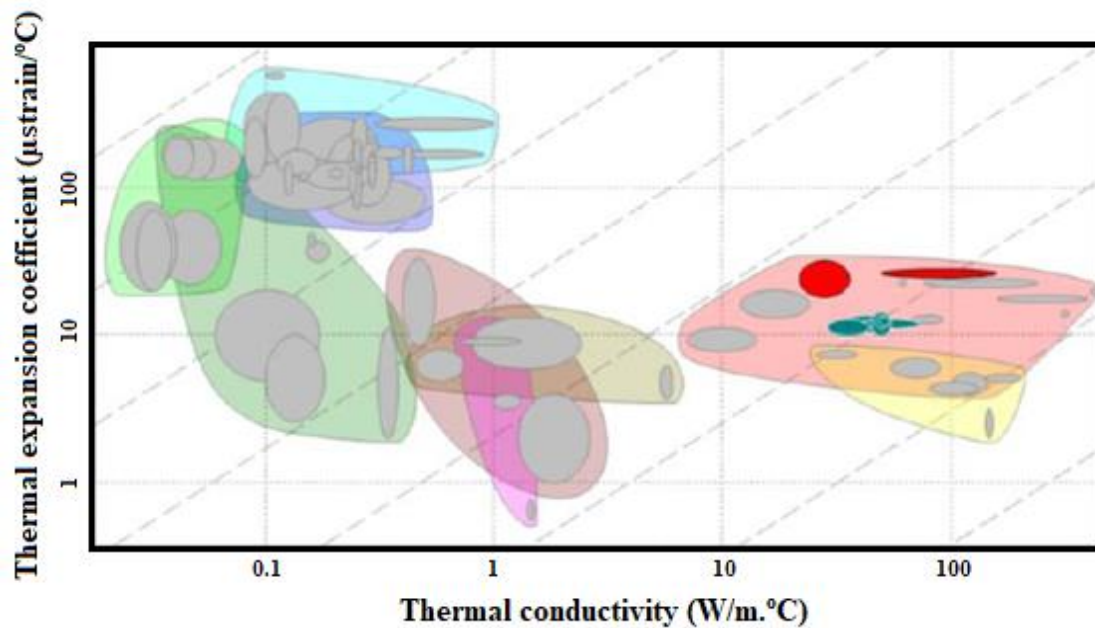


Figure 3: Ashby map: thermal expansion coefficient x thermal conductivity. Source: Authors, 2019

The materials selected by these properties were: ductile iron, ductile and gray; alloy steel; magnesium alloys and lead alloys.

3.3 ANALYSIS OF THE ASHBY MAPS FOR THE DRIVE SHAFT

For this study, it is necessary that the shaft has, at the same time, mechanical characteristics such as ductility in its core and high resistance to abrasion, represented by the high hardness, in the superficial part. In addition, a low cost material and high fatigue strength is required.

To achieve the objectives mentioned in the paragraph above, the best combination to be chosen is to use steel with some type of heat treatment. Among the most commonly used steels are carbon steels such as SAE 1020, 1040, 1050 and alloy steels 3145, 3150, 4320, 4340, 8620 and 8640. The limits of the analyzed properties – Young's modulus x density, are presented in Table 4 and Figure 4.

Table 4 - Properties limit: Young's modulus x density

Properties	Minimum	Maximum
Young's Modulus (GPa)	150	-

Source: Authors, 2019

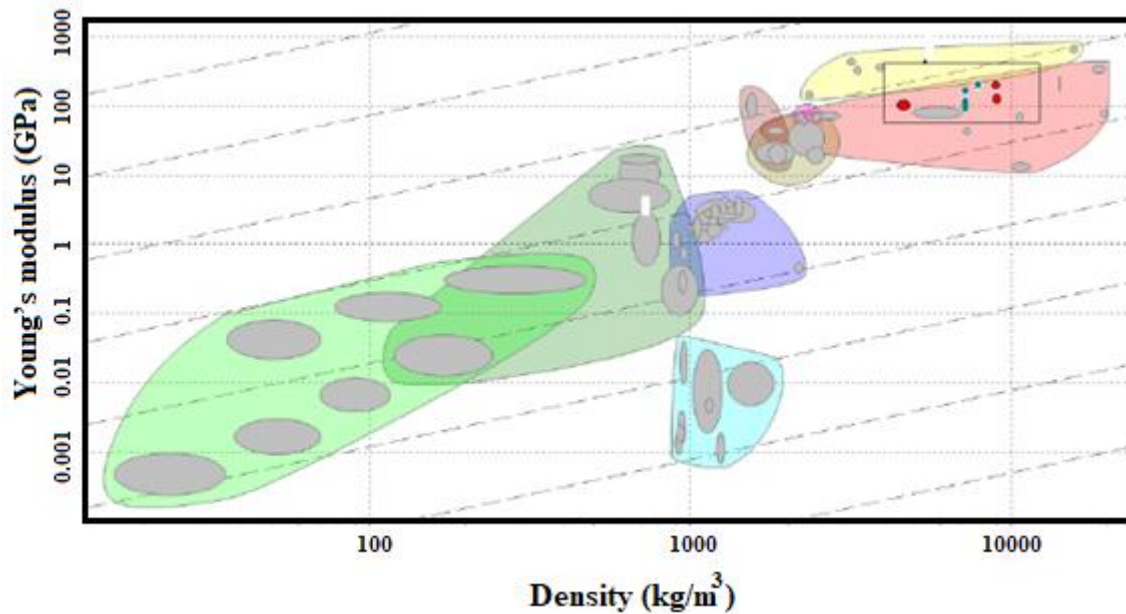


Figure 4: Ashby map: Young's modulus x density. Source: Authors, 2019

The materials selected by these properties were: cast iron; copper alloys; alloy steel; nickel alloy; stainless steel and titanium alloy.

The criteria of the selection of the best material were determined by the combinations of properties such as Young's modulus, density, thermal expansion coefficient, thermal conductivity and fracture toughness modulus (Table 5).

Table 5 - Cast Iron and Steel Alloy: properties

Properties	Cast Iron	Steel Alloy
Young's Modulus (GPa)	165-180	205-217
Yield Strength (MPa)	250-680	400-1,5x10 ³
Modulus of Toughness (MPa.m ^{1/2})	22-54	14-200
Thermal Conductivity (W/m.°C)	29-44	34-55
Thermal Expansion Coefficient (µstrain/°C)	10-12,5	10-13,5
Price (BRL/kg)	1,43-1,57	1,23-1,35

Source: Authors, 2019

In the selection of the disk, analyzing the three maps of Ashby, it is possible to observe that the two materials that serve all the maps are the cast iron and the alloys of steel. Comparing the two materials, the steel alloys have higher thermal conductivity, higher fracture toughness, higher flow resistance and the same coefficient of thermal expansion, as shown in Table 5.

Besides the better mechanical and thermal properties, there is also an advantage of the steel in relation to the ductile iron as to the machinability. Steel, compared to cast iron, is easier to be machined, since cast iron is more brittle, which makes it difficult to work on the material, especially in heat dissipation holes. Therefore, considering all these factors, it is observed that the best material for the brake disc is steel alloys.

4 CONCLUSION

In this study, Ashby method was used to choose the best material for the brake disc and the vehicle transmission axis of a Baja SAE prototype.

For the selection of the transmission axis, from the analysis of the maps of Ashby, it is observed that the materials that meet the low density and / or high Young's modulus are: tungsten alloys, aluminum nitride, alloys of steel and carbon fiber reinforced polymer (CFRP).

From the analysis of the Young's modulus, it is verified that the best materials would be the alloys of tungsten, aluminum nitride and alloys of steel. However, tungsten alloys have high density and are expensive. Aluminum nitride has excellent properties, but it is the most expensive material, according to the price stipulated by the software, so it was discarded. Alloys of steel are interesting, having a Young's modulus smaller than tungsten alloys, with a lower density. Already compared to aluminum nitride, the alloys of steel have a larger Young's modulus, but with a higher density. However, steel alloys are much cheaper than the other two materials, and have good mechanical properties.

Lastly, considering the economic factor and the mechanical properties, it was concluded that the steel alloys are the best materials for the brake disc and the transmission shaft of the mini Baja prototype.

5 ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would thank to the Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo - IFES and to the Post-Graduate Program in Mechanical Engineering - PPGMEC of the Federal University of Minas Gerais-UFMG by the physical structure and support. The authors would thank to the Brazilian Agencies CAPES, CNPq and FAPEMIG for financial support.

6 REFERENCES

AUGUSTINS, L., HILD, F., BILLARDON, R., BOUDEVIN, S. Experimental and numerical analysis of thermal striping in automotive brake discs. **Fatigue & Fracture of Engineering Materials & Structure**, v. 40, p. 267-276, 2017.

GULTEKIN, D., UYSAL, M., ALAF, A. M. GULER, M. O. AKBULUT, H. The effects of applied load on the coefficient of friction in Cu-MMC brake pad/Al-SiCp MMC brake disc system. **Wear**, v. 270, p. 73-82, 2010.

LIM, C-H., GOO, B-C. Development of Compacted Vermicular Graphite Cast Iron for Railway Brake Discs. **Metals and Materials International**, v. 17, n. 2, p. 199-205, 2011.

STADLER, Z., KRNEL, K., KOSMAC, T. Friction behavior of sintered metallic brake padson a C/C–SiC composite brake disc. **Journal of the European Ceramic Society**, v. 27, p. 1411-1417, 2007.

WU, Y., LIU, W., CHEN, H., CHEN, Y. LI, H. YI, W. Microstructure evolution and crack propagation feature in thermal fatigue of laser-deposited Stellite 6 coating for brake discs. **Surface & Coatings Technology**, v. 358, p. 98-107, 2019.

A GINÁSTICA LABORAL E O PROFISSIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA NO AMBIENTE DE TRABALHO: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO.

Alan Patrik Gomes da Silva²
Donaldson R. Thompson³
Francysmeyre R. Thompson⁴

RESUMO

A ginástica laboral consiste na atividade física aplicada em empresas por profissionais capacitados durante a jornada diária de trabalho. Foi realizado um estudo qualitativo de natureza exploratória. A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas. Os dados demonstram que a aplicação da ginástica laboral em ambiente de trabalho faz com que haja benefícios para empregadores e empregados, considerando o papel das diversas possibilidades de sua aplicação por meio dos resultados relacionados à prevenção e qualidade de vida dos trabalhadores. Esses resultados demonstram que no olhar dos profissionais a ginástica laboral produz benefícios fisiológicos, psicológicos e sociais como: melhora da postura e coordenação motora, reforça a autoestima e a promoção da integração social. Outro dado encontrado foi que as empresas acabaram percebendo que a preservação e manutenção da saúde refletem no rendimento e produtividade de seus colaboradores. Apresenta-se como conclusão que ginástica laboral é uma ferramenta que pode proporcionar uma possível melhora da qualidade de vida do ser humano em seu ambiente de trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Ginástica Laboral, Educação Física e Trabalho.

ABSTRACT

The work gymnastics is the physical activity applied in the companies by trained professionals during the daily work day, we did a qualitative study of exploratory nature with data collection through semi-structured interviews, we heard a professional of the area of physical education that acts with gymnastics labor. These results demonstrate that in the professionals' view work gymnastics produces physiological, psychological and social benefits such as: improved posture and motor coordination, reinforce self-esteem and promote social integration, and gradually the companies realize that the preservation and maintenance of health care end up reflecting on the income of its employees, and ended up changing their priorities, not only being restricted to production aspects, but also maintaining the good quality of life of their employees. We conclude that gymnastics is a tool that can provide a possible improvement in the quality of life of the human being in his / her work environment.

KEYWORDS: Labor gymnastics, Physical Education and Work.

² Aluno do curso de Educação Física da faculdade Multivix Serra.

³ Professor do curso de Educação Física da Multivix Serra e orientador.

⁴ Professora da Prefeitura Municipal de Vitória e colaboradora externa na pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Devido às diversas facilidades da tecnologia moderna, a comodidade e os hábitos sociais vêm se transformando. Dessa forma, aumentando os riscos de doenças e provocando alterações significativas na qualidade de vida social e profissional dos sujeitos. Isso posto, o sedentarismo – devido a essas mudanças das estruturas sociais - tem se apresentado como um novo aspecto social e fisiológico da condição humana (ÀVILA E SANTOS, 1999).

Alguns elementos preocupantes, dentro de uma análise das principais consequências do sedentarismo, é o desuso das funções do sistema locomotor, o que acaba desencadeando outras doenças, algumas mais graves que podem levar, ao longo do tempo, a incapacidade laborativa (Lesões por Esforços Repetitivos/Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho LER/DORT)⁵.

O mercado de trabalho, ao mesmo tempo em que expõe aos indivíduos níveis elevado de tensão e estresse, tem voltado suas discussões para programas de qualidade de vida. Nesse contexto, a atividade física e a saúde se interrelacionam, sendo a ginástica laboral uma possível articuladora desses fatores.

Conceituamos ginástica laboral (GL) de acordo com Lima (2004, p.02),

“a prática de exercícios, realizada coletivamente, durante a jornada de trabalho, prescrita de acordo com a função exercida pelo trabalhador, tendo como finalidade a prevenção de doenças ocupacionais, promovendo o bem-estar individual, por intermédio da consciência corporal: conhecer, respeitar, amar e estimular o seu próprio corpo”.

Dessa maneira, é fundamental compreender os fundamentos da *práxis* que norteiam a prática do profissional de Educação Física no contexto da ginástica laboral, acreditando que as intervenções possam desenvolver um ambiente de

⁵ A postura sentada de diversas funções é um dos principais fatores contributivos para o sedentarismo, que aliado a falta de preocupação com a ergonomia, prejudica de forma preocupante à saúde física dos profissionais tidos como sedentários. De acordo com Ávila e Santos (1999) o estar sentado de forma incorreta pode causar danos irreversíveis a toda estrutura óssea do corpo humano.

trabalho mais saudável e seguro, pois a partir dos exercícios físicos aplicados coletivamente durante a jornada de trabalho surgem possibilidades de forma produtiva à prevenção de doenças ocupacionais e de bem-estar por meio da consciência corporal.

2 METODOLOGIA

O método utilizado para a coleta dos dados será por intermédio de um estudo exploratório⁶ de caráter qualitativo⁷, como ferramenta de coleta de dados foi realizado uma entrevista semiestruturada para agregar ainda mais informações com o objetivo de esclarecer dúvidas e resultados relativos à ginástica laboral.

A conceituação teórica foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica. Utilizou-se para revisão conceitual artigos escolhidos pela adequação ao tema e relevância das publicações, não havendo nenhuma consideração temporal de recorte. Os artigos escolhidos foram organizados em fichamentos temáticos para que houvesse um maior aproveitamento e aprofundamento no estudo.

O contato com o professor selecionado se deu por três motivos: 1) ele possui a disponibilidade e interesse na pesquisa, como também supria os requisitos básicos de formação e atuação na área; 2) já havia uma relação anterior com o colaborador; 3) o conhecimento prévio do professor sobre o tema, o que representou economia de tempo em treinamento prévio.

A construção das perguntas do questionário se baseou na relevância da GL para vida dos trabalhadores da indústria e suas diversas potências. A entrevista semiestruturada também permitiu novos apontamentos e questões a partir da própria coleta dos dados. O profissional de educação física entrevistado foi a

⁶ A pesquisa exploratória é muito utilizada para realizar um estudo preliminar do principal objeto da pesquisa que será realizada, ou seja, familiarizar-se com o fenômeno que está sendo investigado, que é um assunto ainda pouco conhecido e explorado de modo que a pesquisa subsequente possa ser concebida com uma maior compreensão e precisão. De acordo com Gil (1991) Ao final de uma pesquisa exploratória, você conhecerá mais sobre aquele assunto. Como qualquer exploração, a pesquisa exploratória depende da intuição do explorador (neste caso, da intuição do pesquisador). Por ser um tipo de pesquisa muito específica, quase sempre ela assume a forma de um estudo de caso.

⁷ Estudo de natureza qualitativa, conforme Wainer (2007) baseia-se na observação cautelosa das bases de investigação e na tentativa de descrevê-las, buscando relacionar as informações com os diversos fatores envolvidos. Além disso, busca interpretar acontecimentos e atribuir significados a eles, portanto foi essencial nesse texto a análise qualitativa do objeto e dos dados.

professora *Maria*⁸, que atua há 11 anos como professora de educação física, sendo formada no ano de 2007, e hoje atua na área de ginástica laboral.

3 RESULTADOS

Os dados demonstram que a aplicação da ginástica laboral em ambiente de trabalho traz benefícios para empregadores e empregados, considerando o papel transformador de sua aplicação por meio dos resultados relacionados à prevenção e qualidade de vida dos trabalhadores. A ginástica laboral tornou-se uma ferramenta de prevenção no combate às lesões e aos desconfortos do dia a dia, aos quais os trabalhadores estão submetidos em seu local de trabalho, procurando reduzir os sintomas causadores das LERs e das DORTs, como a fadiga e as dores musculares, que são as maiores queixas dos trabalhadores.

O estudo demonstrou que o resultado da ginástica laboral é um ambiente de trabalho mais saudável e mais produtivo, trazendo um retorno positivo para as empresas que adotam esse programa como promoção de qualidade de vida para seus funcionários. Com base nos levantamentos da pesquisa, o professor de educação física é um agente de mudança na vida dos trabalhadores das empresas quando inserido nesse contexto para um programa de ginástica laboral, segundo *Maria* (2018):

“Com a GL se previne doenças laborais, sedentarismo, melhora no condicionamento físico, reduz a fadiga, combate tensões, melhora a autoestima. Diminui afastamentos da empresa, aumenta a produtividade e benefícios fisiológicos.”

Ainda, relata que na maioria das vezes a participação na prática é maciça, e que muitos se interessam e gostam, mas sempre tem alguns que acham uma bobagem, perda de tempo e desnecessário.

“Para expansão e desenvolvimento das atividades em ginástica laboral, é necessário a conscientização das empresas e empregados, e ainda de um conjunto de estratégias dos profissionais que atuam com ela” (MARIA, 2018).

⁸ Nome fictício apresentado para a não identificação pessoal.

Entretanto, segundo *Maria* (2018):

“Existem empresas que tem o programa apenas no papel, sem a prática, somente por questões de atender as normas, e isso é um fator de preocupação, tendo em vista a grande quantidade de pessoas que desenvolvem doenças ocupacionais.”

5 DISCUSSÃO

As estruturas sociais passam por diversas transformações. Dentre os aspectos que mais sofreram modificações ao longo do tempo, evidencia-se o trabalho e o modo de vida do homem na sociedade. Assim, criaram-se novas necessidades que exigiram outras formas de ver, de relacionar e de atuar no mundo do trabalho, na família e, também, no lazer.

Lima (2007, p. 56) relata que:

Atualmente, a palavra estresse é um sinônimo de alerta para a sociedade. O homem contemporâneo convive diariamente com agentes estressores. Viver nos tempos atuais é estar sob constante pressão, seja pelo aumento do volume de trabalho, seja pela agitação das grandes cidades e a violência que assola o mundo inteiro.

Para melhor compreender esta pesquisa, se faz necessário a exploração dos conceitos norteadores que estão presentes durante todo o andamento desse trabalho, como: trabalho, ginástica laboral e professor de educação física.

O termo trabalho – de forma rasa - é qualquer atividade física ou intelectual, realizada por ser humano, cujo objetivo é fazer, transformar ou obter algo. O trabalho sempre fez parte da vida dos seres humanos. Foi por intermédio dele que as civilizações conseguiram se desenvolver e alcançar o nível atual (FIALHO; SANTOS, 1997).

O trabalho gera conhecimentos, riquezas materiais, satisfação pessoal e desenvolvimento econômico. Por isso ele é, e sempre foi, muito valorizado na sociedade em qualquer época ou fase histórica. Pois, a partir da prática de

trabalho, o ser humano se torna autor de sua própria história enquanto cidadão ativo ou não⁹.

Os exercícios físicos – também de maneira rasa - são sequências sistematizadas de movimentos de diferentes seguimentos corporais, executados de forma planejada, segundo um determinado objetivo a atingir. É uma forma de atividade física planejada, estruturada, repetitiva, que objetiva o desenvolvimento da aptidão física, do condicionamento físico, de habilidades motoras ou reabilitação orgânico-funcional, definido de acordo com diagnóstico de necessidade ou carências específicas de seus praticantes, em contextos sociais diferenciados (NIEMANN, 1999).

O professor de educação física – apenas para delimitação deste estudo - é o profissional responsável por promover as diversas práticas corporais sistematizadas ao longo da história, ensinando os princípios, regras, técnicas e conceitos. Supervisionando e coordenando as mesmas para uma melhor desenvoltura do praticante em destaque¹⁰ (PIMENTA; GONÇALVES, 1990).

O profissional de educação física é capaz de contribuir para a capacitação e/ou restabelecimento de níveis adequados de desempenho e condicionamento físico-corporal por meio da qualidade de vida, da estética, da prevenção de doenças, de acidentes, de problemas posturais, da compensação de distúrbios funcionais e autoestima dentro da sua atuação na GL.

Ginástica laboral é o tipo de ginástica cuja prática é especificamente destinada aos funcionários no seu local de trabalho, tendo em sua prática uma série de exercícios físicos realizados de forma coletiva durante a jornada de trabalho, prescrito de acordo com a função exercida pelo trabalhador.

⁹ há diversos contrapontos na literatura que demonstram outras dimensões do trabalho “[...] Por muito tempo, a palavra trabalho significou experiência dolorosa, padecimento, cativo, castigo” (BUENO, 1988, p.25).

¹⁰ Até o ano de 1998, quando não existia a regulamentação do Profissional de Educação Física, qualquer pessoa podia legalmente ministrar a atividade que, se mal orientada, pode colocar em risco a integridade física, moral e social do praticante. Com o advento da Lei 9.696/98, a sociedade passou a ter uma entidade fiscalizadora das atividades físicas e esportivas, tendo seu direito de ser atendida no serviço de Ginástica Laboral por profissional qualificado e habilitado.

Essa prática tem por finalidade prevenir doenças ocupacionais e gerar bem-estar por intermédio da consciência corporal. O primeiro registro da ginástica laboral foi na Polônia, em 1925. Chamada de ginástica de pausa, ela era destinada a operários. Depois disso, sabe-se que foram realizadas experiências na Holanda. Posteriormente, na Rússia, 150 mil empresas, envolvendo cinco milhões de operários, passaram a praticar ginástica de pausa adaptada a cada ocupação (BERGAMASHI; POLITO, 2002).

Também há registros da ginástica laboral na Bulgária, na Alemanha Oriental, na Holanda e na Rússia, sendo que nesse último país, a ginástica de pausa é praticada por aproximadamente cinco milhões de funcionários, sendo sempre adaptada a cada cargo.

Por outro lado, Cañete (2001) relata que a ginástica laboral teve sua origem no Japão, em 1928, e era aplicada diariamente a funcionários das empresas de correios, com o objetivo de socialização, descontração e manutenção da saúde, assim, proporcionando melhoras na qualidade de vida. Após a II Guerra Mundial, a prática foi disseminada pelo país, tendo como resultado 1/3 dos trabalhadores japoneses praticando esta atividade.

Cañete (2001, p.114) relata que:

“Conforme dados do Ministério da Saúde (1990), a ginástica nas empresas do Japão, em 1960, trazia como resultados a diminuição dos acidentes de trabalho, o aumento da produtividade e a melhoria do bem-estar geral dos trabalhadores”.

No início da década de 1960, criam-se programas de atividade física em empresas também na Bulgária, Alemanha, Suécia e Bélgica. Nessa mesma época acontecia a consolidação e a obrigatoriedade da ginástica laboral compensatória¹¹ no Japão que era realizada durante o expediente (LIMA, 2005).

A partir da metade da década de 1980, houve a sua retomada e, logo após, em 1987, a PORTARIA MPAS Nº 4.062, DE 06 DE AGOSTO DE 1987 - DOU DE 07/08/1987, considerando o que propõem as Secretarias de Previdência Social

¹¹ Ginástica Laboral Compensatória - exercícios de alongamento, respiração e postura, essa ginástica alivia eventual tensão muscular do funcionário.

e a de Serviços Médicos desse Ministério, de acordo com os pareceres técnicos do Instituto Nacional de Previdência Social e do Instituto Nacional de Assistência Médica da Previdência Social, constantes do Processo nº 30000.006119/87, originado de requerimento do Sindicato dos Empregados em Empresas de Processamento de Dados do Estado do Rio de Janeiro, a Tenossinovite¹² foi reconhecida como doença profissional.

Esse fato exigiu, principalmente por parte dos empresários, medidas de enfrentamento social acerca da ameaça das lesões. Assim, na mesma época que se deu destaque à qualidade de vida no trabalho, a GL passou a ser utilizada como medida para promoção da saúde, que acompanhou o desenrolar histórico da LER/DORT.

Ainda nesse sentido, de uma forma global, programas de promoção de saúde do trabalhador têm se mostrado um caminho positivo, não só com a saúde física do trabalhador, mas com a sua qualidade de vida e produtividade.

Oliveira et al. (2007) argumentam como a ginástica laboral está suprimindo, ao menos em partes, essa necessidade de um "espaço de liberdade", de uma quebra de ritmo na rigidez e na monotonia do trabalho.

Segundo Lima (2007, p.56):

A ginástica laboral não sobrecarrega e não leva o funcionário ao cansaço porque é de curta duração. Com isso, espera-se prevenir a fadiga muscular, diminuir o índice de acidentes do trabalho, corrigir vícios posturais, aumentar a disposição do funcionário no início e no retorno do trabalho e prevenir as doenças por traumas cumulativos.

Segundo relatam Mendes e Leite (2012), a GL preparatória inicia-se preferencialmente no turno da manhã por despertar o trabalhador, podendo ser aplicada em lugares de lazer dentro da empresa que sejam mais descontraídos. Esse tipo de GL tem como objetivo aquecer os músculos que serão mais utilizados, proporcionando melhor condição mental e física para o manuseio de

¹²Inflamação da bolsa sinovial que contorna o tendão, os dos dedos e artelhos.

máquinas que exijam atenção, força e velocidade, evitando acidentes que possam aparecer durante o turno.

Maciel et al. (2005) relatam que a GL favorece o organismo fisiologicamente, além de melhorar a concentração e disposição do trabalhador. São realizados exercícios de coordenação, flexibilidade, equilíbrio e concentração.

Para Mendes e Leite (2012), a ginástica compensatória pode ser executada em qualquer horário ou objetivo, caracterizando-se por interromper a tarefa realizada, pois evita os vícios posturais e a fadiga dos músculos mais recrutados durante o expediente.

De acordo com Bezerra e Félix (2015), a GL compensatória é desenvolvida durante uma pausa realizada no período de trabalho, agindo de forma terapêutica, relaxando grupos musculares específicos que são mais ativados, além de quebrar a rotina desses trabalhadores prevenindo, assim, possíveis acidentes no trabalho.

A prática da GL compensatória fortalece os músculos menos utilizados e alonga aqueles que são mais solicitados, havendo um equilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas (OLIVEIRA, 2007).

Os problemas causados pelos movimentos mecânicos no trabalho ou por longas horas sentadas na mesma posição têm se mostrado como um fator agravante para a saúde dos funcionários. Além disso, são muitas as queixas dos funcionários pelo motivo de LER/DORT, além dos afastamentos médicos por essa mesma causa. Essa doença ocupacional atinge os aspectos físico, sociais e psicológicos (MENDES & LEITE, 2004).

A partir desses aspectos, a ginástica laboral acaba se encaixando no que tange à boa qualidade de vida e conservação da boa saúde, demonstrando essa preocupação com os colaboradores, fazendo com que o trabalho não seja uma atividade desgastante e que possa comprometer a funcionalidade do indivíduo.

Pellegrinotti (1998) apresenta fortes relações entre qualidade de vida e práticas de atividade física, referindo-se a grande aceitação popular e a consolidação já existente de longa data como ciência. Nesse sentido, as atividades físicas são destinadas a manter o bom estado funcional do organismo e também pode contribuir para revalorizar e socializar as pessoas, mesmo sendo tais valores desprezados pelo atual ritmo de vida do ser humano.

Com a prática da ginástica laboral, aos poucos, os empresários acabam concluindo que a preservação e manutenção da saúde acabam refletindo no rendimento de seus colaboradores. Aos poucos, as empresas acabaram mudando suas prioridades, não se restringindo apenas aos aspectos de produção, mas sim em manter a boa qualidade de vida de seus funcionários (LOGEN, 2003).

A modernidade faz com que a maioria dos trabalhadores passe a maior parte do seu tempo no trabalho. Diante disso, mais um motivo para identificar as causas e fatores de risco e inserir a ginástica laboral no dia a dia do trabalhador, que, de alguma forma, acaba por contrair doenças relacionadas ao seu meio de trabalho. A inserção da ginástica laboral seria de extrema valia e uma melhoria tanto para o indivíduo como para a empresa (LOGEN, 2003).

As empresas passaram a se preocupar mais com a saúde dos trabalhadores em virtude da competitividade e para o aumento da sua produção. Assim, Lima afirma “a saúde social é um fator importante em nossas vidas. As relações saudáveis no ambiente de trabalho facilitam a comunicação, transformam o ambiente, proporcionam maior interação e aumentam a disposição para o trabalho [...]” (2005, p.28-29).

A Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), realizada pelo IBGE, mostrou que em 2013 3.568.095 trabalhadores disseram ter tido diagnóstico de LER/DORT. Há décadas, dentre as doenças ocupacionais, são as mais frequentes nas estatísticas da Previdência Social.

Pressi e Candotti (2005) reforçam a ideia de que a inserção da GL na rotina das empresas pode apresentar resultados positivos, como o aumento da

produtividade e disposição para o trabalho, melhoria da qualidade de vida e conscientização corporal. Entretanto, quanto ao efeito da GL na prevenção das lesões, lombalgia e distúrbios referentes à atividade laboral, a literatura ainda é controversa, necessitando de estudos mais aprofundados.

6 CONCLUSÃO

A ginástica laboral é uma ferramenta que busca melhorar a qualidade de vida do ser humano em seu ambiente de trabalho. Juntamente com o professor de educação física, que tem um papel preponderante nesse contexto, como argumenta Aguiar (2015), que diz que a GL é um campo que precisa ser bem aproveitada e apropriada pelos profissionais de educação física, de modo que a população também os reconheça como os verdadeiros profissionais que tem a capacidade e a habilitação para trabalhar com a ginástica laboral.

Tais procedimentos devem ser constantes nas empresas, a fim de promover a saúde do trabalhador, possibilitando a redução dos sintomas causadores das LERs e das DORTs, como a fadiga e as dores musculares.

O professor de educação física com ações e modificações positivas dentro do ambiente de trabalho, por meio de um programa de ginástica laboral, contribui significativamente para o bom desempenho da empresa a qual está inserido, pois atua diretamente em seu principal ativo que é a mão de obra de seus trabalhadores, fazendo com que os mesmos se sintam mais dispostos para o trabalho e tenham maior rendimento, trazendo um maior retorno para a empresa que o emprega e, em escala macro, uma melhor qualidade de vida até fora da empresa. É preciso levar em consideração que a GL é um ponto de partida para que as pessoas pratiquem atividades físicas fora do ambiente de trabalho.

REFERÊNCIAS

ACHOUR JÚNIOR, A. **Bases para exercícios de alongamento relacionados com a saúde e no desempenho atlético**. Londrina: Midiograf, 1996.

AGUIAR, Lauro Ubirajara Barboza. **GINÁSTICA LABORAL: Prerrogativa do Profissional de Educação Física**. Rio de Janeiro: Confef, 2015.

ASSUNÇÃO A. A.; LIMA, A. P. F.; SOARES, G. R.; **A baixa adesão ao programa de ginástica laboral: buscando elementos do trabalho para entender o problema.** Revista Brasileira de Saúde Ocupacional, São Paulo, v. 31, n. 114, pp. 149-160, 2006

ÁVILA, C. A. V.; SANTOS, J. B. dos. **Estudo da distribuição da pressão exercida sobre a região glútea em costureiras da Indústria Têxtil Sulfabril Blumenal/SC.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ERGONOMIA, 9, 1999, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999.

BERGAMASCHI, E. C.; POLITO, E. **Ginástica Laboral: Teoria e prática.** Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

BARBOSA EB, BORGES FD, DIAS LP, FABRIS G, FRIGERI F, SALMOSO C. **Lesões por esforços repetitivos em digitadores do Centro de Processamento de Dados no Banestado.** Londrina, Paraná. Revista de Fisioterapia da USP 1997.

BUENO, Francisco da S. **Grande dicionário etimológico-prosódico da língua portuguesa.** São Paulo: Lisa, 1988.

CÃÑETE, Ingrid. **Humanização: Desafio da Empresa Moderna: A Ginástica Laboral Como um Caminho.** 2. ed. São Paulo: Ícone, 2001.

COLETIVO DE AUTORES. **Metodologia do Ensino de Educação Física. Coleção Magistério 2º grau – série formação do professor.** São Paulo: Cortez, 1992.

DEMO, Pedro. **Metodologia do conhecimento científico.** 1.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

FIALHO, F.; SANTOS, N. dos. **Manual de análise ergonômica do trabalho.** 2. ed. Curitiba: Gênese, 1997.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GUERRA, et. al. **Interferência da educação postural sobre algia na coluna vertebral e a postura corporal com alunos da 4ª série da rede pública de ensino fundamental.** 1997.

GONÇALVES, Aguinaldo; GUTIERREZ, Gustavo Luis; VILARTA, Roberto (Org.). **Gestão da Qualidade de Vida na Empresa.** Campinas: IPES Editorial, 2005.

LIMA, Valquíria de. **Ginástica laboral e atividade física no ambiente de trabalho.** São Paulo: Phorte, 1998.

LIMA, G. D. **Ginástica laboral: metodologia de implantação de programas com abordagem ergonômica.** Jundiaí-SP: Sextante, 2004.

LIMA, Valquíria de. **Ginástica Laboral: atividade física no ambiente de trabalho**. 2ed. São Paulo: Phorte, 2005.

LIMA, Valquíria de. **Ginástica Laboral: atividade física no ambiente de trabalho**. 3 ed. São Paulo: Phorte, 2007.

LONGEN, W. C. **Ginástica laboral na prevenção de ler/dort? Um estudo reflexivo em uma linha de produção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). 2003.

MARTINS, C. O. **GINÁSTICA LABORAL NO ESCRITÓRIO**. Jundiaí: Fontoura, 2001.

MACIEL, R.; ALBUQUERQUE, A. M. F. C.; MELZER, A. C. et al. **Quem se beneficia dos programas de ginástica laboral?** *Cad. psicol. Soc. Trab*, vol. 8, p. 71-86, 2005.

MENDES, Ricardo Alves; LEITE, Neiva. **Ginástica Laboral: Princípios e Aplicações Práticas**. Barueri: Manole, 2004.

MENDES, Ricardo Alves; LEITE, Neiva. **Ginástica Laboral: Princípios e Aplicações Práticas**. 3 ed. Barueri: Manole, 2012.

NIEMANN, D. C. **Exercício e Saúde: como se prevenir de doenças usando o exercício como seu medicamento**. São Paulo: Manole, 1999.

OLIVEIRA, S. A. et al. **Ginástica laboral**. *Revista Efdeportes*. Buenos Aires, ano 11, n. 106, março, 2007.

OLIVEIRA, J. R G.de. **A prática da ginástica laboral**. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.

OMS. Definição de saúde, 2005. Disponível em: www.oms.org/definition/who. Acesso em 22 de jul de 2018.

PELLEGRINOTTI, I. L. **A Atividade Física e Esporte: A importância no Contexto Saúde do Ser Humano**. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*. V.3, n.1,1998.

PIMENTA, Selma Garrido & GONÇALVES, Carlos Luiz (1990). **Reverendo o ensino de 2º grau: propondo a formação de professores**. São Paulo: Cortez.

POLITO, Eliane; BERGAMASCHI, Elaine Cristina. **Ginástica Laboral: Teoria e Prática**. 3. ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2006.

PRESSI, A. M. S.; CANDOTTI, C.T. **Ginástica Laboral**. São Leopoldo: UNISINOS, 2005.

REVISTA CONFEF. **Ginástica laboral: intervenção exclusiva do profissional de educação física**. 2007; 23: 12-4.

VILAS BOAS, Henrique Rosa. **Saúde e qualidade de vida através do exercício resistido.** (MONOGRAFIA). 2005.

ATEROSCLEROSE E ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO

Fabício Bragança da Silva¹
Nathalie Tristão Banhos Delgado²

RESUMO

A aterosclerose representa uma das principais doenças do aparelho circulatório. Configura-se base de diferentes doenças vasculares isquêmicas, desencadeando lesões químicas e/ou mecânicas que, por sua vez, incitam processos inflamatórios, levando a um estado de desequilíbrio homeostático e prejudicando a estrutura física e funcional do tecido. Nas últimas décadas, estudos têm se acumulado, estabelecendo o estresse oxidativo como o maior colaborador no desenvolvimento e progressão das doenças cardíacas por meio da formação excessiva de espécies reativas que ocasionam lesões no tecido afetado. Diante desse fato, pesquisas estão voltadas para os danos provocados pelo estresse oxidativo como uma tentativa de resposta ágil e objetiva a essas alterações ainda em níveis moleculares, como, por exemplo, a utilização de substâncias que possam inibir lesões oxidativas. Pautada sobre o interesse de buscar os recentes trabalhos que relacionam a avaliação da aterosclerose com o comportamento do sistema enzimático antioxidante durante o estresse oxidativo, a presente revisão observou que as principais enzimas antioxidantes têm sua atividade reduzida durante a superexpressão das espécies reativas de oxigênio, e que na presença de substâncias antioxidantes exógenas tem-se um aumento de suas atividades e consequente redução dos danos oxidativos na aterosclerose.

PALAVRAS CHAVES: Aterosclerose; Doenças cardiovasculares; Estresse oxidativo; Sistema antioxidante enzimático; Sistema antioxidante não-enzimático.

ABSTRACT

Atherosclerosis represents one of the main diseases of the circulatory system and is the basis of different vascular ischemic diseases, triggering chemical and/or mechanical lesions that in turn incite inflammatory processes, leading to a state of homeostatic imbalance, impairing the physical and functional structure of the tissue. In the last decades, studies have accumulated establishing oxidative stress as the major collaborator in the development and progression of heart diseases through the excessive formation of reactive species that cause lesions in the affected tissue. Faced with this fact, research is focused on the damage caused by oxidative stress as an attempt

¹ Enfermeiro, mestre em Ciências Fisiológicas, doutor em Ciências Fisiológicas e professor substituto do departamento de Enfermagem da Universidade Federal do Espírito Santo.

² Nutricionista, mestra em Ciências Fisiológicas, doutoranda em Ciências Fisiológicas e professora da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória e Faculdade Capixaba da Serra – Multivix Serra.

to respond quickly and objectively to these changes still at molecular levels, such as the use of substances that may inhibit oxidative damage. Based on the interest of looking for the recent studies that relate the evaluation of atherosclerosis to the behavior of the antioxidant enzymatic system during oxidative stress, the present review observed that the main antioxidant enzymes have their reduced activity during the overexpression of the reactive oxygen species and that in the presence of exogenous antioxidant substances there is an increase in its activities and consequent reduction of oxidative damage in atherosclerosis.

KEY WORDS: Atherosclerosis; Cardiovascular diseases; Oxidative stress; Enzymatic antioxidant system; Non-enzymatic antioxidant system.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Labarthe (1998), as doenças cardiovasculares (DCV) compreendem uma disfunção do coração e da circulação arterial, comprometendo fluxo para o próprio músculo cardíaco, cérebro e tecidos periféricos. Só no ano de 2008, mais de 17 milhões de pessoas morreram em todo mundo por consequência das doenças do aparelho circulatório (MENDIS; PUSKA; NORRVING, 2011), fazendo das DCV a principal causa de morbimortalidade da população, e um importante problema de saúde pública tanto em países desenvolvidos quanto em países em desenvolvimento. Nesse âmbito, a aterosclerose representa uma das principais doenças do aparelho circulatório exatamente por estar relacionada como a causa base de diferentes doenças vasculares isquêmicas, como doença coronariana, infarto agudo do miocárdio, acidentes vasculares encefálicos e tromboembolismo (TEDGUI; MALLAT, 2006).

As bases que compõem a origem das DCV são difusas e estruturadas de maneira geral em alterações orgânicas inerentes ou induzidas, classificadas em riscos não modificáveis (compreendendo os fatores hereditários, o gênero, a faixa etária e etnia) e os riscos modificáveis, os quais se relacionam intimamente com os hábitos de vida, desequilíbrio de componentes lipoproteicos na circulação (elevação dos triglicerídeos, LDL-colesterol e redução do HDL-colesterol) e comorbidades como a hipertensão arterial e diabetes Mellitus (NASCIMENTO NETO et al., 2012).

As alterações acima citadas são responsáveis por desencadear, a exemplo, lesões químicas e/ou mecânicas, que, por sua vez, incitam processos

inflamatórios e levam a um estado de desequilíbrio homeostático, prejudicando a estrutura física e funcional do tecido e culminando na instalação da doença.

Brasileiro Filho (2006) descreveu de forma clássica que toda lesão tem seu início a nível molecular, sendo, então, os processos patológicos decorrentes, em primeira instância, de lesões em estruturas microscópicas causadas pelo agente agressor. Diante dessa prerrogativa, inúmeras evidências têm se acumulado nas últimas décadas tanto em estudos experimentais como clínicos, estabelecendo o estresse oxidativo como o maior colaborador no desenvolvimento e progressão das doenças cardíacas (MOVAHED et al., 2012).

A formação de compostos reativos, como a oxidação do oxigênio pela cadeia respiratória mitocondrial, é um processo natural dos organismos aeróbios, sendo o estresse oxidativo um desequilíbrio entre compostos oxidantes e antioxidantes, em favor da geração excessiva de espécies reativas de oxigênio e/ou nitrogênio (ERO e ERN) e em detrimento da velocidade de remoção desses. Tal processo conduz à oxidação de biomoléculas, com conseqüente perda de suas funções biológicas e desequilíbrio homeostático, cuja manifestação é o dano oxidativo potencial de células e tecidos (HALLIWELL, 2000).

A prevenção e tratamento das DCV é alvo constante de pesquisas em diferentes níveis no intuito de minimizar os problemas decorrentes de tais enfermidades. Com isso, transparece-se uma eminente necessidade de detecção cada vez mais precoce das alterações patológicas do aparelho circulatório, sobretudo na aterosclerose. As pesquisas voltadas para os danos do estresse oxidativo e atuação do sistema antioxidante têm se colocado como uma tentativa de resposta ágil e objetiva a essas alterações ainda em níveis moleculares, a fim de serem predizentes seguras de riscos, diagnósticos e prognósticos (HORNING et al., 2011; MAKSIMENKO; VAVAEV, 2012).

Portanto, o objetivo desta sucinta revisão é trazer à tona os recentes trabalhos que relacionam a avaliação e riscos da aterosclerose, com os resultados observados no comportamento do sistema enzimático antioxidante.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 O PAPEL DAS ENZIMAS ANTIOXIDANTES

Os radicais livres e outras espécies reativas de oxigênio são constantemente gerados pelo organismo humano. Eles são caracterizados por apresentar um ou mais elétrons desemparelhados em sua última orbital (HALLIWELL; GUTTERIDGE; CROSS, 1992). As principais fontes das ERO no organismo incluem o sistema NADPH oxidase, localizados na membrana celular de células polimorfonucleares, macrófagos e células endoteliais, cadeia respiratória, na membrana mitocondrial, sistema xantina oxidase, existente no plasma e nas células endoteliais. Além desses sistemas, a enzima óxido nítrico sintase endotelial (eNOS) desacoplada atua como potente gerador de ERO (MADAMANCHI, 2005; TURRENS, 2003) (Figura 1).

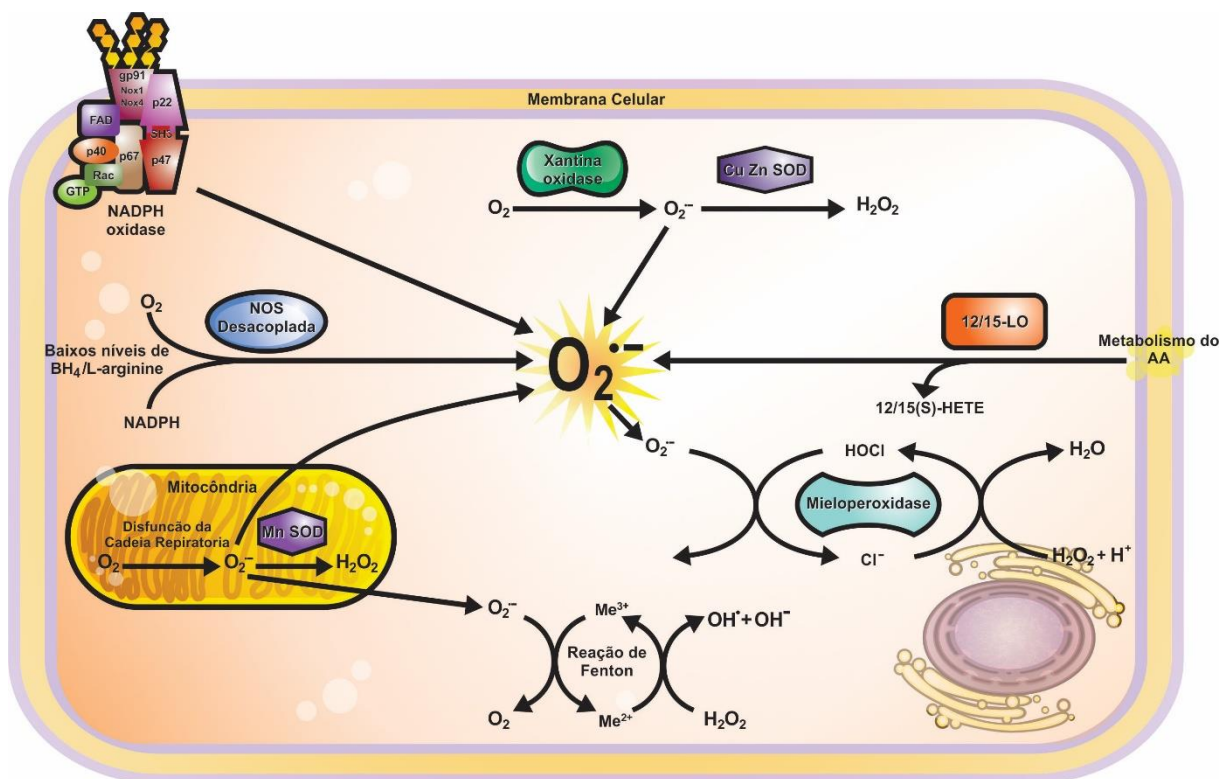


FIGURA 1. Principais fontes de espécies reativas de oxigênio (ERO). Representação esquemática das principais estruturas celulares responsáveis pela síntese de ERO nos organismo aeróbicos e síntese do mecanismo de degradação pela superóxido dismutase manganês e superóxido dismutase cobre e zinco (Mn SOD; Cu Zn SOD): NADPH oxidase; enzima sintetase de óxido nítrico (NOS) desacoplada; xantina oxidase; cadeia respiratória mitocondrial; metabolitos do ácido araquidônico (AA) de membrana; mieloperoxidase; reação de oxirredução dos metais de transição (reação de Fenton). Abreviações: BH_4 , tetrahydrobiopterina;

12/15 HETE, ácido hidroxieicosatetranóico 12 e 15; 12/15-LO, lipoxigenase 12 e 15; $O_2^{\bullet-}$, ânion superóxido; H_2O_2 , peróxido de hidrogênio; HOCl, ácido hipocloroso; Cl^- , cloro; Me, metal de transição; OH^{\bullet} , radical hidroxila, OH^- , íon hidroxila. Adaptado de MADAMANCHI et al., 2005.

Os efeitos deletérios, resultantes da formação da ERO, são prevenidos ou minimizados pela primeira linha de defesa do organismo, a qual incluem os vários sistemas antioxidantes enzimáticos. Dentre eles, podem ser citados a superóxido dismutase (SOD) em suas três isoformas, catalase (CAT) e glutatona peroxidase (GPx) e redutase (GSR).

2.2 A SUPERÓXIDO DISMUTASE

A enzima SOD foi descoberta por McCord e Fridovich em 1968 – 1969 e é uma metaloproteína que possui isoformas que se diferenciam em sua estrutura molecular e localização celular. Sua função relaciona-se com a redução do radical superóxido ($O_2^{\bullet-}$) em peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (Figura 2). Este, embora ainda tóxico, é posteriormente convertido em água e oxigênio pela catalase (FRIDOVICH, 1995). Três distintas isoformas da SOD têm sido identificadas e caracterizadas nos mamíferos: superóxido dismutase cobre-zinco, localizada no citoplasma (CuZn-SOD; codificado pelo gene *sod1*); superóxido dismutase manganês, localizada na matriz mitocondrial (Mn-SOD; codificado pelo gene *sod2*); e superóxido dismutase extracelular, localizada na matriz extracelular, superfícies de células e fluído extracelular (EC-SOD; codificado pelo gene *sod3*) (FUKAI; USHIO-FUKAI, 2011).

2.3 CATALASE E GLUTATIONA PEROXIDASE

As enzimas CAT e GPx dão continuidade a primeira linha de defesa na eliminação do excesso de ERO e na manutenção do equilíbrio entre atividade oxidante e antioxidante em situações fisiológicas normais. A CAT está principalmente localizada nos peroxissomos e no citosol, catalisando a conversão do H_2O_2 em água e oxigênio (CHEN et al., 2012). A GPx também trabalha na remoção do H_2O_2 , no entanto, também pode converter os radicais lipídicos peroxila em álcoois não tóxicos (FLORES-MATEO et al., 2009) (Figura 2).

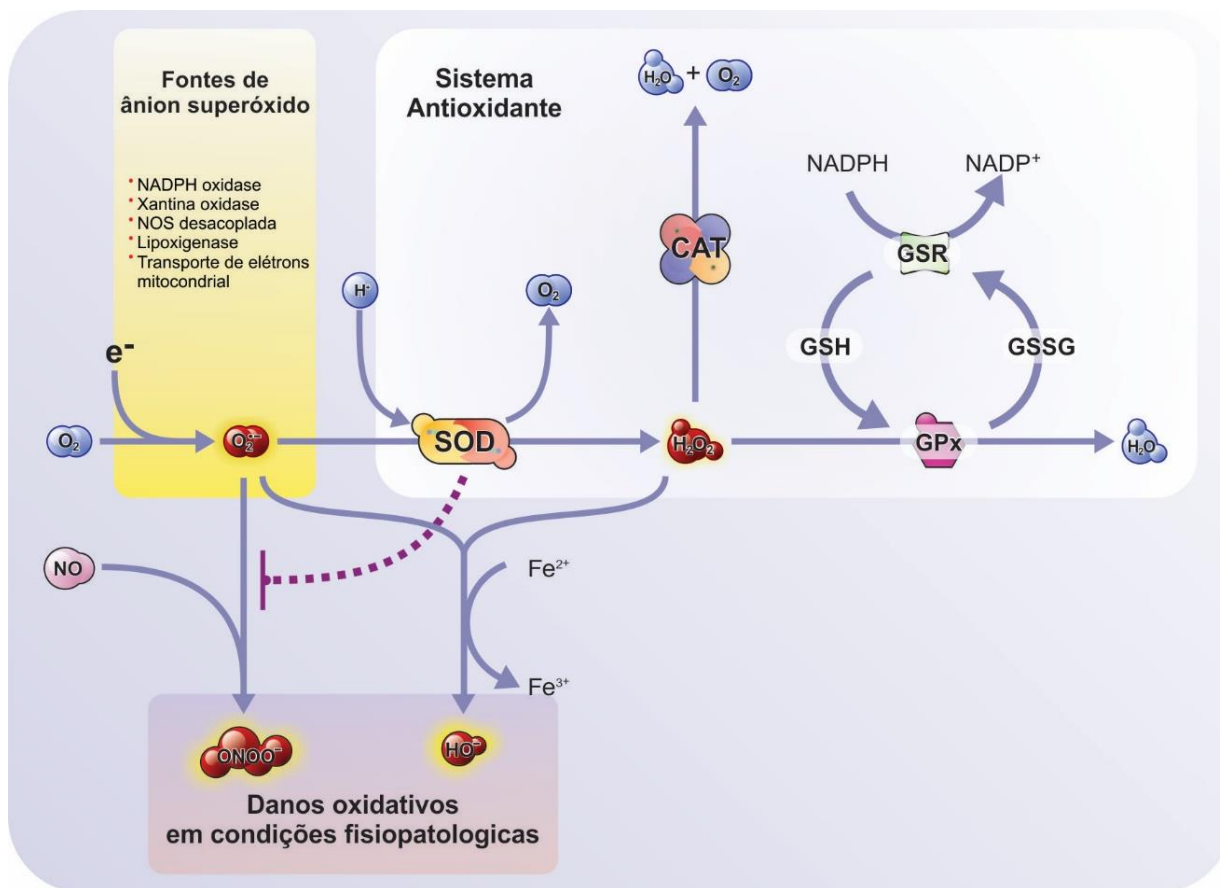


FIGURA 2. Formação do ânion superóxido e sua degradação a outros compostos reativos e inócuos pela ação das enzimas antioxidante. A adição de um elétron ao oxigênio é o princípio da formação do ânion superóxido ($O_2^{\bullet-}$) em diferentes fontes, que em associação com o óxido nítrico (NO) forma moléculas de peroxinitrito ($ONOO^-$), altamente nocivas. A enzima superóxido dismutase (SOD) inibe a formação de $ONOO^-$ ao converter o $O_2^{\bullet-}$ em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), no entanto esta molécula pode ser degradada em radical hidroxila (HO^{\bullet}) nas reações com metais de transição, incrementando as lesões. Por sua vez a catalase (CAT) degrada H_2O_2 em água (H_2O) e oxigênio (O_2). O H_2O_2 também pode ser convertido em H_2O através do ciclo de oxirredução da glutatona (GSH), onde a glutatona peroxidase (GPx) ao oxidar a GSH (GSSG) libera H_2O e posteriormente é restabelecida à sua forma reduzida pela ação da glutatona redutase (GSR), via nicotinamida adenina dinucleótido fosfato (NADPH). Adaptado de GANDRA; ALVES; MACEDO, 2004 e FUKAI, USHIO-FUKAI, 2011.

2.4 ATEROSCLEROSE E A ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO

A aterosclerose é uma doença inflamatória, na qual ocorre um infiltrado de células inflamatórias, acúmulo de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) na camada íntima dos vasos, com uma consequente proliferação da musculatura

lisa vascular, e liberação de fatores de crescimento, desencadeando danos funcionais das células endoteliais (HANSSON, 2009). Na aterosclerose, o estresse oxidativo encontra-se presente desde do início da lesão até em seus desfechos mais graves (MADAMANCHI; VENDROV; RUNGE, 2003). Vários trabalhos têm demonstrado uma correlação negativa entre o desenvolvimento da doença aterosclerótica e o nível de atividade do sistema antioxidante enzimático endógeno, além dos produtos da peroxidação lipídica, os quais serão sumariamente descritos a seguir.

Durante o processo de estresse oxidativo, a atividade das enzimas antioxidante pode sofrer alterações e incrementar os danos causados pelas ERO. Recentemente, uma pesquisa sobre os efeitos do extrato lipídico de placas ateroscleróticas humanas sobre o sistema antioxidante em cultura de monócitos humanos observou que após 72 horas os níveis de ERO aumentaram cerca de 170 %, com um aumento simultâneo de 177 % na oxidação da GSH. Revelou, também, um declínio na atividade da CAT e GPx (17% e 33%, respectivamente) nas primeiras 24 horas, restaurando-se após 48-72 horas, porém apresentando o níveis ainda crescentes de ERO. Surpreendentemente, a atividade da SOD, neste trabalho, mostrou-se crescente durante toda a avaliação, o que poderia em parte explicar a manutenção dos níveis também crescente de ERO, uma vez que essa enzima catalisa a formação de espécie reativa não radicalar (SZUCHMAN-SAPIR; ETZMAN; TAMIR, 2012).

No trabalho de Yang et al. (2009) foi avaliado o tamanho da lesão aterosclerótica em camundongos com deficiência genética para síntese de apolipoproteína E (apoE^{-/-}), com ou sem superexpressão para Cu/Zn-SOD e/ou catalase, após a administração de benzo(a)pireno (BaP), uma substância geradora de radicais livres. Observou-se que nos animais com superexpressão para as enzimas antioxidantes houve uma redução na expressão de moléculas de adesão nas células endoteliais, com conseqüente inibição da adesão de monócitos, demonstrando que tais enzimas juntas atuam com removedoras (*scavenger*) de ERO, protegendo o vaso contra avanço das lesões inflamatórias na aterosclerose.

Na avaliação dos riscos para desenvolvimento da aterosclerose, a redução da atividade antioxidante enzimática também é um fato presente nos estudos clínicos. 139 adultos saudáveis com diagnóstico de hiperlipidemia leve não tratada, fumantes e não fumante, demonstraram uma redução na atividade da CAT e GPx em eritrócitos, sendo que nos indivíduos fumantes normolipidêmicos e hiperlipidêmicos essa redução foi mais acentuada (CAT, 5125 vs. 4093 U/g Hb, $p < 0.01$, respectivamente; GPx, 20.3 vs. 23.0 U/g Hb, $p < 0.05$, respectivamente), além de exibirem uma maior concentração plasmática de F2-isoprostano, um metabólito derivado da peroxidação de fosfolípidios de membrana (MIRI et al., 2012). Nesse ponto, a exacerbação dos fatores de riscos modificáveis para DCV incrementam os danos causados pelas ERO, não apenas por funcionarem com fontes adicionais de espécies reativas, mas, também, por interferir na atividade das linhas de defesa antioxidantes endógenas.

A hipercolesterolemia familiar (HF) e o estresse oxidativo já estão bem estabelecidos quanto ao aumento do risco para aterosclerose. No entanto, Real et al. (2010) observaram uma correlação mais estreita entre esses dois fatores quando analisaram os níveis de atividade das enzimas antioxidantes em células mononucleares circulantes, importantes mediadores do desenvolvimento da aterosclerose, em pacientes portadores da doença e controles pareados. Em seu estudo, eles demonstram que o estresse oxidativo na HF foi maior do que nos controles, quando se constatou uma elevada concentração da forma oxidada da glutathiona (GSSG), em detrimento de uma baixa concentração de sua forma reduzida (GSH), expressa pela razão GSH/GSSG. Concomitantemente, também se observou uma maior atividade xantina oxidase e maior concentração de malondialdeído (produto da peroxidação lipídica). Apesar disso, não houve diferenças entre os grupos no que diz respeito à atividade das enzimas SOD, CAT e GPx, o que não se traduz na redução do trabalho desse sistema, mas numa ausência de resposta adaptativa a essa condição.

A atividade das enzimas antioxidantes está inversamente correlacionada com comorbidades de risco para desenvolvimento de aterosclerose, como a hipertensão. Tal fato pode ser confirmado pelo estudo de Amirkhizi et al. (2010), no qual avaliaram a atividade da CuZn-SOD, GPx e CAT em mulheres

hipertensas e pré-hipertensas, comparadas com grupo controle normotenso. Constatou-se que nos grupos hipertensos e pré-hipertensos houve redução da atividade da CuZn-SOD e GPx em relação aos normotenso e somente o grupo hipertenso teve a atividade CAT reduzida, comparada com os grupos pré-hipertenso e normotenso. Apoiando esses dados, foi observado que mulheres grávidas com pré-eclâmpsia, comparadas ao grupo controle composto por gestantes saudáveis, apresentavam uma atividade da SOD, CAT e GPx atenuada e um aumento na expressão de malondialdeído (JOHNKENNEDY; AUGUSTIN; IFEOMA, 2012).

2.5 EFEITO DE SUBSTÂNCIAS ANTIOXIDANTES EXÓGENAS SOBRE A ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO

O consumo de substâncias com propriedades antioxidantes se desdobra como importante auxiliar na redução do estresse oxidativo, não apenas por agir como removedor de ERO, mas, também, por melhorar o desempenho das enzimas antioxidantes e ainda demonstrarem potencial terapêutico de baixo custo (Delgado et al., 2017). Dentre essas substâncias destacam-se os polifenóis, compostos fenólicos amplamente distribuídos nos alimentos naturais com potente ação antioxidante devido a ressonância de seus anéis aromáticos, abeis em resgatar os radicais livres e minimizar os efeitos do estresse oxidativo e suas alterações patológicas (IGNARRO et al., 2006; BASU; PENUGONDA, 2008).

Xu et al. (2011) analisaram que componentes antioxidantes (tocoferóis, fitosteróis e compostos fenólicos) presentes no óleo de colza (*Brassic napus*) aumentaram significativamente a capacidade de defesa antioxidante endógena por meio da elevação da atividade das enzimas GPx, CAT e SOD, bem como por meio do aumento do nível de GSH, e uma redução da peroxidação lipídica em ratos sob dieta hipercolesterolêmica. Esses antioxidantes exógenos também reduziram os teores plasmáticos de triglicerídeos, colesterol total e LDL colesterol e aumentaram a razão entre HDL/LDL, além de reduzir significativamente os níveis de interleucina-6 (IL-6) e proteína C-reativa (PCR), marcadores pró-inflamatórios fortemente correlacionados com aterosclerose. De igual modo, em um estudo anterior, o tratamento com os triptenos (lupeol e seu éster lupeollinoleato), moléculas percussoras de fitoesteróis encontradas em extrato

plantas, mostrou ser capaz de reduzir a peroxidação lipídica e aumentar a atividade da SOD, CAT e GPx em animais também tratados com dieta hiperlipídica e em estágio precoce de aterosclerose (SUDHAHAR; KUMAR; VARALAKSHMI, 2006).

Em um estudo com células endoteliais de veias umbilicais humanas incubadas com H_2O_2 , em que se avaliou a capacidade antioxidante da *reina*, substância encontrada no extrato de uma planta muito utilizada na medicina oriental, observou-se que a exposição a altas concentrações de H_2O_2 , além de promover um aumento substancial dos metabólitos da peroxidação lipídica, promove a redução na atividade das enzimas SOD e GPx; resultado não encontrado no grupo tratado com extrato de *reina* (ZHONG et al., 2012). De Grooter et al. (2012) observaram o papel protetor do extrato de *C. quadrangularis* incluindo os seus constituintes polifenólicos, quercetina e resveratrol, ao promover o aumento na expressão proteica das enzimas Mn-SOD e GPx em células endoteliais da veia umbilical de humana (SAPSRITHONG et al., 2012).

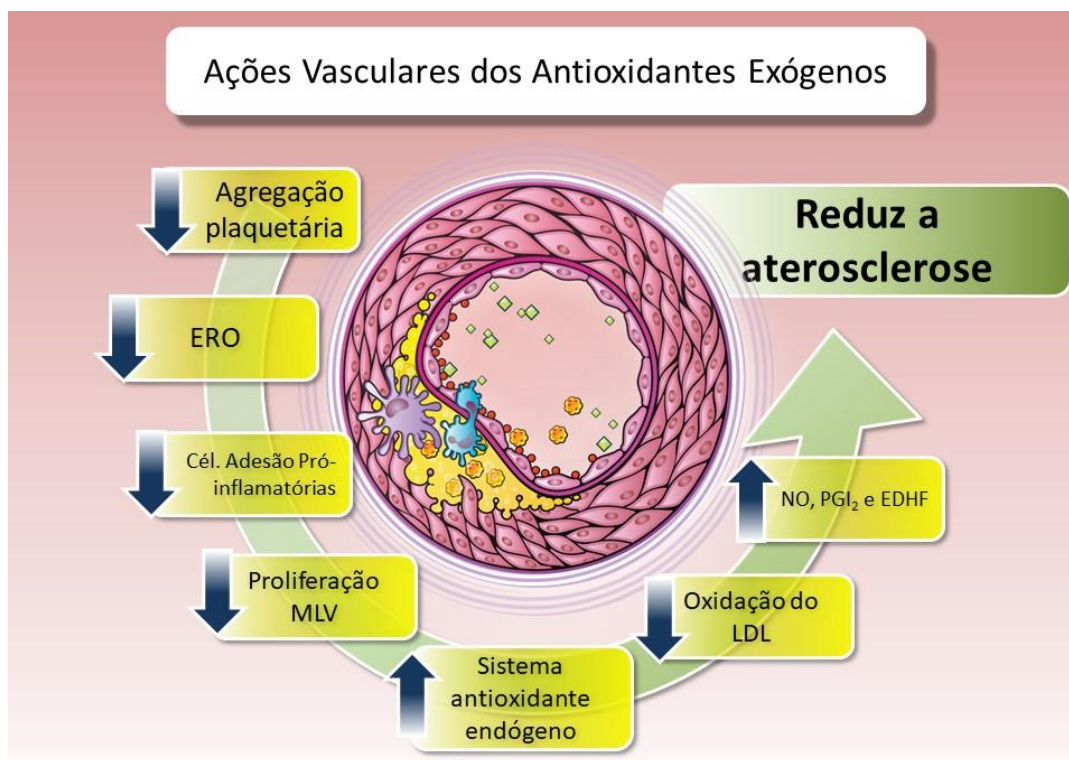


FIGURA 3. Mecanismos de ação das substâncias antioxidantes exógenas sobre o sistema vascular na redução da aterosclerose. ERO: espécies reativas de oxigênio. MLV: músculo liso

vascular. NO: óxido nítrico. PGI₂: prostaciclina. EDHF: fatores hiperpolarizantes derivados do endotélio. Adaptado: BASU; PENUGONDA, 2008.

2.6 EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO SOBRE A ATIVIDADE DO SISTEMA ANTIOXIDANTE ENZIMÁTICO

O exercício físico também parece exercer influência positiva sobre a atividade das enzimas antioxidantes. Cláudio et al. (2013) observaram que a atividade física programada de natação durante cinco semanas em um modelo experimental de menopausa foi capaz de aumentar tanto a expressão como a atividade das enzimas antioxidantes (SOD e CAT) em coronárias compradas com seu grupo controle.

Outro estudo demonstrou que em camundongos deficientes para receptores de LDL, submetidos a diferentes intensidades de atividade física, a atividade da CAT, SOD e GPx apresentaram-se aumentadas, diferente do grupo sedentário, com uma correlação significativa na redução da deposição de lipídeos na camada íntima da aorta (TEODORO et al., 2012). Ainda, em um estudo clínico com voluntários obesos, que se submeteram a uma rotina assistida de atividades físicas e dieta, apresentaram ao fim de 12 semanas de avaliação um aumento da atividade da GPx, com uma redução da razão entre GSH/GSSG. Embora os dados sobre a atividade de CAT e SOD não tenham sido significativos, a atividade da GPx também demonstrou uma forte correlação inversa com os níveis plasmáticos de triglicérides e lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) (LAZIM et al., 2012).

3 CONCLUSÃO

Mediante as pesquisas avaliadas nesta revisão, conclui-se que na aterosclerose o balanço da atividade das principais enzimas antioxidantes, SOD, CAT e GPx é diretamente e inversamente influenciado pelo microambiente celular; onde, o aumento da síntese de ERO imprime uma redução de atividades sequestradoras dessas moléculas e, conseqüentemente, expressa um aumento nos níveis de marcadores de dano celular por estresse oxidativo, como os metabólitos de peroxidação lipídica.

No entanto, diferentes trabalhos também demonstraram que fontes antioxidantes exógenas agem como equilibradoras do microambiente celular, não apenas auxiliando da inativação das ERO, mas melhorando a função das enzimas e reduzindo os danos teciduais e funcionais na aterosclerose.

REFERÊNCIAS

AMIRKHIZI, F.; SIASSI, F.; DJALALI, M.; FOROUSHANI, A.R. Assessment of antioxidant enzyme activities in erythrocytes of pre-hypertensive and hypertensive women. **J. Res. Med. Sci.**, v. 15, n.5, p. 270-278, set. 2010.

BASU, A.; PENUGONDA, K. Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. **Nutrition reviews**, v. 67, n. 1, p. 49-56, 2009.

BRASILEIRO FILHO, G. **Bogliolo Patologia**. 7ª Edição. Pgs3 e 4. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2006.

CHEN, H. et al. Polymorphic variation in manganese superoxide dismutase (MnSOD), glutathione peroxidase-1 (GPX1), and catalase (CAT) contribute to elevated plasma triglyceride levels in Chinese patients with type 2 diabetes or diabetic cardiovascular diseases. **Mol. Cell. Biochem.**, v. 363, p. 85-91. 2012.

DE GROOTER, D. et al. Effect of the intake of resveratrol, resveratrol phosphate, and catechin-rich grape seed extract on markers of oxidative stress and gene expression in adult obese subjects. **Ann. Nutr. Metab.**, v. 61, p. 15-24. 2012.

DELGADO, N.T.B. et al. Pomegranate extract enhances endothelium-dependent coronary relaxation in isolated perfused hearts from spontaneously hypertensive ovariectomized rats. **Frontiers in pharmacology**, v. 7, p. 522, 2017.

CLAUDIO, E.R.G. et al. Effects of chronic swimming training and oestrogen therapy on coronary vascular reactivity and expression of antioxidant enzymes in ovariectomized rats. **PLoS One**, v. 8, n. 6, p. e64806, 2013.

FLORES-MATEO, G. et al. Antioxidant Enzyme Activity and Coronary Heart Disease: Meta-analyses of Observational Studies. **Am. J. Epidemiol.**, v. 170, n. 2, p. 135-147, maio. 2009.

FRIDOVICH, I. Superoxide radical and superoxide dismutases. **Ann. Rev. of Bioch.** v. 64, p. 97-112, Jul. 1995.

FUKAI, T.; USHIO-FUKAI, M. Superoxide dismutase: role in redox signaling, vascular function, and disease. **Antioxidants and Redox Signaling**, v. 15, n. 6, p. 1583-1606. 2011.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J.M., CROSS, C.E. Free radicals, antioxidants, and human disease: where are we now? **J Lab Clin Med.** n.119, v.6, p. 598-620. 1992.

HALLIWELL, B. The antioxidant paradox. **The Lancet**, Vol 355: 1179–80, April 1, 2000.

HANSSON, G.K. Atherosclerosis-Not immune disease The Anitschkov Lecture 2007. **Atherosclerosis.** V. 202, p. 2-10.

HORNING, B. et al. Comparative Effect of ACE Inhibition and Angiotensin II Type 1 Receptor Antagonism on Bioavailability of Nitric Oxide in Patients with Coronary Artery Disease: Role of Superoxide Dismutase. **Circulation**, n.103, v. 2, p.799-805, fev. 2011.

IGNARRO, J. L. et al. Pomegranate juice protects nitric oxide against oxidative destruction and enhances the biological actions of nitric oxide. **Nitric Oxide**, v. 15, p. 93-102. 2006.

JOHNKENNEDY, N.; AUGUSTIN, I.; IFEOMA. U.H. Alterations in antioxidants enzymes and malondialdehyde status in preeclampsia. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.** p, S750-s752, 2012.

LABARTHE, D. R. **Epidemiology and prevention of cardiovascular diseases: a global challenge.** Gaithersburg, Md: Aspen Publishing, 2^a ed. 1998.

LAZIM, R. et al. 12-week behavioral lifestyle modification program increases blood antioxidant enzyme activities in obese adults. **The Open Obesity Journal**, v. 4, p. 23-27. 2012.

MADAMANCHI, N. R.; VENDROV, A.; RUNGE, M. S. Oxidative Stress and Vascular Disease. **Arterioscler. Thromb. Vasc. Biol.**, v. 25, p.29-38, nov. 2005.

MAKSIMENKO, A. V.; VAVAEV, A. V. Antioxidant enzymes as potential targets in cardioprotection and treatment of cardiovascular diseases. Enzyme antioxidants: the next stage of pharmacological counterwork to the oxidative stress. **Heart Intern.**, n. 7, v.e3, 2012.

MENDIS, S.; PUSKA, P.; NORRVING B. **Global atlas on cardiovascular disease prevention and control.** World Health Organization, Geneva 2011.

MIRI, R.; SAADATI, H.; ARDI, P.; FIRUZI, O. Alterations in oxidative stress biomarkers associated with mild hyperlipidemia and smoking. **Food Chem. Toxicol.**, v. 50, n. 3-4, p. 920-926, mar. 2012.

MOVAHED, A. et al. Resveratrol protects adult cardiomyocytes against oxidative stress mediated cell injury. Arch. **Biochem. Biophys.** 2012.

NASCIMENTO NETO, R. M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Atlas: corações do Brasil**. São Paulo: SBC, 2005. v.1, p.40-54.

REAL, J. T. et al. Increased oxidative stress levels and normal antioxidant enzyme activity in circulating mononuclear cells from patients of familial hypercholesterolemia. **Metabolism: Clinic and Experim.**, v. 59, n. 2, p. 293-298, fev. 2010.

SAPSRITHONG, T. et al. Cissus quadrangularis ethanol extract upregulates superoxide dismutase, glutathione peroxidase and endothelial nitric oxide synthase expression in hydrogen peroxide-injured human ECV304 cells. **J. Ethnopharmacol.**, n. 143, p. 664-672. 2012.

SUDHAHAR, V.; KUMAR, S. A.; VARALAKSHMI, P. Role of lupeol and lupeol linoleate on lipemic–oxidative stress in experimental hypercholesterolemia. **Life Sciences**, v. 78, n.12, p. 1329-1335, fev. 2006.

TEDGUI, A.; MALLAT, Z. Cytokines in atherosclerosis: pathogenic and regulatory pathways. **Physiol. Rev.**, v.86, p. 515–581. 2006.

TEODORO, B. G. et al. Improvements of atherosclerosis and hepatic oxidative stress are independent of exercise intensity in LDLr (-/-) mice. **J. Atheroscler. Thromb.**, published online: july 4, 2012. <<http://dx.doi.org/10.5551/jat.11569>>

TURRENS, J. F. Mitochondrial formation of reactive oxygen species. **J. Physiol.**, v.552, n. 2, p. 335-344. 2003.

XU et al. Rapeseed oil fortified with micronutrients reduces atherosclerosis risk factors in rats fed a high-fat diet. **Lipids in Health and Disease**, v. 10, n. 6, p. 96-104, jun. 2011.

YANG, H. et al. Overexpression of antioxidant enzymes in ApoE-deficient mice suppresses benzo(a)pyrene-accelerated atherosclerosis. **Atherosclerosis**, n. 207, p. 51-58. 2009.

ZHONG, X. F. et al. Protective effect of rhein against oxidative stress-related endothelial cell injury. **Mol. Med. Report.**, v. 5, n. 5, p. 1261-1266, maio. 2012.

A UTOPIA CONCRETA E A PRÁXIS LIBERTADORA: A INFLUÊNCIA DE KARL MARX NA FILOSOFIA DA LIBERTAÇÃO DE ENRIQUE DUSSEL

THE CONCEPTUAL UTOPIA AND THE LIBERATING PRACTICE: THE INFLUENCE OF KARL MARX IN THE PHILOSOPHY OF THE RELEASE OF ENRIQUE DUSSEL

Halley Jhason Medeiros Mendes¹

João Menezes Santos Neves²

RESUMO

A filosofia latino-americana da libertação, apresentada como uma proposta de emancipação da América Latina como periferia da prática hegemônica central (eurocêntrica), se propõe a reconhecer o verdadeiro lugar do nativo em face do seu "outro". Faz-se necessário, então, identificar qual é a base teórica que fundamenta essa nova proposta de filosofia. É possível reconhecer a influência da teoria e do pensamento marxiano, em especial em conceitos como a utopia concreta e a práxis libertadora, na filosofia da libertação, o que é admitido por diversos autores. Todavia, a escolha de Dussel, ao reconhecer na teoria de Marx uma terra fértil para o florescer da Filosofia da Libertação, se diferencia das demais por ser eminentemente ética, fundamentando a libertação do nativo alienado no alcance do Reino da Liberdade, onde as desigualdades são eliminadas.

PALAVRAS-CHAVES: filosofia da libertação; Karl Marx; Enrique Dussel.

ABSTRACT

The Latin American philosophy of liberation, presented as a proposal for the emancipation of Latin America as the periphery of central (eurocentric) hegemonic practice, proposes to recognize the true place of the native in the face of his "other." It is necessary, then, to identify which is the theoretical base that bases this new proposal of philosophy. It is possible to recognize the influence of Marxian theory and thinking, especially in concepts such as concrete utopia and liberating praxis, in the philosophy of liberation, which is admitted by several authors. However, Dussel's choice, in recognizing in Marx's theory a fertile land for the flourishing of the Philosophy of Liberation, differs from others by being eminently ethical, grounding the liberation of the alienated native in the reach of the Kingdom of Freedom, where inequalities are eliminated.

KEYWORDS: philosophy of liberation; Karl Marx; Enrique Dussel.

¹ Mestre em Direito e Garantias Fundamentais pela Faculdade de Direito de Vitória/ES (FDV). Professor de Direito Constitucional e Processo Penal. E-mail: jhasonmm@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

Friedrich Nietzsche (apud FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 7) afirmou, em uma conferência de 1872, temer que os filósofos impedissem o filosofar. Parecia querer prevenir contra aqueles que confundem a filosofia com a administração da tradição repetindo conceitos ao longo da história sem submetê-los a qualquer crítica.

Na mesma linha de raciocínio, Estermann (1997, p. 4-5) aponta que, ao chegar no Novo Continente, Colombo encontrou uma terra incógnita, mas que não era um vazio como muitos autores quiseram fazer crer. Todavia, o que encontraram aqui não era comparável com a escolástica e, dessa forma, concluíram não haver qualquer filosofia nesta terra.

Não somente os europeus, mas muitos latino-americanos inclusive, só compreendem uma concepção de filosofia que nasceu na Grécia Antiga e conquistou o mundo inteiro por meio da expansão europeia.

Essa concepção eurocêntrica de filosofia como história das ideias não abarca, de nenhuma maneira, o fenômeno do pensamento andino, uma vez que a cultura andina é uma cultura sem escrita e não necessariamente fixada em filósofos particulares (ESTERMANN, 1997, p. 5-6).

Ela se vê por meio da reflexão sistemática de uma tradição que se transmite por intermédio de restos arqueológicos e ornamentos, costumes e ritos, bem como no subconsciente coletivo, confundindo arqueologia, teologia e antropologia.

Trata-se, portanto, de uma concepção original, em conteúdo e em forma, que até hoje foi relegada de seu posto, submetida pelo colonialismo e pela filosofia eurocêntrica, dominadora e encobridora.

A filosofia da libertação surge para desencobrir o que estava oculto, para revelar a face original latino-americana e para emancipar o pensamento andino ao seu posto na história mundial. É preciso reconhecer a posição da cultura periférica em face da cultura hegemônica, por meio da alteridade, em um processo dialético, até que se revele o que há de universal em ambas. Nas palavras de Raul Fonet-Betancourt (2004, p. 8):

Nesse sentido, é de esperar que o diálogo aqui iniciado não somente continue, senão que possa servir de exemplo para uma práxis filosófica interativa que saiba mancomunar esforços e colocações em aras da

realização do ideal que nos une, a saber, praticar uma filosofia à altura dos contextos de nossa diversidade e de seus tempos.

O objetivo do presente trabalho é reconhecer, na base teórica que sustenta a filosofia da libertação, a influência de Karl Marx, a princípio pensado como um expoente da filosofia central, mas posteriormente reconhecido, em um movimento dialético, como um dos fundamentos do projeto que visa libertar e emancipar o homem da periferia mundial, resgatando a humanidade negada, diminuindo as desigualdades existentes, e construir uma sociedade mais justa.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A FILOSOFIA LATINO-AMERICANA DA LIBERTAÇÃO

Há muito se fala do reconhecimento de uma filosofia nativa latino-americana que dialogue com seu passado, com as figuras e instituições que determinaram as linhas dominantes de seu desenvolvimento, e que esteja à altura dos desafios históricos dos novos tempos.

Uma perspectiva desde a qual se pode e deve encarar a autocrítica da filosofia latino-americana é a intercultural. Entretanto, na opinião de Raul Fornet-Betancourt, a filosofia latino-americana não tem sabido responder ao desafio do tecido intercultural que caracteriza a realidade cultural da América Latina (2004, p. 12-13).

Interculturalidade, como uma demanda de justiça cultural, quer designar, nas palavras do citado autor, “aquela *postura* ou *disposição* pela qual o ser humano se capacita para, e se habitua a viver ‘suas’ referências identitárias *em relação* com os chamados ‘outros’, quer dizer, compartilhando-as em convivência com eles”. É, assim, “processo de reaprendizagem e recolocação cultural e contextual” (Ibid, p. 13).

É possível reconhecer alguns marcos históricos dessa tradição, como o socialismo positivo¹⁵, o marxismo indo-americano de José Carlos Mariátegui¹⁶ e a filosofia do mexicano Samuel Ramos¹⁷.

Além dos já citados, e apesar da animosidade histórica entre marxismo e cristianismo¹⁸, tem surgido nas últimas décadas uma “teologia da libertação” no contexto latino-americano. Parte do amplo e complexo movimento da filosofia latino-americana da libertação que teve seu início em 1971 buscando reorientar o projeto da filosofia latino-americana.

Tal proposta opõe a “unidade da conquista” a um novo conceito de unidade, fundado no reconhecimento e respeito à diferença, conduzindo a uma “fraternidade universal”. No dizer de Pedro Henríquez Ureña (apud, FORNET-BETANCOURT, 2004, pp. 19-20): “Nunca a uniformidade, ideal de imperialismos estéreis; sim à unidade, como harmonia das múltiplas vozes dos povos”.

As comemorações do quinto centenário de “descobrimento” da América, celebrado em 1992, foi aproveitado pela “teologia da libertação” como uma oportunidade de reafirmação de seus ideais interculturais. Nas palavras de Raul Fonet-Betancourt (Ibid, p. 29-30):

A teologia cristã latino-americana interpretou esta especial conjuntura histórica do “1992” como um *kairós*, como um “momento propício”, como um “tempo favorável” para promover uma reorganização econômica, social, política, cultural e institucional da América Latina e para empreender ela mesma, como teologia, novos caminhos.

Enrique Dussel, expoente da filosofia da libertação, é um importante e representativo exemplo da reação da filosofia latino-americana ante o desafio da conjuntura proporcionada pelas comemorações do V Centenário. Crítico efetivo do posicionamento de reconciliação – o sentido festivo atribuído ao “Encontro de dois mundos e/ou de duas Culturas” –, levanta sua voz para rever o episódio

¹⁵ INGENIEROS, José, *Sociología Argentina*. Buenos Aires: Universidade de Buenos Aires, 1911; e os trabalhos reunidos por Oscar TERÁN na antologia: *Antiimperialismo y nación*. México: Siglo XXI, 1979; JUSTO, Juan Bautista. *Teoría y práctica de la historia*. Buenos Aires: Lolito Y Barberis, 1915; e a bibliografia analisada nos estudos de SOLER, Ricaurte. *El positivismo argentino*. Buenos Aires: EUDEBA, 1968; e de FORNET-BETANCOURT, Raúl. “Marxismus und Positivismus in Lateinamerika. Zur Geschichte des positivem Sozialismus”. In: *Dialektick 2* (1993) p. 135-150.

¹⁶ MARIÁTEGUI, José Carlos. *7 ensayos de interpretación de la realidad peruana*. Lima: Amauta, 1934; e os trabalhos recolhidos no tomo: *Ideología y Política*. Lima: Amauta. 1973.

¹⁷ RAMOS, Samuel. *El perfil del hombre y la cultura em México*. México, FEC, 1934.

¹⁸ MACDONALD, José Brendan. **Teologia da libertação e marxismo**. Disponível em <http://www.ocomuneiro.com/nr12_10_josebrendan.html>. Acesso em: 27 ago. 2015.

histórico do “descobrimento” sob o ponto de vista do “outro”, da vítima. Assim, não reconhece qualquer celebração, mas sim uma reparação histórica ao nativo americano¹⁹. Nas palavras do citado autor (apud FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 52-53):

Trata-se do eufemismo do ‘encontro’ de dois mundos, de duas culturas – que as classes dominantes crioulas ou mestiças latino-americanas hoje são as primeiras em propor. Intenta elaborar um mito: o do novo mundo como uma cultura construída desde a harmoniosa unidade de dois mundos e duas culturas: europeu e indígena. São os filhos ‘brancos’ ou ‘crioulos’ (ou de ‘alma branca’) de Cortés (de esposa espanhola), ou os filhos de Malinche (os ‘mestiços’) que estão, todavia, hoje no poder, na dominação, no controle da cultura vigente, hegemônica. Digo que falar de ‘encontros’ é um eufemismo [...] porque oculta a violência e a destruição do mundo do outro, e da outra cultura, foi um ‘choque’, e um choque devastador, genocida, absolutamente destruidor do mundo indígena.

Trata-se de concretizar uma opção racional e ética, abrindo-se os horizontes para uma nova interpretação da história universal onde a América Latina não esteja fora – como na visão eurocêntrica –, mas tenha um lugar próprio, reconhecendo-se a alteridade do “outro”, que foi excluído como chave hermenêutica. Dussel (apud FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 56) formula essa opção nos seguintes termos:

Agora é necessário trocar-se de ‘pele’, ter novos ‘olhos’. Não são já a pele e os olhos do *ego conquiro* que culminará no *ego cogito* ou na ‘Vontade-de-Poder’. Não são já mãos que empunham armas de ferro, e olhos que vêm desde as caravelas... Temos que ter a pele que sofrerá tantas penúrias na encomenda e no repartimento, que apodrecerá nas pestes dos estranhos, que será ferida até os ossos na coluna onde se açoitava os escravos [...]. Temos que ter os olhos do Outro, de outro *ego*, de um *ego* do qual devemos re-constituir o processo de sua formação (como a ‘outra cara’ da Modernidade).

É, portanto, a opção pela *Ameríndia* em uma inversão hermenêutica que a tira do encobrimento eurocêntrico, revelando seu *lugar próprio* na história da humanidade. É o reconhecimento do seu particular ponto de vista, como no exemplo citado por Raul Fonet-Betancourt (ibid, p. 58):

¹⁹ DUSSEL, Enrique. “Del descubrimiento al desencubrimiento (Hacia un desagravio histórico)”. In *El día 9*, 1984, p. 4-7.

Partindo do diagnóstico de que as culturas ameríndias, sobretudo no nível das culturas urbanas dos impérios asteca e inca, alcançaram um alto grau de diferenciação social que se concretizou justamente no desempenho de funções sociais específicas, Enrique Dussel afirma que uma dessas funções sociais reconhecidas como tal é a da filosofia [...] A figura e a função do “tlamatini”, entre os astecas, e do “amauta” entre os incas [...]

O problema cultural que se apresentou a Dussel²⁰ não era sobre a possibilidade de descrever a identidade latino-americana objetivamente, mas sim uma angústia existencial: “Quem somos culturalmente? Qual a nossa identidade histórica?”.

Partindo do pressuposto de que a “cultura” é a totalidade do conteúdo valorativo-mítico de uma nação (ou conjunto delas), Dussel (FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 161) passa a situar a América Latina em seu “lugar” na história universal. Trata-se, assim, de uma “tomada de consciência” da existência de uma cultura latino-americana a par da cultura eurocêntrica em uma visão panorâmica da “História mundial” por meio de uma reconstrução – “destruição heideggeriana”. Em um Curso de 1966, Dussel (FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 164) conseguiu situar “a América Latina no processo de desenvolvimento da humanidade desde sua origem (desde a espécie *homo*), passando pelo paleolítico e neolítico, até o tempo da invasão da América por parte do Ocidente”. Pouco depois, em março de 1967, publicou seu primeiro livro: *Hipóteses para uma história da igreja na América Latina*, a primeira reinterpretação de uma história religiosa desde a ótica da história mundial das culturas. Ainda em outras duas obras, *O humanismo helênico* e *O dualismo na antropologia da cristandade*, o autor verte, de maneira filosófica, a reconstrução histórica proposta sempre visando revelar as origens da “cultura latino-americana”.

Reconhece-se, portanto, na “Teologia da Libertação”, também chamada de “Filosofia da Libertação”, a vertente teórica que busca identificar e emancipar a cultura nativa latino-americana e, em Enrique Dussel, um dos mais relevantes expoentes dessa teoria. Delineadas tais bases históricas, torna-se possível partir ao tema central.

²⁰ DUSSEL, Enrique. Transmodernidade e Interculturalidade (Interpretação desde a Filosofia da Libertação). In FORNET-BETANCOURT, Raul. Interculturalidade, críticas, diálogo e perspectivas. 2004, p. 161.

2.2 A BASE MARXISTA NA TEOLOGIA DA LIBERTAÇÃO

Não é segredo que Karl Marx via na religião uma arma muito bem utilizada pelas elites ou classes dominantes para dominação ideológica das massas (SANTA CLARA, 2014, p. 42). Para ele, por intermédio do abuso da religião, elementos das classes dominantes sempre levaram grandes parcelas das massas a elegê-los a cargos e a dar apoio moral a aventuras bélicas desastrosas.

Desde a década de 1960, surge uma nova forma de pensar na América Latina, fruto do surgimento das Ciências Sociais críticas, a Filosofia da Libertação, descobrindo seu condicionamento cultural, sua *location* (FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 169).

Era o começo da desmistificação dos “heróis” nacionais do modelo neocolonial e do diálogo – que não era simétrico, mas de dominação, exploração e aniquilamento – entre as diferentes culturas aqui localizadas. Nas palavras de Dussel (*in* FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 170) “a filosofia da Libertação, como filosofia *crítica* da cultura, devia gerar uma nova elite cuja ‘ilustração’ se articulava aos interesses do *bloco social dos oprimidos* (que para A. Gramsci era o *povo*)”.

A cultura periférica, oprimida por tanto tempo pela cultura imperial, deveria agora ser o ponto de partida do diálogo intercultural. Não se trata de simples populismo. Afirmava Dussel (*in* FORNET-BETANCOURT, 2004, p. 173) que:

Desde uma leitura cuidadosa e arqueológica de Marx (desde suas obras juvenis de 1835 a 1882, indicávamos que toda cultura é um *modo* ou um sistema de “tipos de trabalho”. Não em vão a “agri-cultura” era estritamente o “trabalho da terra” – já que “cultura” vem etimologicamente em latim de “cultus”, em seu sentido de consagração sagrada. A *poiética material* (fruto físico do trabalho) e *mítica* (criação simbólica) são *pro-dução* cultural (um por *fora*, objetivamente, o subjetivo, ou melhor, intersubjetivo, comunitário). Desse modo, o econômico (sem cair no economicismo) era resgatado.

O termo “Teologia da Libertação” pode ser entendido em vários sentidos: em um deles, são vários teólogos cristãos com substancial conhecimento das ciências sociais e da história que enxergam na figura de Cristo e dos profetas hebraicos que o antecederam a intenção de promover o bem-estar do ser humano com ênfase em sua vida material. Ou seja, teólogos que dedicam sua vida profissional

ao exame da situação das massas majoritárias sujeitas à opressão das elites, desenvolvendo uma nova hermenêutica teológica. Dentre os tais, podemos citar Gustavo Gutiérrez, Leonardo Boff, Jon Sobrino, José Comblin, dentre outros.

Todos esses nomes reconhecem a existência de um *status quo*, que vem sendo repetido acriticamente ao longo da história.

Durante os três primeiros séculos de existência da Igreja Cristã, o Cristianismo se espalhava progressivamente pelo Império Romano em especial entre os pobres e escravos. Todavia, com a ascensão de Constantino ao posto de Imperador, no início do Século IV, o cristianismo foi alçado à colocação de religião oficial do Império. Esse momento de aliança entre Estado e Igreja durou mais de 14 séculos e comprometeu seriamente a igreja.

Desde então, o tal *status* é mantido pelas elites por intermédio do Estado e das classes mais elevadas da igreja. Isso vai fundamentar a crítica de Marx²¹ (1968, p.6) ao afirmar que “a igreja anglicana [...] prefere absolver uma investida contra 38 de seus 39 artigos de fé a perdoar um ataque contra 1/39 de suas rendas”.

A exploração dos humildes por príncipes, barões da indústria, banqueiros e autoridades religiosas motivou o desprezo de Marx frente às igrejas e à religião em si. Para ele, a ação prática, conjugada à teoria revolucionária pode mudar o homem e a sociedade. Esse mesmo projeto utópico-crítico será observado na filosofia latino-americana da libertação. Nesse ponto, resgatar o pensamento marxiano é fundamental para compreender a práxis de libertação para o filósofo que tem como ponto de partida o homem situado.

2.3 A UTOPIA E A PRÁXIS LIBERTADORA

Antônio Rufino Vieira (2010, p. 18) entende que “o pensamento de Marx pode ser de importância imprescindível para compreender as contradições do sistema capitalista principalmente quando os seus mais ardorosos defensores pensam apresentá-lo como o único e definitivo sistema da humanidade”. Entretanto, hodiernamente existe a tentativa de tirar o crédito do pensamento marxiano a partir de duas perspectivas: a factual e a epistemológica.

²¹ MARX, Karl. O Capital, Livro Primeiro, Volume I, Prefácio da Primeira Edição, p. 6, Editora Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1968.

A factual apontará o fracasso da experiência socialista em diversos países, constatando, daí, que o marxismo não é uma teoria suscetível de ser concretizada. Já a crítica epistemológica é aquela que apontará a inaplicabilidade da teoria à realidade social, como o fez, por exemplo, Habermas²². Diante da crise dos socialismos reais, o marxismo é questionado hoje mais do que nunca.

Contra tal visão, é necessário revisitar alguns conceitos da teoria social de Marx. Um deles, por exemplo, o conceito de utopia. No dizer de Vieira (ibid, p. 27):

A abordagem blochiana do tema “utopia” permite que se perceba como a busca por uma nova sociedade é algo que sempre interessa às classes populares, àquelas que sem nada terem a perder, porque nada possuem, reivindicam seus direitos enquanto homens: a liberdade, a igualdade e a fraternidade, [...] orientadores de uma práxis transformadora da sociedade, à medida que não são tomados apenas num sentido jurídico-formal, mas numa realização concreta.

Assim, nas palavras do citado autor, a utopia abala a segurança dos defensores do *status quo* (ibid, p. 29).

Marx e Engels, no *Manifesto Comunista*, ainda que reconhecessem aspectos positivos no chamado socialismo utópico, apontavam que seu erro fundamental foi ignorar a autonomia da classe oprimida. Ou seja, servia apenas como crítica social, devendo ser superado pelo socialismo científico.

Para Ernst Bloch (apud VIEIRA, 2010, p. 34), embora o espírito utópico pareça separado da realidade presente, vislumbrando apenas uma estrutura futura da sociedade, enxerga a realidade como preocupante, abrindo espaço para uma crítica real do presente. Logo, a utopia não é exclusivamente abstrata, servindo de orientação do presente em busca de um futuro melhor. A utopia exige do sujeito social a militância na construção de uma nova sociedade.

O mesmo autor (apud VIEIRA, 2010, p. 39) vai afirmar que mesmo as mais ingênuas utopias sociais contribuíram para o aflorar da consciência social, na medida em que são uma resposta indireta aos problemas postos pela sociedade vigente. Por meio das utopias, no dizer de VIEIRA (ibid, p. 42) “o homem já não esperaria uma intervenção milagrosa, ou um paraíso terrestre para recompensá-lo”. Para ele (ibid, p. 46) “é preciso, no entanto, que a esperança fomenta ações

²² HABERMAS, Jürgen. *Théorie et pratique*. Paris: Payot, 1963, vol. 2, p. 10-12.

concretas e objetivas, envolvendo, definitivamente, a todos os oprimidos, unidos no compromisso da mudança radical das estruturas sociais, para o Melhor”.

A utopia é fundamental na construção do conhecimento, uma vez que o processo dialético faz superar o antagonismo entre imaginação e realidade. É por intermédio dela que a revolução abalará o que é, a fim de realizar o que ainda não-é. Para Vieira (ibid, p. 54):

Marx fundamenta a teoria do conhecimento no campo da práxis. Essa práxis só pode ser o trabalho realizado pelo homem livre. Torna-se necessária uma prática revolucionária que modifique as estruturas opressoras da sociedade que alienam o homem.

Assim, é o próprio trabalho que humanizará o homem. Mas a noção de trabalho deve ultrapassar a abstração superando o sentido de alienação. É a relação “ser social e consciência”: uma só existe em relação à outra. Mudando-se uma, muda-se a outra. Mas é possível que haja mudança antes da mudança a nível humano?

Em resposta, Vieira (ibid, p. 60) afirmará que “a práxis consiste, portanto, em atividade do homem que, conscientemente, transforma o mundo.”

Por intermédio do humanismo concreto, o conceito de “alienação” será a chave para a compreensão do *humanum*. Na visão de Bloch (apud VIEIRA, 2010, p. 64), o Reino da Liberdade não é uma “aspiração quimérica”, mas sim a mudança do mundo a partir dele mesmo.

Nesse sentido, “interpretar” só é criticável quando não estiver fundamentado na teoria ou quando for dissociado de transformação. Lembrando Marx, Bloch (apud VIEIRA, 2010, p. 67) afirma que “um pensamento não é verdadeiro por que é útil, mas é útil porque é verdadeiro”.

Por isso, o processo de revolução parte do pressuposto de que o presente deve ser melhorado, sem que, com isso, o passado deva ser negado. É nesse sentido que a reflexão Marxiana se torna tão importante. Antônio Rufino Vieira (ibid, p. 72) afirma que:

Refletir sobre a filosofia marxiana é refletir sobre a própria possibilidade de o homem assumir-se enquanto construtor de um futuro onde, não existindo as desigualdades sociais (notadamente a econômica), reinará a liberdade em sua completude.

A destruição da alienação se dá no momento em que o trabalhador toma em suas mãos o processo de transformação social, assumindo o protagonismo

emancipatório necessário, transformando a sociedade, na medida em que não é mais objeto, mas sujeito da história.

É aqui que podemos visualizar a interdependência do homem e a natureza, como na fórmula marxista exposta por VIEIRA (ibid, p. 75): “a naturalização do homem e a humanização da natureza” que lembrará a capacidade do homem de transformar a natureza, enquanto esta é a morada do homem.

2.4 CRISE DO SOCIALISMO REAL E O MARXISMO

A queda do bloco comunista – expoente da crise do socialismo real – parece demonstrar que o capitalismo é o único modelo econômico e político possível para países ainda em desenvolvimento. No entanto, como afirma VIEIRA (ibid, p. 80): “não é tão evidente assim que o capitalismo de hoje responde às necessidades de todo o mundo”.

A miséria não foi eliminada das sociedades desenvolvidas e industrializadas. Pelo contrário, o declínio econômico e social nos Estados Unidos e em outros países desenvolvidos foi sutilmente mascarado pela queda do bloco comunista. Mesmo em um momento de crise do marxismo, Enrique Dussel fez um exaustivo estudo de algumas obras de Marx²³, fazendo uma releitura sistemática dos métodos marxianos de análise. Dussel, como defensor da Filosofia da Libertação latino-americana, encontra em Marx um bom instrumento metodológico que oferece referências teóricas, chegando a afirmar que “a *filosofia da libertação* latino-americana tem muito a aprender de Marx. A ‘ciência’ de Marx foi a ‘filosofia da libertação’ do trabalho vivo alienado no capital como o trabalho assalariado na Europa da segunda metade do Século XIX” (apud VIEIRA, 2010, p. 82).

O professor Aloísio Krohling (2014, p. 87) nos ensina que Dussel trata da dialética na esteira do múltiplo dialético, resgatando o termo marxiano de “exterioridade” e afirmando a ética do outro e da alteridade.

Antonio Rufino Vieira (2010, p.83) afirma que “a análise dusseliana de Marx tem por fim de mostrar que o pensamento de Marx é, sobretudo, ético” e que “a

²³ Dentre as quais, podemos citar: *La producción teórica de Marx; un comentario a los Grundrisse*. México: Siglo XXI, 1985; *Hacia un Marx desconocido: un comentario de los Manuscritos Del 61-63*. México: Siglo XXI, 1988; *El último Marx y la liberación latinoamericana*. México: Siglo XXI, 1990.

interpretação proposta por Dussel é original por seu ponto de partida: a miséria real e histórica do povo latino-americano”.

A par de Dussel, existe uma numerosa bibliografia relacionando marxismo e a América Latina, entretanto, a originalidade dele está na sua preocupação ética por excelência, ao se preocupar com o fundamento do pensamento econômico de Marx com um único propósito: a libertação do sempre alienado homem da América Latina.

Para Marx, a negação do capital – na relação capital-trabalho – é uma relação ética primordial, configurando a perversidade em uma relação de exploração. Assim, afirma Dussel (apud VIEIRA, 2010, p. 88): “a afirmação desta exterioridade, do trabalho real do trabalhador (mesmo submetido no capital como trabalho assalariado) jamais esquecido, será o ponto de apoio da *crítica* de Marx. (...) Este também será o ponto de apoio da filosofia da libertação”.

É por isso que o pensamento de Marx ainda é tão importante para a Filosofia da Libertação: ele fundamentará, sob uma perspectiva crítica, a resistência das classes dominadas – o homem latino-americano em face da cultura eurocêntrica hegemônica. Assim nos ensina VIEIRA (2010, p. 89):

É nesta condição que o marxismo poderia ainda servir como instrumento metodológico de análise crítica de uma realidade onde o homem não é o sujeito da sua própria história. A temática da alienação é aqui sempre retomada. Mas, se existe alienação, é porque há também a consciência de sua existência e a possibilidade de suprimi-la: o processo de libertação do homem constitui sempre um ideal para uma sociedade mais justa. Então, a possibilidade de realizar a libertação do homem não pode ser compreendida, segundo a perspectiva marxiana, senão como uma exigência ética e política na medida em que se pode apreender a significação concreta do homem.

O mesmo autor (ibid, p. 90) vai afirmar ainda que para Dussel “uma ética da libertação tem como ponto de partida o homem oprimido, fruto das contradições do capitalismo periférico que engendra o desemprego, a fome, a miséria, a exploração”. O pensamento Marxiano, portanto, pode ser a base teórica e filosófica para a libertação do homem até que ele venha a se tornar senhor de si mesmo.

Um dos críticos de Marx, Jürgen Habermas²⁴, apresentado por Dussel como um representante da posição eurocêntrica dominante²⁵, em sua ética do discurso, apresenta uma preocupação em fundar uma moral universal pragmática que ultrapasse os limites das éticas ontológicas tradicionais, buscando evitar o particularismo das éticas tradicionais. Entretanto, o próprio autor admite (apud VIEIRA, 2010, p. 93), diante de grandes cargas político-morais da atualidade (tais quais a fome e a miséria do Terceiro Mundo, o desrespeito à dignidade da pessoa humana, as desigualdades sociais e os problemas relacionados ao meio ambiente) “em relação a tais estados de fatos provocantes, minha concepção restritiva das capacidades da ética filosófica representa talvez uma decepção”. Para VIEIRA (2010, p. 95), a tese de Habermas, na verdade, parece fundamentar a dominação e o encobrimento. Vejamos:

As especificidades materiais são abstraídas em nome de uma universalidade geral. Mas será que esta ideia não se confunde com o projeto das classes dominantes em todos os tempos, de tentar fazer que os seus interesses particulares fossem reconhecidos e admitidos como universais?

O próprio Habermas reconhece que a ética do discurso pode ser criticada como um espelho de posições eurocêntricas²⁶, uma vez que não ocultam interpretações particulares.

Sob um ponto mais particular, podemos analisar a relação da ética do discurso com o marxismo no que se refere ao conceito de liberdade. Marx, em seu texto *Crítica do Programa de Gotha*, entendia o socialismo como a plenitude da democracia. Habermas, por sua vez, aponta que não há no texto qualquer disposição em favor da liberdade²⁷. Entretanto, a liberdade só pode ser compreendida no contexto da sociabilidade do homem, como afirma VIEIRA (2010, p. 96): “a liberdade de cada pessoa não pode ser compreendida senão em relação com a liberdade de outra pessoa, isto é, no horizonte a ‘comunitarização’”.

²⁴ *De l'éthique de la discussion*. Paris: Les Éditions du Cerf, 1992, p. 30.

²⁵ *1492, a ocultação do outro*. Petrópolis. Vozes, 1993.

²⁶ *De l'éthique de la discussion*, p. 18, 180. *Passado como futuro*, p. 77-78.

²⁷ *Ecrits politiques*, p. 150.

Na perspectiva de Marx, a alienação do trabalho é ultrapassada pelo Reino da Liberdade. A ética da libertação “se apercebe que no mundo da vida existe sempre o outro oprimido” (VIEIRA, 2010, p. 97).

Finaliza o citado autor (VIEIRA, 2010, p. 99):

Ora, esta nova ética analisa, de um lado, as situações concretas de injustiça e as reações espontâneas que elas suscitam; de outro lado, seu fim fundamental é o projeto de libertação. Por essa razão, Dussel pensa que o marxismo é um bom instrumento metodológico que pode oferecer os instrumentos para melhor compreender as exigências éticas da libertação do homem.

Assim, uma sociedade sem divisões de classe seria, aqui e agora, aquilo que Marx chama de “reino da liberdade”, mas, como bem observou Dussel (apud VIEIRA, 2010, p. 100), “esta comunidade perfeita não poderia jamais se realizar totalmente, mas que ela começa no momento em que as desigualdades são eliminadas em nome da justiça”.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a analisar a influência de Marx sobre o pensamento de Enrique Dussel e na Filosofia a Libertação Latino-americana, processo que visa emancipar o nativo dominado pela cultura eurocêntrica a partir da ética da alteridade. Nesse sentido, é necessário que a filosofia da periferia supere a do centro, numa tentativa autêntica e original (VIEIRA, 2010, p. 103).

Enrique Dussel identifica a necessidade de se pensar, de forma original, os problemas filosóficos a partir da periferia – sem negar a contribuição das culturas europeia, americana, ou oriental, mas rejeitando o colonialismo cultural – na medida em que existem problemas próprios a serem solucionados.

Não é que o saber universal não deva ser buscado. Entretanto, isso deve ser feito de acordo com o pensamento de Ernst Bloch (apud VIEIRA, 2010, p. 104): “buscar aquilo que é universal num pensamento situado é tarefa a ser pensada, visando encontrar o que é fertilizante para o pensamento latino-americano”.

Nesse ponto de vista, a libertação do pensamento latino-americano é fundamental. Assim, há congruência entre os pensamentos de Bloch, Marx e Dussel acerca da utopia da práxis libertadora, que se lança para o futuro, guiando a reflexão do filósofo e possibilitando julgar a alienação e a opressão a

que as classes populares e oprimidas estão submetidas. A utopia concreta – fruto histórico do homem que não se realiza de forma mecânica – visa antecipar o futuro. É aquilo que Dussel (apud VIEIRA, 2010, p. 107) identifica ao comentar o pensamento de Marx nos *Grundrisse*:

Marx pensa (...) que na sociedade futura, a *utopia*, que se constitui como um horizonte crítico, (...) é a plena realização da *individualidade* na responsável *comunitarização* de *toda* a atividade humana; utopia que tem, no desenvolvimento da humanidade presente, suas condições de possibilidade.

Assim, o marxismo é importante para a América Latina em razão de sua preocupação permanente com o homem alienado e com sua libertação. A obra marxiana possibilita a compreensão de que a miséria da periferia é proporcional à riqueza do centro (VIEIRA, 2010, p. 130).

Importante ressaltar que nem sempre esse reconhecimento se deu de forma tão clara. Aliás, no princípio, Dussel rejeitava Marx. Em seus escritos na década de 1970, Dussel ainda o enxergava como um filósofo do centro – um representante da hegemonia eurocêntrica – e, portanto, inaplicável no contexto da América Latina. Sua mudança é evidente e sintomática: Dussel hoje entende ser necessário tomar Marx como um referencial acadêmico que sustente as transformações qualitativas da sociedade. No dizer de Antônio Rufino Veira (ibid, p. 141):

Dussel representa um esforço para a construção de um pensamento original, centrado na opção ético-política de libertação do oprimido. Nesse contexto, pode ser compreendida a sua “virada marxista” presente em suas últimas obras, onde se aproxima do pensamento marxiano com o objetivo de demonstrar que Marx tem muito ainda a nos ajudar para compreender a miséria história do povo latino-americano.

Por fim, conclui-se que evidente é a influência do pensamento de Marx na Filosofia da Libertação de Dussel, na medida em que ela visa contribuir para o resgate da humanidade negada, para o reconhecimento do outro, para a construção de uma sociedade mais justa. Para ele (apud VIEIRA, 2010, p. 108), “o amor humano, conquanto seja compreendido claramente como amor ao explorado e progresso para o conhecimento verdadeiro, é, sem contestação, um princípio ativo ao socialismo”.

REFERÊNCIAS

DUSSEL, Enrique. **1492, a ocultação do outro**. Petrópolis: Vozes, 1993.

_____. **Del descubrimiento ao desencubrimiento. El camino hacia un desagravio histórico**. Bogotá: Nueva América, 1994.

_____. **Ética da libertação na idade da globalização e da exclusão**. Petrópolis: Vozes, 2012.

ESTERMANN, José. **Filosofia Andina. Elementos para la reivindicación del pensamiento colonizado**. Iquique, Chile: Cuaderno de Investigación en Cultura y Tecnología Andina, Nº 12, 1997.

FORNET-BETANCOURT, Raúl. **Interculturalidade: críticas, diálogo e perspectivas**. São Leopoldo: Nova Harmonia, 2004.

KROHLING, Aloísio. **Dialética e direitos humanos: múltiplo dialético – da Grécia à contemporaneidade**. Curitiba: Juruá, 2014.

MARX, Karl. **O capital, Livro Primeiro, Volume I**. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira, 1968.

MACDONALD, José Brendan. **Teologia da libertação e marxismo**. Disponível em <http://www.ocomuneiro.com/nr12_10_josebrendan.html> acessado em 27 de agosto de 2015.

SANTA CLARA, Nilton da Silva. **Enrique Dussel Filosofia, teologia e libertação. A pedagogia, a erótica, a política e arqueológica como prática de uma espiritualidade baseada no pensamento de Enrique Dussel**. São Paulo: Fonte Editorial, 2014.

VIEIRA, Antônio Rufino. **Marxismo e libertação: estudos sobre Ernst Bloch e Enrique Dussel**. São Leopoldo: Nova Harmonia, 2010.

TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM TELHADOS DE DIFERENTES MATERIAIS: CARGA TÉRMICA E CUSTO DO QUILOWATT/HORA PARA CLIMATIZAÇÃO

TRANSFER OF HEAT IN ROOFS OF DIFFERENT MATERIALS: THERMAL LOAD AND COST OF KILOWATT / TIME FOR CLIMATIZATION

Diego Carrafa dos Santos¹
Guilherme Henrique Menenguci Dias¹
Henrique Santos Silva Nascimento¹
Juraci de Sousa Araujo Filho¹
Antonio Carlos Barbosa Zancanella¹
Rômulo Maziero²
Eliane Correia Nascimento Souza¹
Bruno Dorneles de Castro²

RESUMO

O maior ganho térmico em edifícios térreos ocorre principalmente por meio da cobertura, por ser a superfície mais exposta à radiação solar. No intuito de estabelecer alternativas às variáveis resultantes desse ganho térmico, foi demonstrado neste estudo como acontece essa transmissão de calor envolvendo edificações, especificamente os telhados. Inicialmente, foi apresentado uma revisão sobre a transferência de calor e os mecanismos envolvidos; sendo os processos de condução, convecção e radiação. Em seguida, os tipos e materiais utilizados em cobertura de edifícios, a carga térmica e o custo necessário caso seja necessária uma climatização do local coberto analisado. Encontram-se, também, os cálculos realizados para carga térmica e o custo do quilowatt-hora (kWh). As atividades compreenderam estudo bibliográfico, avaliação teórica e experimental de transferência de calor. Como resultado, obteve-se a laje de concreto como a cobertura de maior fator de proteção para o ambiente investigado.

PALAVRAS-CHAVE: transferência de calor; telhado; carga térmica; energia.

ABSTRACT

The biggest heat gain in earthen buildings occurs mainly through its coverage, for being the surface most exposed solar radiation. In order to establish alternatives to the outcome variables of this heat gain was made a study indicating as it happens that heat transfer involving buildings, specifically the rooftops. Initially it appears as heat transfer occurs and that its mechanisms, showing like processes conduction, convection and radiation occurs. Next the types and materials

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, IFES.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG.

used for covering buildings, the thermal load and cost required to if required cooling the covered area. Thermal load and cost of kilowatt-hour (kWh) were evaluated. Activities include bibliographical studies, theoretical and experimental evaluations of this heat transfer. As a result it was obtained that the concrete slab presented the coverage of greater protection factor for the analyzed environment.

Keywords: transfer heat; roof; thermal load; energy.

1 INTRODUÇÃO

Em um estudo da transferência de calor para coberturas de edificações, devem ser definidos dois conceitos importantes: a temperatura e o calor. A temperatura está relacionada à quantidade de energia térmica ou calor em um sistema. Na medida que um sistema acumula calor, a temperatura aumenta. Ao contrário, uma perda de calor provoca uma diminuição da temperatura do sistema. O calor (ou fluxo de calor) é definido como a taxa de energia térmica transferida por unidade de tempo devido a uma diferença de temperatura (INCROPERA; DEWITT, 2003).

A maior parte dos materiais da construção civil não é de origem metálica (ex., concreto, tijolo, entre outros). Assim, eles absorvem grande parte da radiação solar, aquecem e transferem o calor para o interior da edificação (VITTORINO; SATO; AKUTSU, 2003).

O aumento da temperatura interna é constatado principalmente nas residências que possuem telhas aparentes, ou seja, quando a mesma não possui forro (ou laje) para separar o espaço do teto do restante da edificação. Sabe-se que com o uso de telhas metálicas e de vidro o desconforto térmico é maior do que nas telhas de fibrocimento e de barro, uma vez que nessa última uma parte da energia que incide na superfície das telhas é gasta no processo de evaporação da água, absorvida durante a noite pelas telhas em função da condensação do vapor de água existente no ar. Dessa forma, o fluxo de calor que atinge o interior da residência é menor quando comparada com telhas cerâmicas esmaltadas (MICHELS, 2007).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi descrever os mecanismos de transferência de calor por meio de elementos que compõem os telhados. Esses mecanismos definem o desempenho térmico da edificação e as consequências

no consumo de energia e conforto térmico. É apresentado também um estudo de carga térmica que demonstra como pode ser feita a climatização de uma estrutura com alto nível de calor. Por fim, é realizado um cálculo da energia gasta para essa climatização, de acordo com a quantidade de quilowatt-hora (kWh) consumido durante o processo.

2 REVISÃO

2.1 TRANSFERÊNCIA DE CALOR

Nas residências térreas a maior parte exposta à radiação solar é o telhado, o qual absorve grande parte dessa energia e a transfere para o interior das edificações, elevando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, aumentando a temperatura interna (MICHELS, 2007). A transmissão de calor pode acontecer por meio de diferentes mecanismos, esses são (ECOTELHADO, 2018):

i. Condução térmica: através de materiais que conduzem calor. Há materiais que oferecem maior condutividade, como metais e outros com menor condutividade, algumas cerâmicas, isopor e fibra de vidro;

ii. Convecção térmica: através de materiais e fluidos que levam calor à medida que se movimentam. A convecção pode ser natural (ar quente tende a subir, ar frio a descer) ou forçada (mediante ventiladores e gasto de energia);

iii. Irradiação: é a propagação da energia (calor) sem que haja a necessidade de um meio material para que isso aconteça. Transporte de calor por radiação eletromagnética.

A radiação solar é composta por radiação infravermelha de onda curta, que ao incidir sobre a superfície das telhas as aquece. Uma parcela desse calor é perdida por convecção e irradiação ao ambiente externo, e a outra parcela, absorvida pelas telhas, é transmitida ao espaço correspondente ao ático. No interior do ático, o calor é transferido das telhas até a superfície do forro por convecção e radiação. O forro absorve parte desse calor e o transmite para o espaço interno da residência, conforme representado na Figura 1 (MICHELS, 2007).

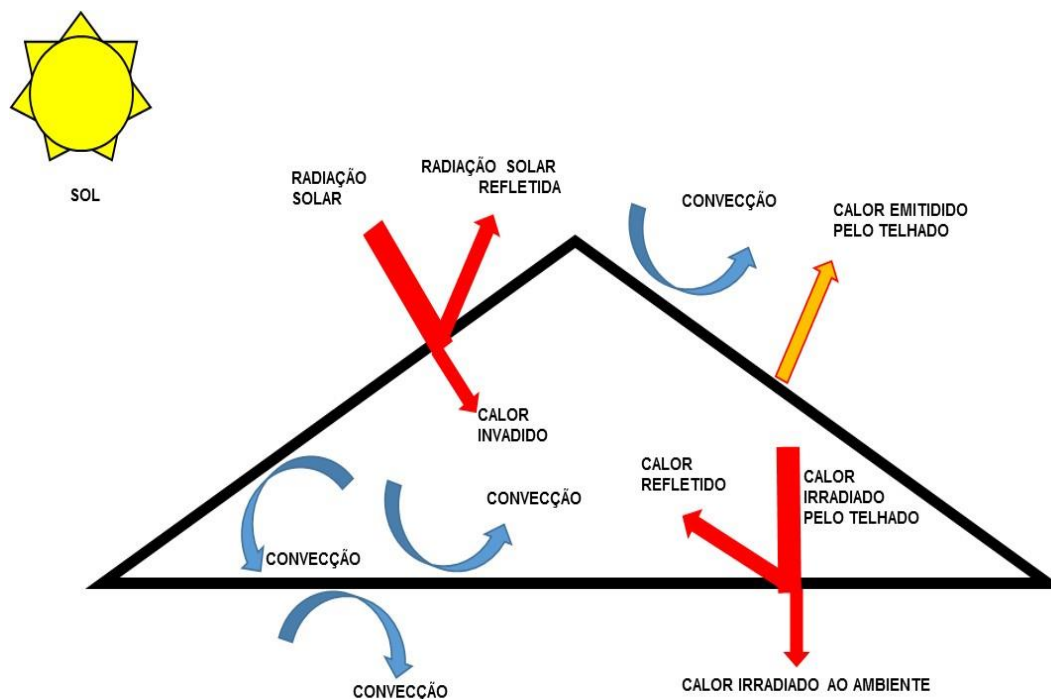


Figura 1 - Esquema das trocas de calor em um telhado.

Fonte: adaptado de MICHELS, 2007.

2.2 TIPOS DE COBERTURAS E MATERIAIS

2.2.1 Telha de barro cerâmico

A telha de barro cerâmico, uma das mais antigas e acessíveis opções de telha disponíveis, ainda é uma opção muito popular, adequando-se muito bem ao clima tropical e oferecendo uma ótima relação de custo/benefício (CERÂMICA PARANAPOEMA, 2018). É oferecida em uma variedade de formas, que diversificam quanto ao tipo de encaixe, rendimento por metro quadrado, inclinação, proporcionando assim uma considerável abundância de alternativas arquitetônicas possíveis com o uso do material. As telhas de barro cerâmico possuem algumas características comuns entre os diferentes tipos, como isolamento térmico, isolamento acústico, difusão do vapor, variação de volume e resistência ao fogo (BEZERRA JÚNIOR, 2017). As características como peso, dimensões, resistência, entre outras, variam de um tipo de telha cerâmica para outra (SILVA, BOSSOLAN, 2018).

2.2.2 Telha de fibrocimento

As telhas de fibrocimento são resistentes e leves, por isso precisam de um engradamento de telhado mais simples. Devem ser bem fixadas nas terças para que não tenha problemas com chuvas e ventos (GUIA DO CONSTRUTOR, 2018). As principais vantagens são: alta impermeabilidade; maior resistência; conforto térmico; resistência à maresia e granizo (JORNAL DIÁRIO, 2017).

Os tamanhos encontrados no mercado são próximos a 1,22 por 2,44m (comprimento x largura), dependendo do fabricante (GUIA DO CONSTRUTOR, 2018). Apresentam o melhor custo/benefício do mercado.

2.2.3 Telha de vidro

Podem proporcionar a entrada de luz no ambiente, contribuindo para clarear o local e conferir maior aquecimento, economizando energia (DISTEL, 2018). As principais características são: não sofrem o efeito da corrosão; são leves e de fácil manuseio; são resistentes e duráveis; proporcionam economia no consumo de energia elétrica; requerem baixa manutenção durante a vida útil (VTN, 2018). São utilizadas, também, para coletar a energia do sol. Com um telhado de telhas de vidro transparente, o ar coletado, que é aquecido sob as telhas, tal qual uma estufa, é levado e mantido concentrado, transferindo o calor para um fluido quente, que é usado no sistema de aquecimento da casa (DISTEL, 2018).

2.2.4 Telha metálica galvanizada

São telhas de aço que passam pelo processo de galvanização ou zincagem para proteger o aço da telha da corrosão atmosférica (GUIA DO CONSTRUTOR, 2018). As telhas de aço também possuem a vantagem de não serem afetadas pela ação do tempo (SILVA, BOSSOLAN, 2018). Costumam ser as escolhidas quando a intenção é cobrir grandes vãos, já que apenas uma telha chega a ter quatro metros de comprimento. Para construir a cobertura de um galpão as telhas metálicas estão entre as mais indicadas. Em muitos casos, não possibilitam conforto térmico (GUIA DO CONSTRUTOR, 2018).

2.3 CARGA TÉRMICA

A carga térmica é a quantidade de calor sensível e latente, que deve ser retirada (resfriamento) ou colocada (aquecimento) no recinto a fim de proporcionar as condições de conforto desejadas ou manter as condições ambientes adequadas para a conservação de um produto ou para realização de um processo de fabricação (MACHADO, 2009; FRANKEN, 2015).

Para fins de cálculo de carga, uma estrutura pode ser considerada como sendo organizada de forma hierárquica: constituída por zonas térmicas, essas são compostas por salas e salas são feitas de paredes, tetos, pisos e outros elementos de ganho de calor, como as pessoas, iluminação, equipamentos e infiltração (LOPES, 2013).

Normalmente, quando se utiliza cálculos de transmissão de calor através de superfícies sólidas, como paredes, janelas e telhados, para determinar a carga térmica de condicionamento de ar necessita-se no equacionamento determinar o valor do Coeficiente Global de Transmissão de Calor (U) dessas superfícies, o que muitas vezes requer um tempo adicional para pesquisa de materiais e cálculo desses coeficientes. Dessa forma, a Tabela 1 é uma recomendação de valores que podem ser utilizados para alguns materiais de construção utilizados no Brasil (GERNER, 2012).

Tabela 1 - Coeficiente global de transmissão de calor.

Superfície	Kcal/h.m². °C	W/m².K
Paredes de Alvenaria		
Bloco de concreto extrudado; espessura (e) = 5,0 cm	4,63	5,39
Portas		
Porta de aço – Folha única; e = 3,0 mm	5,72	5,65
Janelas		
Vidro simples; e = 3,0 mm	5,58	6,49
Laje		
Laje de concreto – Sem isolamento térmico; e = 10,0 cm	2,77	3,23
Telhado		
Telha de chapa galvanizada; e = 2,3 mm	5,72	6,65
Telha de fibrocimento; e = 7,0 mm	5,13	5,97

Fonte: adaptado de GERNER, 2012.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa se enquadra em bibliográfica e experimental. O período de estudo compreendeu o ano de 2015. Para efeito de cálculo, foi considerado um escritório de dimensões de 8m de comprimento, 6m de largura e 3m de pé direito; duas janelas de vidro com 1,5 por 1,2m; porta de aço 2,1 por 1,6m; seis lâmpadas fluorescentes de 60W; dois trabalhadores em atividade. O objetivo foi manter a temperatura interna de 20°C. Este trabalho abordou apenas os ganhos de calor oriundos do teto, considerando os seguintes tipos de superfície: laje; telha de chapa galvanizada; telha de fibrocimento e telha de barro cerâmico.

Para isso, necessita-se conhecer o coeficiente global de transmissão de calor de cada material e a temperatura externa do ambiente. O local da estrutura está implantado no município de São Mateus, situado ao Norte do estado do Espírito Santo. Possui as seguintes coordenadas: latitude: 18,676° S; longitude: 39,864° W e altura em relação ao nível do mar de 39m. A Figura 2 apresenta a série histórica de temperatura mensal da estação meteorológica localizada no município de São Mateus, Espírito Santo. A Figura 3 mostra o mapa de temperatura máxima para o estado no período de 1961 a 2013.

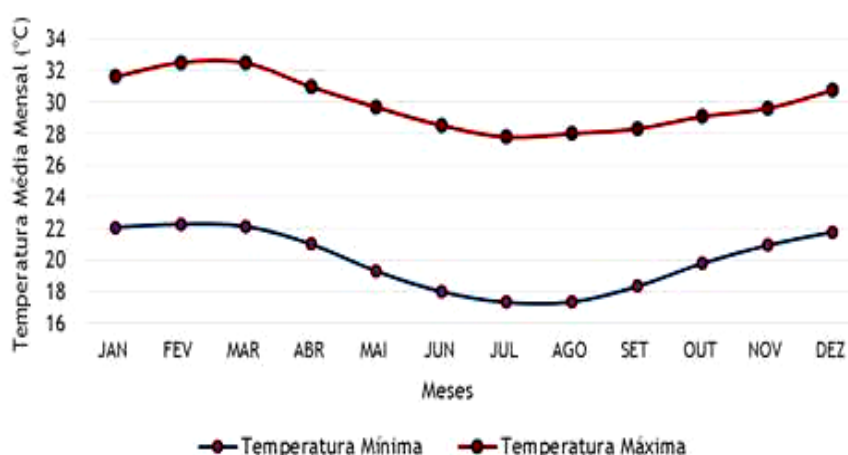


Figura 2 - Média mensal da temperatura máxima e mínima: período 1984-2014.

Fonte: INCAPER (2018a).

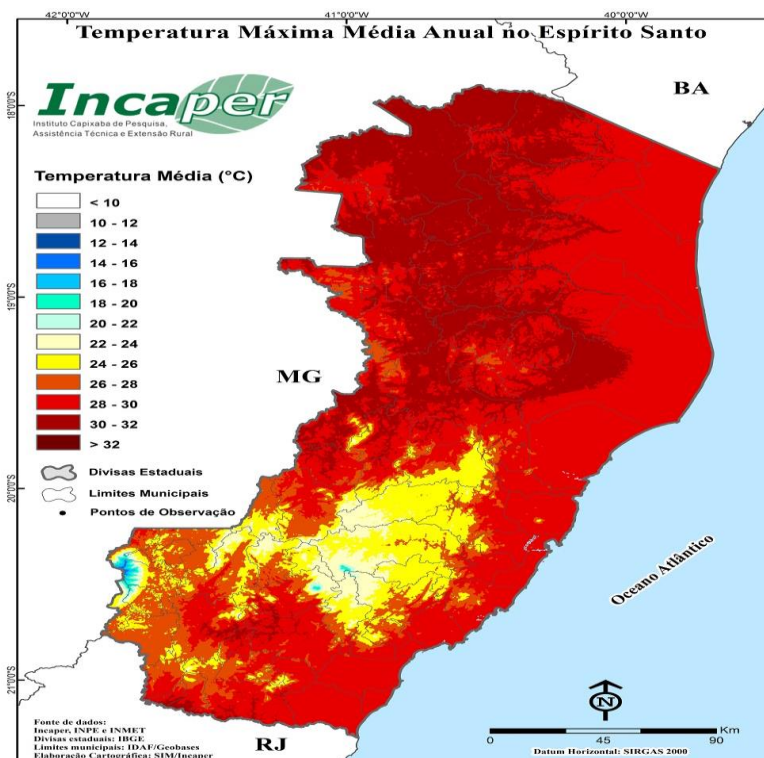


Figura 3 - Média anual de temperatura máxima: período 1961-2013.

Fonte: INCAPER (2018b).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na escolha do melhor telhado para a realização deste trabalho, foi escolhido o que ocasionou menor carga térmica para o ambiente analisado, conseqüentemente, exigindo menos do ar condicionado.

O cálculo da carga térmica por insolação utilizado pode ser expresso pela Equação 1 (REIS JÚNIOR, 2017).

$$Q = A \times U \times \Delta T$$

(1)

Onde Q é a carga devida à insolação [W]; A é a área de exposição [m²]; U é o coeficiente global de transmissão de calor [W/m²°C] e ΔT é o diferencial de temperatura [°C].

Os valores obtidos para a carga térmica de cada mês, para cada tipo de cobertura, estão representados na Figura 4. Tomando como base a média das cargas térmicas calculada anteriormente, tem-se a Tabela 2, por meio da qual percebe-se que a laje de concreto é a cobertura que apresentou menor transferência de calor para o ambiente.

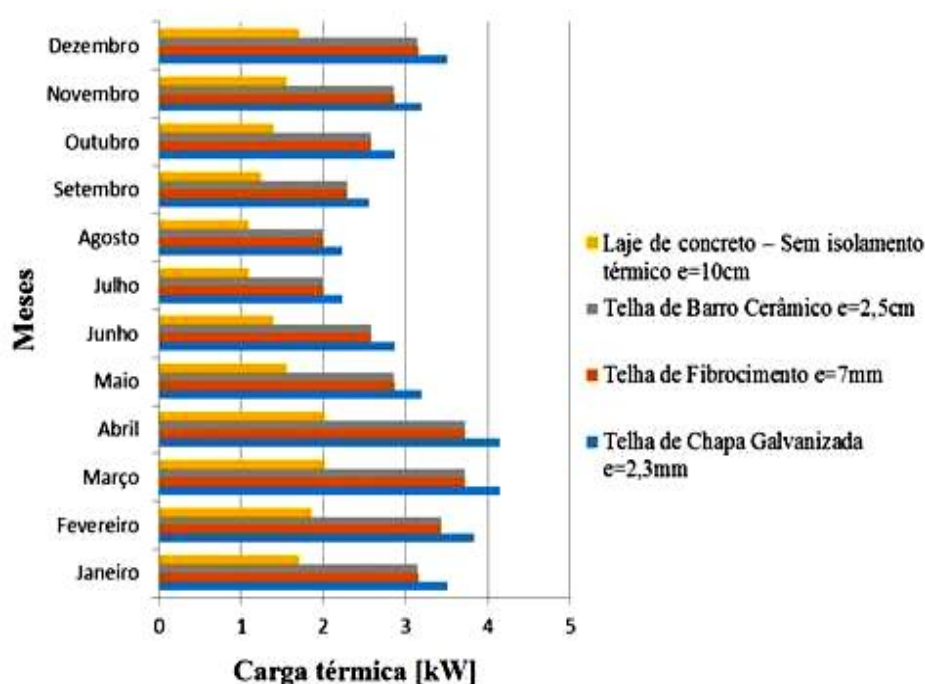


Figura 4 - Carga térmica de cada mês para cada tipo de cobertura.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Cargas térmicas por tipo de cobertura.

Telhado	Carga térmica Q (kW)
Laje de concreto – Sem isolamento térmico; e = 10,0 cm	1,55
Telha de chapa galvanizada; e = 2,3 mm	3,19
Telha de fibrocimento; e = 7,0 mm	2,87
Telha de barro cerâmico; e = 2,5 cm	2,86

Fonte: Elaborado pelo autor.

A realização do controle da carga térmica consiste em determinar a quantidade de calor que deverá ser retirada ou acrescida em um ambiente, dando-lhe condições climáticas necessárias e ideais para o que se desejam realizar ou promover (MACHADO, 2009). Esse cálculo normalmente é feito segundo a norma NBR 16401-2 (2008), que consta de forma simplificada e apresenta constantes já definidas para valores a serem considerados, conforme mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Carga térmica específica.

Corpo analisado	Kcal/h
Pessoas	

Metabolismo homem adulto em escritório	120
Equipamentos	
Computador	51
Cafeteira	150
Frigobar	60
Impressora	17
Bebedouro	56

Fonte: NBR 16401-2, 2008.

Com os cálculos realizados e usando critérios de conversão, de acordo com a NBR 16401-2 (2008), obteve-se a carga térmica necessária que precisa ser retirada do ambiente. Os valores de carga térmica com base na norma citada estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Somatório de todas as formas de calor presentes no ambiente.

Formas de calor	Kcal/h
Laje de concreto	1332,19
Paredes	3893,17
Janelas	345,49
Portas	140,39
Lâmpadas	309,54
Pessoas	240,00
Equipamentos	334,15
Total	6594,93

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pelas considerações realizadas neste trabalho, o total de calor foi de 6594,93 Kcal/h neste ambiente. Sendo feita uma conversão para Btu/h, tem-se então 26170,91 Btu/h. Como não existe no comércio aparelho com exatamente essa capacidade, deve-se usar o de capacidade imediatamente superior ou colocar dois aparelhos cuja soma das capacidades seja igual ao resultado final.

Para efeito de exemplificação, com base na Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a tarifa em kWh da Espírito Santo Centrais Elétricas S/A (ESCELSA),

para 26 de julho de 2015, foi de R\$ 0,36 kWh. Considerando o aparelho ar condicionado Split 27000 Btu quente/frio - Inverter - FUJITSU - 220v - ASBA30LFC, com consumo (kWh) de 51,2 (dados do fabricante), funcionando dez horas por dia, durante um mês, o custo desse aparelho seria de R\$ 187,70 reais por mês.

5 CONCLUSÕES

A laje de concreto foi a cobertura que mais protegeu o ambiente analisado, conforme cálculo da carga térmica para o período estimado. Considerando apenas o mecanismo de condução no teto e alguns poucos elementos presentes no ambiente, obteve-se um consumo quilowatt-hora econômico. Este tipo de estudo é importante, pois define o desempenho térmico do ambiente e as repercussões no consumo energético e conforto térmico, auxiliando na escolha de aparelhos de ar condicionado visando a máxima eficiência.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16401-2:** Instalações de ar-condicionado – Sistemas centrais e unitários. Parte 2: Parâmetros de conforto térmico, 2008, 7 p.

BEZERRA JÚNIOR, F. R. **Habitação social evolutiva:** Estratégias de flexibilidade para elaboração de projetos de habitação de interesse social. Uma proposta para Mãe Luiz/Natal-RN. 225 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Arquitetura, Projeto e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2017.

ERÂMICA PARANAPOEMA. **Telha cerâmica.** 2018. Disponível em: <<http://www.ceramicaparanapoema.com.br/produto/Telha+cer%C3%A2mica/12>>. Acesso em: 29 maio 2018.

ISTEL. **Tipos de telhas existentes e suas características.** 2018. Disponível em: <<https://www.disteltelhas.com.br/telhas-duvidas/tipos-de-telhas-existent-s-e-suas-caracteristicas/>>. Acesso em: 29 maio 2018.

COTELHADO. **Vamos falar sobre telhados.** 2018. Disponível em: <<https://ecotelhado.com/vamos-falar-sobre-telhados/>>. Acesso em: 29 maio 2018.

RANKEN, T. A. **Análise situacional e proposta de um novo sistema de**

climatização. 44 f. Monografia (Engenharia Mecânica) – Faculdade Horizontina, 2015.

ERNER, V. R. **Coeficiente Global de Transmissão de Calor (U):** Materiais de construção utilizados no Brasil. São Paulo. 2012.

UIA DO CONSTRUTOR. **Tudo que você precisa saber sobre telhas**. 2018. Disponível em: <<http://www.guiadoconstrutor.com.br/blog/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-telhas>>. Acesso em: 29 maio 2018.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. INCAPER. **Gráficos da Série Histórica - São Mateus/ES**. 2018a. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br/graficos-da-serie-historica-sao_mateus>. Acesso em: 29 maio 2018.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. INCAPER. **Média anual de temperatura máxima (1961 a 2013)**. 2018b. Disponível em: <<https://meteorologia.incaper.es.gov.br/mapas-de-temperatura-normal-climatologica>>. Acesso em: 13 mar 2019.

NCROPERA, F.; DEWITT, D. **Transferência de Calor e Massa**. 5.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

ORNAL DIÁRIO. **Tipos de cobertura: Há diversas opções para cada tipo de construção**. 2017. Disponível em: <<https://diariosbo.com.br/noticia/10144/Arquitetura-e-Design/Tipos-de-cobertura>>. Acesso em: 29 maio 2018.

OPES, C. F. M. **Análise comparativa de carga térmica entre dois métodos de cálculo para um auditório**. 53 f. Monografia (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

MACHADO, H. A. **Refrigeração e ar condicionado**. Rio de Janeiro, 2009. (apostila).

ICHELS, C. **Análise da transferência de calor em coberturas com barreiras radiantes**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

EIS JÚNIOR, A. M. **Projeto de climatização e avaliação da eficiência energética de um escritório comercial**. 83 f. Monografia (Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

ILVA, D.; BOSSOLAN, H. **Cobertura - AU501: Física Aplicada à Arquitetura**. 2018. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/fisicaaplicadaarquitetura/cobertura>>. Acesso em: 29 maio 2018.

VITTORINO, F.; SATO, N. M. N.; AKUTSU, M. Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicados em coberturas. In: Encontro

Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 2003, Curitiba, Paraná. **Anais...**
Curitiba: ENCAC, p. 1277-1284. 2003.

VTN. **Dicas sobre telha de vidro para sua obra.** 2018. Disponível em:
<<http://www.vtn.com.br/vidros/telhas-de-vidro/>>. Acesso em: 29 maio 2018.

LESÃO CORPORAL NA LEI MARIA DA PENHA: AÇÃO PENAL PÚBLICA INCONDICIONADA OU CONDICIONADA À REPRESENTAÇÃO? A retórica material da resposta dos Tribunais Superiores. Uma crítica com base na retórica estratégica.

BODY INJURY IN LAW “MARIA DA PENHA”: PUBLIC PENALTY ACTION UNCONDITIONED OR CONDITIONED TO REPRESENTATION? The material rhetoric of the response of the High Courts. A critique based on strategic rhetoric.

Halley Jhason Medeiros Mendes¹

João Menezes Santos Neves²

RESUMO

Um dos problemas da sociedade contemporânea é a questão da violência doméstica e familiar contra a mulher. Embora nem sempre tenha sido seriamente considerada no Brasil, após uma condenação por órgãos internacionais, o Congresso Nacional agiu e promulgou a Lei Maria da Penha como ferramenta de proteção das vítimas desse tipo de violência e solução ao problema social e familiar. Inserida em nosso ordenamento jurídico, a legislação encontrou alguns entraves, como, por exemplo, os conflitos com a Lei dos Juizados Especiais. Um desses conflitos foi o tipo de ação penal a ser praticada nos casos de lesão corporal leve praticado no âmbito da violência doméstica, que gerou divergências entre os mais diversos tribunais até que a matéria fosse pacificada pelo Supremo Tribunal Federal em controle concentrado de constitucionalidade e edição de uma súmula por parte do Superior Tribunal de Justiça. Questiona-se, aqui, com base na ideia de retórica material, os fundamentos do posicionamento jurisprudencial que restou como relato vencedor, propondo-se, como solução alternativa, a Justiça Restaurativa, mais legítima, democrática e capaz de oferecer uma resposta não-violenta e emancipatória aos conflitos decorrentes da violência doméstica.

PALAVRAS-CHAVES: Violência Doméstica; Súmula 542; Justiça Restaurativa.

ABSTRACT

One of the problems of contemporary society is the issue of domestic and family violence against women. Although not always seriously considered in Brazil, after a condemnation by international bodies, the National Congress acted and promulgated the Maria da Penha Law as a tool to protect the victims of this type of violence and solve the social and family problem. Inserted in our legal system, the legislation has encountered some obstacles, such as conflicts with the Law of Special Courts. One of these conflicts was the type of criminal action to be practiced in cases of mild bodily injury practiced in the context of domestic violence, which generated divergences among the most diverse courts until the matter was pacified by the Federal Supreme Court in concentrated control of constitutionality and editing of a summary by the Superior Court of Justice. The basis of the idea of material rhetoric is based here on the basis of the jurisprudential positioning that remained as a winning story, proposing, as an alternative solution, the Restorative Justice, which is more legitimate, democratic and capable of offering a non-violent response and emancipatory to conflicts arising from domestic violence.

KEYWORDS: Violence against women; Cutlery 542; Restorative Justice.

¹ Mestre em Direito e Garantias Fundamentais pela Faculdade de Direito de Vitória/ES (FDV). Professor de Direito Constitucional e Processo Penal. E-mail: jhasonmm@hotmail.com

²Mestre em Direitos e Garantias Fundamentais pela Faculdade de Direito de Vitória/ES-FDV (2017). Docente de Direito na Multivix – Faculdade Brasileira, Unidade Serra/ES, Advogado Criminalista. CPF: 113.295.597-11 Endereço: Rua Florêncio Baptista, nº 100, apto 407, Jardim Camburi, Vitória/ES, CEP: 29.090-360. E-mail: joaosneves@msn.com.

1 INTRODUÇÃO

Há tempos que a sociedade brasileira padece e busca uma solução para o problema da violência doméstica. Condenado por tribunais internacionais, o Brasil promulgou a Lei 11.340/06 – a chamada Lei Maria da Penha, buscando conceder maior proteção às mulheres vítimas de violência doméstica e familiar. Apesar de trazer interessantes conceitos e ferramentas em seu bojo – as medidas protetivas de urgência, por exemplo, são cautelares deveras interessantes e eficazes a serem aplicadas como soluções paliativas deste problema –, um dispositivo específico do mencionado diploma legal causou controvérsia desde a sua publicação.

Trata-se do artigo 41 da Lei 11.340/06, que determinou a não aplicação da Lei 9.099/95 – Lei dos Juizados Especiais Criminais – aos casos protegidos pela Lei Maria da Penha. Dentre outras consequências, o mencionado artigo iniciou um debate acerca do tipo de ação penal a ser aplicada no caso do crime de lesão corporal leve no âmbito da violência doméstica e familiar contra a mulher.

Inicialmente, a corte capixaba e o Superior Tribunal de Justiça entenderam pela ação penal pública condicionada à representação da ofendida, sendo, portanto, a manifestação de vontade da vítima uma condição de procedibilidade para o exercício do *jus puniendi*.

De outra monta, o Supremo Tribunal Federal, em julgamento de controle concentrado de constitucionalidade, decidiu, por maioria de votos, pela ação penal pública incondicionada, retirando da vítima o seu direito de decidir o seu próprio destino e o destino de seu agressor, sob o pretexto de conceder-lhe maior proteção e evitar manifestações de vontade viciadas.

Tal julgado influenciou de forma direta a jurisprudência então vigente no STJ e no TJES, gerando, inclusive, a promulgação de uma súmula com o intuito de pacificar a matéria.

O que se pretende aqui é justamente questionar a posição agora dominante, fazendo, para tanto, uso da ideia de retórica material e apresentando uma alternativa possível como solução desse tipo de conflito: a justiça restaurativa.

Adeodato decompõe a retórica em três planos, três níveis de atuação do discurso constitutivo do que o senso comum conhece como “realidade” (ADEODATO, 2014, p. 21): a retórica estratégica; a retórica material; e a retórica analítica.

O primeiro desses sentidos da retórica (retórica estratégica) refere-se aos embates discursivos que se dão na tentativa de promover o convencimento (ADEODATO, 2014, p. 24). Já o segundo sentido (retórica material) identifica-se com o que o senso comum tem por “realidade”, “fato” ou “verdade”, mas que consiste, sob a perspectiva da retórica realista de Adeodato, em um “discurso vencedor” (ADEODATO, 2014, p. 21), uma tese que sobreveio ao embate discursivo. E, por fim, a retórica em sentido analítico (retórica analítica) não é propriamente um método, mas uma metódica descritiva que promove a investigação, a análise dos discursos, um estudo dos métodos (ADEODATO, 2014, p. 24).

Para se promover a investigação ora proposta, pretende-se atuar primeiramente no âmbito desse último plano, da retórica analítica, ao se proceder uma análise do discurso tido como o vencedor em relação à ação penal em crimes de violência doméstica. Posteriormente, migrar-se-á ao nível da retórica estratégica com a sugestão discursiva de nova proposição referente a tal problemática.

2 A TITULARIDADE DA AÇÃO PENAL E A SUBTRAÇÃO DO CONFLITO.

O Direito Penal brasileiro funda-se no *jus puniendi*, traduzido literalmente como “direito de punir”. Trata-se da prerrogativa exclusiva estatal de criar e aplicar o Direito Penal, ou seja, de definir quais as condutas são consideradas criminosas, bem como suas punições, além de aplicá-las. Acerca do tema, ensina-nos o professor Cezar Roberto Bitencourt (2017, p. 39) que:

Como meio de controle social altamente formalizado, exercido sob o monopólio do Estado, a *persecutio criminis* somente pode ser legitimamente desempenhada de acordo com normas preestabelecidas, legisladas de acordo com as regras de um sistema democrático. Por esse motivo os bens protegidos pelo Direito Penal não interessam ao indivíduo, exclusivamente, mas à coletividade como um todo. A relação existente entre o autor de um crime e a vítima é de natureza secundária, uma vez que esta não tem o direito de punir. Mesmo quando dispõe da *persecutio criminis* não detém o *ius puniendi*, mas tão somente o *ius accusationis*, cujo exercício exaure-se com a sentença penal condenatória. Consequentemente, o Estado, mesmo nas chamadas ações de exclusiva iniciativa privada, é o titular do *ius puniendi*, que tem, evidentemente, caráter público.

Todavia, nem sempre foi assim. O ser humano, eminentemente relacional, sempre encontrou no outro um adversário, sendo a relação humana, na maior parte das vezes, conflituosa (MÜLLER, 1998^a, p. 16; ARENDT, 2001).

Nas interações sociais é fato que, em não raras circunstâncias, o outro será uma ameaça à minha existência, na medida em que seus desejos se opõem aos meus e sua liberdade ou seus direitos constituem uma ameaça, uma contraposição aos meus (CARVALHO, 2010, p. 102).

Desse encontro, a tendência natural é, portanto, surgir rivalidades por diferentes pretensões. Trata-se da chamada *rivalidade mimética*. Nesse sentido,

O desejo de posse e o desejo de poder estão profundamente ligados um ao outro. Ao mesmo tempo que os indivíduos rivalizam pela apropriação dos objetos, lutam entre si pela afirmação do seu poder. Existe assim um elo orgânico entre a propriedade e o poder. Existe assim um elo orgânico entre a propriedade e o poder. O jogo dos conflitos que opõem os homens é frequentemente um jogo de poder (MÜLLER, 1998, p. 18).

Assim, os desejos de posse e poder geram conflitos que rumam ao infinito e que o “desejo desmesurado pode conduzir-me drasticamente a uma autônima absoluta, apresentando-se como respaldo quase natural para exigir e desenvolver o meu poder sobre os demais” (CARVALHO, 2010, p. 104), justificando, assim, o uso da violência entre os homens. Desse modo,

[...] se o conflito existe, de fato, na base da interação social, e desse modo a violência é um elemento constitutivo das relações humanas, ela não está alijada completamente desse ato de instituição do mundo coletivo (CARVALHO, 2010, p. 121).

Se no princípio das relações humanas o conflito é iminente, no início da história conhecida tais conflitos eram solucionados por meio da violência. Trata-se da era da vingança privada, onde cada homem que se entendia violado em seus direitos se via no direito de aplacar sua ira por meio de um ato violento. Dessa forma, surgirá a *violência estrutural*, “aquela gerada pelas estruturas políticas, econômicas ou sociais que criam situações de opressão, de exploração e de alienação” (CARVALHO, 2010, p. 122).

O Século XIII, em especial na Europa, produziu uma mudança significativa na relação de poder entre os homens – o que será chamado de “confisco do conflito à vítima” (ACHUTTI, 2014, p. 47). Tal sistema está baseado na substituição da noção de “dano” pela noção de “infração” (*ibid*, p. 48).

Com o surgimento do Estado e o advento do aparato da legislação, a vingança privada será regulamentada, em princípio, por meio da imposição de limites, como a Lei de Talião (que limitará a vingança por meio da proporcionalidade) ou os duelos (uma certa forma de legalidade processual).

Ensina o professor Thiago Fabres de Carvalho (2010, p. 129):

Evidencia-se, pois, que “a paz não é, não pode ser nem nunca será a ausência de conflitos, mas o domínio, a gestão e a resolução dos conflitos por meios diferentes da violência destruidora e mortífera. A acção política também deve procurar a resolução (do latim *resolutio*, acção de desatar) não-violenta dos conflitos”. A não violência não pressupões um mundo sem conflitos.

Assim, tanto o delito (desvio) quanto a reação a ele são construções sociais, escolhidas por meio do aparato estatal – leis formalmente promulgadas pelo Legislativo ou acordos informais sedimentados pela cultura e tradição (BECKER, 2008, p. 15).

O advento dos estados nacionais – soberanos e absolutos – trará consigo a ideia de legitimidade exclusiva para solução dos conflitos, inclusive na seara penal. Nas sociedades modernas, dotadas de tal aparato estatal, imbuídas das relações de comando-obediência, o direito de punir repousa no poder de coação, exercido exclusivamente por algum órgão estatal que reivindica o monopólio do uso legítimo da violência (WEBER, *apud* CARVALHO, 2010, p. 135).

No Brasil, de acordo com o artigo 129, I, da Constituição (BRASIL, 2016), o órgão institucional que exerce o *jus puniendi* é o Ministério Público, que o fará por meio da ação penal pública, regra geral em nosso ordenamento jurídico, conforme disposto no art. 100 do Código Penal Brasileiro:

Art. 100 - A ação penal é pública, salvo quando a lei expressamente a declara privativa do ofendido.

§ 1º - A ação pública é promovida pelo Ministério Público, dependendo, quando a lei o exige, de representação do ofendido ou de requisição do Ministro da Justiça (BRASILb, 2016).

Logo, salvo as exceções expressamente previstas em lei, apenas o órgão ministerial poderá, por meio da ação penal pública, perseguir a aplicação da legislação penal em face daqueles que praticam condutas desviantes. É ele o titular e detentor do monopólio do *jus puniendi*, independentemente da vontade do ofendido, exceto exceções legais específicas.

Excepcionalmente, entretanto, o Estado estabelece que, em nome da proteção da intimidade, da vida privada, da dignidade da pessoa humana da vítima, quando o bem jurídico protegido no tipo penal não afetar diretamente a ordem pública, caberá à própria vítima decidir acerca da persecução penal, seja por

meio da ação penal privada ou da representação como condição de procedibilidade na ação penal pública condicionada.

Discute-se, há muito, se os casos de violência doméstica e familiar contra a mulher devem ser crimes de ação penal pública incondicionada ou se deve-se permitir à vítima desse tipo de violência determinar o destino de seu agressor. É o que passaremos a analisar agora, a partir da resposta oferecida pelos tribunais superiores.

3 A DIVERGÊNCIA ACERCA DA CONSTRUÇÃO DO CONCEITO DE AÇÃO PENAL NO CRIME DE LESÃO CORPORAL PRATICADA NO ÂMBITO DA VIOLÊNCIA DOMÉSTICA COM BASE NO CÓDIGO PENAL, LEI 9.099/95, LEI 11.340/06 E INTERPRETAÇÃO JURISPRUDENCIAL.

Para alcançar o objetivo do presente artigo, necessário se faz uma digressão histórica acerca do tipo de ação penal aplicável no delito de lesão corporal praticada no âmbito da violência doméstica. Importante ressaltar, *ab initio*, que se trata de um delito relativamente novo, tipificado no art. 129, § 9º, do CPB, com redação determinada pelo art. 44 da Lei 11.340 de 7 de agosto de 2006 – Lei Maria da Penha.

Inicialmente, quando da promulgação da redação original do Código Penal tal delito não existia. O artigo 129 e seus parágrafos tratavam das várias espécies do delito de lesão corporal (leve, grave, gravíssima, com resultado morte, privilegiada e culposa), sem tratar, especificamente, da lesão corporal no âmbito da violência doméstica.

Como não havia nenhuma previsão legal específica, todas as espécies do delito de lesão corporal eram de ação penal pública incondicionada, nos termos do já mencionado artigo 100, “*caput*”, do Código Penal.

Tal regra só viria a ser alterada com a Lei 9.099 de 26 de setembro de 1995 – Lei dos Juizados Especiais. Trata-se, no dizer de Luiz Antônio Bogo Chies (2002, p. 203) da “principal experiência a ser objeto de reflexões quanto a formas alternativas de resolução de conflitos” no Brasil. Concordando, afirma ACHUTTI (2014, p. 144-145) que:

Com a sua entrada em vigor, houve a instituição de um mecanismo informal de administração de conflitos que, ao regulamentar a

simplificação do procedimento legal de apuração de delitos, objetiva acelerar a resolução do caso e oportunizar o entendimento entre a vítima e o ofensor. A análise desta lei, inserida em um contexto de minimização do direito penal, será fundamental para a averiguação das consequências geradas a partir de um sistema processual que tinha como objetivo reduzir a incidência do direito penal em casos envolvendo delitos de reduzida potencialidade ofensiva.

Baseada nessas premissas, referido diploma legal, em seu artigo 88, passou a estabelecer um novo tipo de ação penal nas lesões corporais leves e culposas.

Vejamos:

Art. 88. Além das hipóteses do Código Penal e da legislação especial, dependerá de representação a ação penal relativa aos crimes de lesões corporais leves e culposas (BRASILc, 2016).

A partir de então, toda vez que um crime de lesão corporal fosse cometido sem consequências mais graves – aquelas previstas nos §§ 1º, 2º e 3º do artigo 129 – somente seriam processadas mediante manifestação da vítima, seu representante legal ou seus sucessores. A Lei 9.099 voltava, então, a incluir a vítima como personagem com alguma relevância no processo penal. Não havendo interesse, qualquer que fosse o motivo – reconciliação entre vítima e agressor, dependência afetiva ou socioeconômica, intervenção de outros membros da família –, não haveria processo.

Importante ressaltar que até esse momento, qualquer lesão corporal ocorrida no âmbito da violência doméstica ainda não tinha tipificação específica, sendo graduada de acordo com o resultado. Apenas em 2004, com o advento da Lei 10.886, que incluiu o parágrafo 9º ao artigo 129 do Código Penal, um tipo penal específico foi criado para tanto.

Dois anos mais tarde, enfim, foi promulgada a Lei 11.340, a já mencionada Lei Maria da Penha que, aparentemente, se opôs à Lei 9.099, afastando-se da perspectiva minimalista do Direito Penal (CELMER e AZEVEDO, 2007) e retirando da competência dos Juizados Especiais o julgamento dos conflitos envolvendo violência doméstica (embora facultasse a criação de juizados de violência doméstica e familiar contra a mulher).

Um dispositivo específico da legislação casou a controvérsia objeto do presente trabalho. Trata-se do artigo 41, que assim dispõe:

Art. 41. Aos crimes praticados com violência doméstica e familiar contra a mulher, independente da pena prevista, não se aplica a Lei nº9.099, de 26 de setembro de 1995 (BRASILd, 2016).

A celeuma causada se refere, dentre outras coisas, ao tipo de ação penal no delito de lesão corporal praticado no âmbito da violência doméstica. Como vimos, antes da Lei nº 9.099, tínhamos um crime de ação penal pública incondicionada que, após o seu advento, passou a ser condicionada à representação da vítima. Assim, aplicando-se o art. 41 da Lei Maria da Penha, e afastando-se a aplicação da Lei dos Juizados Especiais a esses delitos, a ação penal voltaria a ser incondicionada?

A resposta demorou a ser dada, na medida que houve controvérsia jurisprudencial por muito tempo. O Tribunal de Justiça do Espírito Santo, por exemplo, apenas em 19 de novembro de 2009, em Incidente de Uniformização de Jurisprudência definiu, por maioria de votos, que o delito de lesão corporal leve no âmbito da violência doméstica é um crime de ação penal pública condicionada à representação. Todavia, a matéria ainda não estava pacificada. Ultrapassados mais seis anos, o Superior Tribunal de Justiça sumulou a matéria, por intermédio do enunciado 542, que assim dispõe:

A ação penal relativa ao crime de lesão corporal resultante de violência doméstica contra a mulher é pública incondicionada (BRASIL, STJ, 2016).

Trata-se hoje, da posição consolidada. Entretanto, não imune a críticas. No capítulo seguinte, analisaremos de forma crítica os argumentos que levaram o TJES e o STJ a chegarem a conclusões diametralmente opostas, em especial sob a ótica da Justiça Restaurativa, um novo paradigma que se propõe ao Direito Penal.

4 CRÍTICAS AOS POSICIONAMENTOS DO STJ E DO STF SOB A ÓTICA DA JUSTIÇA RESTAURATIVA, COM BASE NA IDEIA DE RETÓRICA ESTRATÉGICA.

Publicado em 31 de agosto de 2015, o enunciado da Súmula 542 do STJ menciona dez precedentes julgados entre 2012 e 2014. Passaremos a estudar os fundamentos de tais decisões e a questionar, com base na retórica estratégica, esses mesmos fundamentos. No dizer do professor Adeodato (2014, p. 15):

A postura retórica opõe-se à ontológica, posto que recusa verdades éticas acima do mundo empírico e procura investigar os procedimentos

circunstanciais, variáveis, autopoieticos que vão conformar, criar, constituir o objeto material.

Prossegue o referido professor (*ibid*, p. 20):

Aqui vai ser aplicado um conceito próprio de retórica para defender a ideia de que verdade e justiça únicas, corretas, são ilusões altamente funcionais e que os acordos precários da linguagem não apenas constituem a máxima garantia possível, eles são os únicos.

Assumimos, portanto, a posição do STJ como **retórica material**, o que “significa considerar que tudo aquilo que se chama de ‘realidade’, a sucessão temporal de eventos únicos e irrepitíveis, consiste em um **relato vencedor**” (ADEODATO, 2014, p. 21). A súmula 542 será assumida como esse relato vencedor acerca da matéria. Entretanto, considerando os fundamentos que levaram a tal conclusão, buscaremos de forma crítica uma saída mais adequada, na medida que esta também é uma das funções da retórica:

É assim que a retórica, para lá de sua função persuasiva e de suas falácias ilusórias, pode também servir para adequar melhor o ser humano ao seu meio, tanto no que respeita ao conhecimento dos relatos descritivos quanto no relacionamento ético com os demais seres humanos (ADEODATO, 2014, p. 20).

No precedente mais antigo do enunciado sumular, oportunidade em que a corte decidiu acerca da matéria, em 11 de setembro de 2012, quando do julgamento do Habeas Corpus 242.458-DF, a Ministra Relatora Laurita Vaz apreciava o caso em que a Defensoria Pública alegava a ausência de justa causa para prosseguimento da ação penal na medida em que a vítima em audiência especialmente designada para aquele fim – nos termos do art. 16 da Lei Maria da Penha – havia retirado sua representação em face do autor.

Argumentou a Ministra, na época, que o entendimento do Supremo Tribunal Federal, no julgamento da ADI 4.424/DF, “reconheceu a natureza incondicionada da ação penal na hipótese de crime de lesão corporal praticado mediante violência doméstica e familiar contra a mulher, superando, assim, entendimento do Superior Tribunal de Justiça”.

Em tal julgado, o Ministro Relator Marco Aurélio, afirma em seu voto que trata-se “de um caso a exigir que se parta do princípio da realidade”, “que os dados estatísticos são alarmantes” e que “na maioria dos casos [...] a mulher [...] acaba, talvez ante óptica assentada na esperança, por afastar a representação

formalizada, isso quando munida de coragem para implementá-la” (STF, ADI 4.424).

Argumenta que o índice de renúncia chega a 90% dos casos, e que:

Iniludivelmente, isso se deve não ao exercício da manifestação livre e espontânea da vítima, mas ao fato de vislumbrar uma possibilidade de evolução do agente, quando, na verdade, o que acontece é a reiteração de procedimento e, pior, de forma mais agressiva ainda em razão da perda dos freios inibitórios e da visão míope de que, tendo havido o recuo da agressão pretérita, o mesmo ocorrerá na subsequente. Os dados estatísticos são assombrosos relativamente à progressão nesse campo, vindo a desaguar, inclusive, em prática que provoque a morte da vítima (STF, ADI 4.424).

Assim, em razão de tais dados, o Ministro Relator afirma que, em sua opinião, o recuo da vítima pode ser presumido como viciado, ante o contexto em que vive a mulher vítima de violência doméstica:

Não se coaduna com a razoabilidade, não se coaduna com a proporcionalidade, deixar a atuação estatal a critério da vítima, a critério da mulher, cuja manifestação de vontade é cercada por diversos fatores da convivência do lar, inclusive a violência a provocar o receio, o temor, o medo de represálias (STF, ADI 4.424).

Mais adiante, o Ministro Cesar Peluso, corroborando com tal entendimento, comparará a situação em que vive a mulher vítima de violência mulher com a coação irresistível prevista no art. 22 do Código Penal ou com a coação prevista no art. 151 do Código Civil vigente, como um vício insanável de vontade, que anula o negócio jurídico.

Ainda durante o julgamento, após preocupação levantada pelo então Ministro Presidente da corte, Cesar Peluso, acerca de, em se tornando a ação penal pública incondicionada para o crime de lesão corporal leve praticado no âmbito da violência doméstica, haver uma maior inibição da vítima em noticiar o fato, uma vez que não teria mais o poder de se retratar, o Ministro Relator então afirma que “quando afastamos a necessidade de representação, não colocamos a mulher em situação de inferioridade. Não geramos antagonismo, considerada a relação marido/mulher, companheira/companheiro” (STF, ADI 4.424).

Argumenta-se, assim, que tornando a ação penal pública incondicionada, não se expõe mais a vítima à obrigação de manifestar-se publicamente contra o seu algoz. Se o quiser fazê-lo, poderá, mas como qualquer pessoa do povo poderia comunicar a ocorrência de um delito. A atuação estatal, para “protege-la”, não dependerá mais de manifestação de sua vontade.

Em todo esse julgado, de se destacar, ainda, a posição do Min. Cesar Peluso, única posição contrária que impediu um julgamento unânime:

Não obstante o Ministro Ricardo Lewandowski ter aludido a eventual presença, que pode até ser, vamos dizer, quase regra na grande maioria dos casos, de vício de vontade da mulher ofendida, tampouco podemos dizer que isso seja regra de caráter absoluto. Muitas mulheres não fazem a delação, não levam a notícia-crime por decisão que significa o exercício do núcleo substancial da dignidade da pessoa humana, que é a responsabilidade do seu destino. Isso é dimensão que não pode ser descurada. O ser humano se caracteriza, exatamente, por ser sujeito da sua história, a capacidade que tem de se decidir por um caminho, e isso me parece que transpareceu à edição dessas duas normas agora contestadas.

Mas a minha advertência ao legislador para que ele considere os seguintes riscos: primeiro, a possibilidade de intimidação da mulher em levar a notícia-crime, porque sabe que não vai poder influir no desenvolvimento da ação penal, nem vai poder paralisá-la. Alega-se que terceiros poderão fazê-lo, mas a notícia de terceiros é sempre excepcional. Essa violência, quase sempre, se dá no âmbito doméstico e é de conhecimento apenas de pessoas da família. Há casos – vamos dizer – marginais em que, pela brutalidade, extravasa os muros da residência e chega ao conhecimento dos vizinhos, mas isso não significa, necessariamente, uma condição de eficácia. Por quê? Porque ficar na dependência de notícia de terceiro é correr o risco de não haver notícia alguma.

Alega-se que a mulher ignora – vamos dizer – as sutilezas jurídicas de uma ação pública. E, neste caso, para mim, a situação é ainda pior. Por quê? Porque há o risco de ela ser, continuando a conviver com o parceiro que a ofendeu – e pode ter sido ofensa eventual e isolada –, no meio dessa convivência eventualmente já pacificada mediante renovação do pacto familiar, ser surpreendida com uma sentença condenatória, que terá no seio da família consequências imprevisíveis. [...] O fato de ser pública a ação penal não impede que o parceiro se torne mais violento. No caso, antes, acirra a possibilidade dessa violência, porque ele sabe que estará agora sujeito a uma condição que escapa à possibilidade de intervenção mediante atuação da mulher [...]

Por outro lado – e esse o aspecto que mais me preocupa, mais me incomoda, mais me atormenta, e esta é a razão pela qual estou tomando esta postura –, acho que nós, do Judiciário, estamos assumindo todos esses riscos, e assumindo-os com perda da visão da situação familiar (STF, ADI 4.424).

Destaca-se a preocupação do voto vencido. A posição do Supremo, que influenciou e alterou a posição até então dominante no STJ e na jurisprudência do Tribunal de Justiça do Espírito Santo, retira completamente a autonomia da mulher vítima de violência doméstica e familiar.

E retira tal autonomia a pretexto de conceder-lhe maior proteção, o que, como bem salientado no voto vencido, não é nenhuma garantia. A simples punição do agressor – o chamado “combate à impunidade” – não só não resolve o problema,

como cria mais e maiores problemas no ambiente familiar, em especial se houve composição entre as partes e retomada a convivência.

Necessário se faz buscar uma saída que realmente seja capaz de proteger e dar um suporte à mulher vítima de violência doméstica e familiar, todavia, sem retirar sua autonomia. Para tanto, propomos a aplicação da chamada Justiça Restaurativa (ACHUTTI, 2014) como uma possibilidade a ser reconsiderada pelos tribunais brasileiros, fazendo-o com base na retórica estratégica:

A **retórica estratégica** trabalha com as metodologias, seu objetivo é conformar a retórica material, interferir sobre ela, fixar-lhe diretrizes, dizer como ela deve ser. A retórica estratégica é composta, literalmente, de metodologias, de “teorias sobre os métodos”, métodos esses que compõem a retórica material. As metodologias são orientações para conseguir objetivos. A metodologia do direito, os ensinamentos dogmáticos para o sucesso das práticas jurídicas, não foge à regra (ADEODATO, 2014, p. 24).

Ensina, ainda, referido professor (*ibid*, p. 26) que “enquanto a retórica analítica é descritiva, as retóricas estratégica e material são prescritivas (ou normativas)”. Assim, já que o paradigma atual não atende aos anseios sociais, a Justiça Restaurativa é apresentada com a pretensão de, ao mesmo tempo, ser uma solução viável ao problema da violência doméstica, sem, com isso, retirar a autonomia da vítima, seu direito de escolher o próprio destino, sua dignidade. Nas palavras de Leda Maria Hermann (*apud* STF, ADI 4.424):

Reconhecer a condição hipossuficiente da mulher vítima de violência doméstica e/ou familiar não implica invalidar sua capacidade de reger a própria vida e administrar seus próprios conflitos. Trata-se de garantir a intervenção estatal positiva, voltada à sua proteção e não à sua tutela (STF, ADI 4.424).

O interesse pela justiça restaurativa no ocidente emerge de um programa de reconciliação entre vítima e agressor realizado na cidade de Kitchener, Ontário, Canadá, em 1974 (ACHUTI, 2014, p. 53). Tratam-se de inúmeras iniciativas sociais que visam implementar: i) alternativas às prisões; ii) resolução de conflitos; iii) mediação vítima-ofensor e sua reconciliação; iv) proteção dos direitos da vítima; v) conferências de grupos familiares; e vi) círculos de sentença.

Podemos conceituar a justiça restaurativa nas palavras de Gerry Johnstone e Daniel Van Ness (*apud*, ACHUTI, 2014, p. 57) como “um movimento social global que apresenta enorme diversidade. O seu objetivo maior é transformar a maneira

como as sociedades contemporâneas percebem e respondem ao crime e a outras formas de comportamentos problemáticos”.

Daniel Achuti (2014, p. 59) afirma “que o aspecto fundamental da justiça restaurativa está no fato de as partes considerarem e decidirem, elas mesmas, o que deverá acontecer”. Citando Alisson Morris, o mencionado autor prossegue afirmando que tanto a vítima como agressor, amparados por “comunidades de cuidado” e por um facilitador, buscarão uma forma consensual de lidar com a ofensa, suas consequências e as implicações para o futuro (*ibid*, p. 59).

Falamos, portanto, de um conceito aberto, que busca uma resposta menos estigmatizante possível para vítima e agressor, de forma que a ofensa seja reconhecida como tal, mas que possibilite a reparação. Um conceito que ainda vai se desenvolver com a prática, em situações inovadoras, uma vez que cada caso é irrepetível, fugindo da ilusão de segurança jurídica proposta pelo sistema judicial atual.

Para Morris, (*apud* ACHUTI, 2014, p. 66) “a essência da justiça restaurativa não é adoção de uma forma ao invés de outra; é a adoção de *qualquer* forma que reflita os valores restaurativos e que vise a atingir os processos, resultados e objetivos restaurativos”.

Por ser um processo de construção coletiva, a justiça restaurativa é capaz de construir um novo conceito semântico muito mais legítimo e capaz de solucionar o conflito do que a resposta judicial-estatal, que geralmente desagrade todas as partes (a vítima não se sente reconhecida e não vê proporcionalidade na decisão, enquanto o agressor se vê reificado e excluído).

Estamos diante, portanto, de um novo paradigma de justiça, cujas características centrais envolvem, segundo Daniel Achuti (2014, p. 83), os seguintes aspectos:

- (a) *participação da vítima* nos debates sobre o caso, incluindo a deliberação sobre a maneira como os danos oriundos do conflito serão reparados;
- (b) o procedimento *poderá não resultar em prisão* para o ofensor, mesmo que ele venha a admitir que praticou o delito e eventuais provas corroborem a sua confissão;
- (c) é possível (e desejável) que *as partes cheguem a um acordo* sobre como lidar com a situação;
- e (d) *os operadores jurídicos deixarão de ser os protagonistas* do processo, abrindo espaço para uma abordagem mais ampla do conflito.

Dessa forma, quebrar-se-á o paradigma da visão vertical da definição do que é justo, abrindo espaço para um acordo horizontal e plural do que pode ser considerado justo para os envolvidos no conflito – emancipando-os como

senhores de seu próprio destino – e rompendo os limites colocados pelo direito liberal, fazendo com que o ilícito seja interpretado interpessoalmente e socialmente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS – A JUSTIÇA RESTAURATIVA COMO FORMA DE SOLUÇÃO NÃO VIOLENTA DOS CONFLITOS: A NECESSÁRIA EMANCIPAÇÃO DA SOCIEDADE.

Este trabalho se propôs a analisar a questão do tipo de ação penal praticada no delito de lesão corporal leve praticado no âmbito da violência doméstica a partir do posicionamento firmado nos tribunais superiores.

Foi observado que no decorrer da história o tipo de ação penal e a forma como o problema foi enfrentado variou algumas vezes, chegando ao seu ápice no conflito aparente entre a Lei 9.099/95 – Lei dos Juizados Especiais – e a Lei 11.340/06 – Lei Maria da Penha.

O possível afastamento da legislação dos juizados especiais, em nome de uma demanda mais punitiva aos autores desse tipo de crime foi interpretada de diversas formas pelos tribunais – neste trabalho foram analisados, especificamente, a interpretação do Tribunal de Justiça do Espírito Santo, do Superior Tribunal de Justiça e do Supremo Tribunal Federal.

Em princípio, a corte estadual e o STJ entenderam pelo não afastamento total da legislação anterior, submetendo a ação penal no delito de lesão corporal leve praticada no âmbito da violência doméstica à condição de procedibilidade da manifestação de vontade da ofendida. Todavia, tal entendimento mudou a partir do julgamento da ADI 4.424 no Supremo Tribunal Federal, onde, por maioria de votos – sendo apenas o voto do Min. Cesar Peluso vencido – a suprema corte decidiu que a ação penal em tais delitos deve ser pública e incondicionada, sob o pretexto de conferir maior proteção à vítima que tem a sua manifestação de vontade presumivelmente viciada.

Tal posicionamento, em controle concentrado de constitucionalidade, tem efeito *erga omnes* e vinculante, alterando o entendimento das demais cortes acerca do assunto, resultando, inclusive, na publicação da Súmula 542 do Superior Tribunal de Justiça.

Todavia, não é possível aceitar o simplório argumento do Supremo Tribunal Federal, na medida em que ele retira a autonomia da vítima, ferindo sua dignidade e não a reconhecendo como agente capaz. Assim, com base na retórica estratégica, propomos uma reanálise da matéria, sugerindo um novo paradigma que seja capaz de solucionar os conflitos sem reificar tanto vítima como agressor.

Trata-se da proposta da Justiça Restaurativa, aqui delineada pela ótica do professor Daniel Achuti, que o apresenta como uma forma de justiça mais democrática e emancipadora, tornando os envolvidos no conflito – acusado, vítima e a própria sociedade – senhores da história a ser construída, permitindo que a solução dos problemas seja menos traumática e mais legítima.

Mas para que isso seja possível, é necessário repensar nosso sistema de justiça vigente, altamente burocrático e concentrado nas mãos de juristas que deixaram de ser facilitadores para serem limitadores – com uma visão míope e legalista – das situações de conflito. Infelizmente, o sistema atual não produz resultados eficientes: não pune e não ressocializa, apenas reproduz e implementa desigualdades. Não resolve as situações conflituosas, mas gera um clima ainda mais bélico nelas. Não é capaz de solucionar o problema da violência, na medida em que se utiliza da própria “violência legítima estatal” para oferecer sua resposta.

Se a sociedade quer e realmente espera pela paz, é hora de tomar as rédeas do destino e procurar solucionar seus conflitos inerentes e inevitáveis de outra forma que não seja por meio da violência. A Justiça Restaurativa pode ser o princípio desse caminho.

REFERÊNCIAS

ACHUTTI, Daniel Silva. **Justiça restaurativa e abolicionismo penal**. São Paulo: Saraiva, 2014.

ADEODATO, João Maurício. **Uma teoria retórica da norma jurídica e do direito subjetivo**. São Paulo: Noeses, 2014.

ARENDT, Hannah. **A condição humana**. Trad. Roberto Raposo. 10ª ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001.

BECKER, Howard. **Outsiders: estudos de sociologia do desvio**. Trad. Maria Luiz X. De Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2008.

BITENCOURT, Cezar Roberto. **Tratado de direito penal: parte geral 1**. 23ª ed. São Paulo: Saraiva, 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. **Código Penal Brasileiro**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/Del2848compilado.htm>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. **Lei 9.099 de 26 de setembro de 1995**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9099.htm>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. **Lei 11.349 de 7 de agosto de 2006**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11340.htm>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. Superior Tribunal de Justiça. **Súmula n. 542**. Disponível em: <<http://www.stj.jus.br/SCON/sumulas/toc.jsp?livre=les%E3o+corporal+viol%Eancia+dom%E9stica+a%E7%E3o+penal&&b=SUMU&thesaurus=JURIDICO>>. Acesso em 21 jul. 2016.

_____. Supremo Tribunal Federal. **ADI 4.424/DF**.

CARVALHO, Thiago Fabres de; ROSA, Alexandre Morais da. **Processo penal eficiente & ética da vingança: em busca de uma Criminologia da não violência**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2010.

CELMER, Elisa Girotti; AZEVEDO, Rodrigo Ghiringhelli de. **Violência de gênero, produção legislativa e discurso punitivo – uma análise da Lei n. 11.340/2006**. *Boletim IBCCRIM*, n. 170, 2007.

CHIES, Luiz Antônio Bogo. **É possível se ter o abolicionismo como meta, admitindo-se o garantismo como estratégia?** In: WUNDERLICH, Alexandre; CARVALHO, Salo de (orgs.). *Diálogos sobre a justiça dialogal: teses e antíteses sobre os processos de informalização e privatização da justiça penal*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2002.

MÜLLER, Jean-Mari. **O princípio da Não-violência; percurso filosófico**. Trad. Maria Fernanda Oliveira. Lisboa: Instituto Piaget, 1998.

MONITORAMENTO DO DESGASTE DE FERRAMENTAS DE CORTE

Carolina Locatelli Vago¹

Juliana Gobeti Calenzani²

Rômulo Maziero³

Eliane Correia Nascimento Souza⁴

Antonio Carlos Barbosa Zancanella⁵

Vinicius Silva da Cunha⁶

Washington Moreira Cavalcanti⁷

RESUMO

Uma ferramenta de corte está sujeita ao desgaste no decorrer do uso e por isso necessita ser reafiada ou substituída. Monitorar e compreender os processos de desgaste podem reduzir custos e evitar prejuízos pela falta de gerenciamento e substituição da ferramenta no momento certo. Este trabalho teve por objetivo apresentar os resultados sobre o monitoramento de ferramentas de corte pelo método indireto usando diferentes técnicas para prever o tempo de vida e o melhor momento de troca de uma ferramenta. Foi realizada uma revisão crítica sobre o modo indireto de estimar o tempo de vida útil de ferramentas de corte. Os resultados indicaram que as técnicas de monitoramento utilizadas apresentam aplicações relevantes, evidenciando a importância do monitoramento do desgaste nas ferramentas de corte, a fim de evitar paradas desnecessárias e minimizar as perdas de produção.

Palavras-chave: Monitoramento do desgaste; Método indireto; Ferramentas de corte.

ABSTRACT

A cutting tool is subject to wear during use and therefore needs to be re-sharpened or replaced. Monitoring and understanding wear processes can reduce costs and prevent damage from mismanagement and tool replacement at the right time. This paper aims to present the results on the monitoring of cutting tools by the indirect method using different techniques to predict the tool life and the best time to change a tool.

1 Mestranda em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

2 Engenheira Mecânica pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

3 Doutorando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

4 Mestre em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pelo Instituto Federal do Espírito Santo (IFES).

5 Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

6 Mestrando em Ciência, Tecnologia e Educação pela Faculdade Vale do Cricaré (FVC).

7 Doutorando em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

A critical review was performed on the indirect way of estimating the life span of cutting tools. The results indicated that the monitoring techniques used present relevant applications, evidencing the importance of monitoring the wear on cutting tools in order to avoid unnecessary stops and minimize production losses.

Keywords: Wear monitoring; Indirect method; Cutting tools.

1 INTRODUÇÃO

A avaria, o desgaste e a deformação plástica são apontados como os três fenômenos responsáveis pela perda da eficácia de uma ferramenta na usinagem provocando mudança na geometria da aresta de corte (MACHADO *et al.*, 2009).

O desgaste pode ser definido “[...] como a destruição de uma ou de ambas as superfícies que compõem um sistema tribológico, geralmente envolvendo perda progressiva de material” (MACHADO *et al.*, 2009). O desgaste progressivo na ferramenta de corte pode ocorrer tanto na superfície de folga quanto na superfície de saída da ferramenta e podem ser apontadas pelo menos três formas de desgaste: de cratera, de flanco e de entalhe.

O monitoramento em tempo real classifica-se em quatro áreas:

- I. Máquina: diagnóstico e supervisão do desempenho;
- II. Ferramenta: nível de desgaste, lubrificação, alinhamento;
- III. Peça: geometria, dimensões, características superficiais, rugosidade, tolerância, metalurgia;
- IV. Processo: formação de cavacos, temperatura, energia consumida.

A *priori*, o monitoramento é, em conjunto com o gerenciamento de ferramentas e da melhoria de parâmetros de corte, condição indispensável para a melhoria no desempenho dos processos de fabricação de componentes metálicos e é resultante de processos que apresentam duas metodologias: direta e indireta.

Dentre os métodos de monitoramentos, este trabalho considerará a metodologia indireta. A opção pelo método indireto se justifica pelo fato de o mesmo ter sido bastante investigado nas últimas décadas e pelas possibilidades de mensurar parâmetros que correlacionam diretamente os estados da ferramenta, da peça e

do processo. Os parâmetros utilizados na medição indireta são relativamente fáceis de mensurar e fundamentam-se no fato de que o estado da ferramenta de corte está associado a fenômenos físicos relacionados com o material usinado, o tipo de ferramenta, as condições do processo, entre outros (SOUZA, 2015).

Este trabalho de revisão da literatura tem por objetivo apresentar os principais resultados sobre o monitoramento de ferramentas de corte por meio do método indireto usando diferentes procedimentos.

2 REVISÃO: LEITURA DO DESGASTE EM FERRAMENTAS

Os problemas relativos à inesperada substituição de uma ferramenta de corte exigiram o desenvolvimento de sistemas de monitoramento capazes de informar o momento adequado para que ocorra a troca com menor prejuízo ao processo. Com isso, surgiu a necessidade de desenvolver sistemas que fossem capazes de indicar em tempo real e por meio de diversos tipos de sinais o momento exato do fim da vida útil de uma ferramenta de corte.

SICK (2002) descreve, conforme apresentado na Figura 1, que um sistema de monitoramento parte da premissa de uma sequência de subsistemas para o arrasto dos dados, desde a detecção dos sinais de fadiga até o diagnóstico do estado da ferramenta.

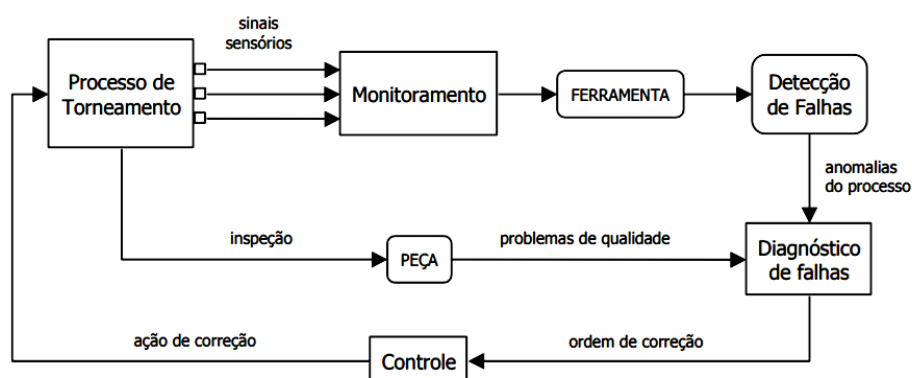


Figura 1 – Sistema de monitoramento do estado da ferramenta de corte em torneamento.

Fonte: SICK, 2002

Atualmente, existem diversas maneiras de monitorar o desgaste de uma ferramenta para retirá-la de uso minimizando custos adicionais e perda na produção. O monitoramento pode ser direto ou indireto. Essa classificação está relacionada com a medição direta e medição indireta das falhas da ferramenta. O monitoramento direto (*off-line*) quantifica diretamente o valor do desgaste na ferramenta, enquanto o monitoramento indireto (*on-line*) acompanha e avalia uma grandeza física correlacionada com o desgaste da ferramenta (SOUZA, 2015). O Quadro 1 apresenta os principais métodos de medição das condições da ferramenta em usinagem.

Quadro 1 - Métodos diretos e indiretos de monitoramento de ferramentas de corte.

Método	Procedimento	Medição	Transdutor/Sensor
DIRETO	Óptico	Contorno ou posição da aresta de corte (região desgastada)	Câmera CCD; sensor de fibra óptica; microscópio
	Perda volumétrica global da ferramenta	Tamanho e concentração de partículas desprendidas da ferramenta no cavaco	Análise via radioatividade: espectrofotômetro e cintilador; análise eletroquímica
	Resistência da junção	Alterações na resistência elétrica da junção ferramenta-peça	Voltímetro
	Tamanho da peça	Dimensão da peça	Micrômetros; transdutor: óptico, pneumático, ultrassom, eletromagnético
	Distância ferramenta-peça	Distância entre a peça e a ferramenta ou suporte	Micrômetro; transdutor indutivo (LVDT), capacitivo ou ultrassom
INDIRETO	Força de usinagem	Alterações no comportamento da força	Dinamômetros: piezelétricos ou resistivos (<i>strain-gage</i>); sensor de torque no eixo-árvore
	Emissão acústica	Ondas de deformação plástica	Transdutor piezelétrico
	Som	Ondas acústicas	Microfone
	Vibração	Oscilações da ferramenta e/ou suporte	Acelerômetro piezelétrico
	Temperatura	Variação da temperatura na região de corte	Termopar; pirômetro; reflexão da superfície do cavaco ou coloração
	Potência	Potência ou corrente consumida no motor (avanço ou rotação)	Amperímetro; sensor de corrente; sensor de potência
	Acabamento da superfície usinada	Mudanças na rugosidade da superfície	Rugosímetro; laser; métodos ópticos: sensor de fibra óptica, câmera CCD

Fonte: SOUZA, 2015

Chaves *et al.* (2014) realizaram estudos sobre o monitoramento do desgaste de ferramentas de corte em operações de usinagem. Eles tinham o objetivo de desenvolver um sistema de monitoramento do processo utilizando sensores de efeito Hall para identificar o fim do tempo de vida útil de uma ferramenta de corte. O sensor utilizado para os ensaios foi o Sensor Hall de Corrente, modelo 100CC-15 e um transdutor de corrente modificado para correntes de 0 a 25 A. Para os testes de usinagem foi utilizado o aço ABNT 1045, com diâmetro nominal de 4 polegadas e a ferramenta de corte foi o inserto TNMG 160408 PM GC-4225 da Sandvik. O critério de fim de vida da ferramenta foi o desgaste de flanco máximo (VBB_{máx}), adotado em 0,6 mm; conforme sugerido pela norma ISO 3685/1993. As medições do desgaste de flanco foram captadas por meio de imagens em um Estereoscópio Pantec, uma câmera Moticam 2300 e o *software* MotiClmages Plus 2.0.

Ao final do experimento, Chaves e colaboradores (2014) concluíram que o fator velocidade de corte (V_c) exerce significativa influência no tempo de vida da ferramenta de corte, sendo que o aumento da mesma contribui para o aumento da potência de usinagem e para a diminuição do tempo de vida da ferramenta. Os instrumentos utilizados foram capazes de detectar o desenvolvimento do desgaste e indicar o momento em que o operador perceberia a proximidade do fim de vida da ferramenta.

Marcelino *et al.* (2013) utilizaram modelos neurais MLP (*Multi-LayerPerceptron*) e ANFIS (*Adaptative Network BasedFuzzyInference System*) no monitoramento do desgaste da ferramenta na retificação de cerâmicas. Buscando conhecer as relações existentes entre as variáveis de entrada e de saída, para prever o padrão do comportamento do processo, foi realizado um estudo comparativo dessas redes. Os ensaios utilizaram uma máquina retificadora plana com rebolo diamantado sintético de liga resinoide, e os corpos de prova foram de cerâmica alumina. Os dados foram processados digitalmente, analisados e empregados como entradas para os modelos neurais criados.

Os resultados dos estudos de Marcelino *et al.* (2013) mostraram o ótimo desempenho das redes neurais empregadas, sendo que as redes MLP

apresentaram melhores resultados. O modelo ANFIS mostrou-se mais estável, não proporcionando grandes variações entre redes de mesmas configurações. Os modelos neurais propostos foram satisfatórios às necessidades da estimação do desgaste da ferramenta.

No monitoramento da ferramenta de dressagem, Rocha (2014) utilizou dois métodos de análises: sinais de vibração e modelos neurais. Por meio de sinais de vibração e redes neurais foi utilizado um método de classificação do desgaste da ferramenta de dressagem de ponta única em três condições distintas: novo, meia vida e desgastado. Os ensaios foram realizados em uma retífica plana, rebolo de óxido de alumínio, com a aquisição dos sinais de vibração por meio de um sensor fixo no suporte do dressador. Vários modelos neurais foram testados, os quais possuíam como entradas duas estatísticas obtidas a partir do sinal original filtrado para uma dada banda de frequência selecionada. Após as combinações realizadas, foram escolhidos e analisados os dois melhores modelos, e esses apresentaram resultados com até 98,3% de taxa de acertos. Ambos os modelos produziram resultados satisfatórios para a classificação do desgaste de dressadores de ponta única estudados.

Melo (2014) realizou o monitoramento da evolução do desgaste de uma ferramenta de corte por meio de vibrações. O objetivo foi uma contribuição na técnica de utilização do sinal de vibração para o monitoramento da evolução do desgaste da ferramenta em tempo real e, com isso, determinar o momento correto de troca no processo fresamento. Para a realização do experimento foi utilizado um centro de usinagem CNC Romi D600, onde foram fresados corpos de prova de aço 4340 e equipamentos para aquisição do sinal de vibração para compreender algumas características deste durante a usinagem. Os resultados dos experimentos indicaram que o sinal de vibração é um bom indicador de várias situações que acontecem durante a usinagem, dentre estas, o estado de desgaste da ferramenta.

Nessa perspectiva, outro trabalho desenvolvido por Bombonato *et al.* (2014) também analisou o desgaste de ferramentas no processo de fresamento combinando a emissão acústica com aplicações de redes neurais. A proposta do estudo foi realizar o monitoramento do processo de fresamento com o

intuito de detectar a necessidade de troca da ferramenta de usinagem. Assim, foi utilizado o fresamento de topo com apenas um inserto de metal duro montado numa fresa com capacidade para três insertos. Foram utilizados o aço inoxidável VP-80 endurecido por precipitação e monitorado o desgaste de flanco máximo, admitindo-se três estágios: ferramenta completamente nova, em estágio intermediário e ferramenta altamente desgastada. O sinal de emissão acústica (EA) foi adquirido durante a usinagem, com várias repetições, com o sensor fixado na peça. O desgaste de flanco foi medido periodicamente e os testes realizados até o final da vida da ferramenta.

Bombonato *et al.* (2014) utilizaram parâmetros estatísticos retirados do sinal de emissão acústica com o desgaste da ferramenta. Os parâmetros estatísticos analisados foram: skewness, curtose, RMS, pico e fator de crista. Análise gráfica dos parâmetros estatísticos e espectros de frequência mostraram que alguns parâmetros têm uma significativa correlação com os estágios de desgaste e que esses parâmetros podem servir de dados de entrada para treinamento de uma rede neural no reconhecimento do estágio de desgaste da ferramenta.

De acordo com Souza (2004), a falha (avaria e/ou desgaste) da ferramenta de corte em usinagem está direta ou indiretamente ligada a diferentes grandezas físicas, relacionadas com: o material da peça, o tipo de ferramenta, as condições do processo, entre outros. Nesse ponto de vista, apresentou-se o desenvolvimento e a aplicação de um sistema monitor inteligente em torneamento usando a fusão de sinais de força, vibração e emissão acústica com o intuito de reconhecer os padrões de falha da ferramenta de corte (estimação de desgastes e detecção de avarias) e, com isso, diagnosticar em tempo real o estado do mesmo.

O experimento se baseou nas técnicas de aquisição e processamento de sinais de força, vibração, emissão acústica e na aplicação de redes neurais artificiais em processos de usinagem. O sistema de monitor inteligente tinha como finalidade supervisionar e diagnosticar o estado da ferramenta de corte em um torno CNC. A integração de múltiplos sinais foi realizada por meio de

uma rede neural artificial direta 5-2-1, com algoritmo de treinamento por retro-propagação flexível implementada via MATLAB.

Os resultados obtidos por Souza (2004) demonstraram que na situação de detecção de avarias o sistema monitor pode ser considerado “eficiente” e “eficaz” dentro das capacidades e limitações. Quanto à função do sistema monitor de prognosticar a vida da ferramenta, o mesmo é capaz de “prever” o fim e quando acontece. A partir do diagnóstico, o sistema monitor define o momento mais apropriado para a troca da ferramenta.

Para finalizar, é referida a utilização de redes neurais artificiais na avaliação da evolução do desgaste da ferramenta de corte no processo de torneamento a partir dos níveis de vibração do sistema porta-ferramenta-peça. Os níveis de desgaste foram definidos por Alexandre (2005) em termos da rugosidade superficial da peça e desgaste de flanco e, posteriormente, os valores de vibração medidos no porta-ferramenta foram correlacionados com esses níveis de desgaste. Diversos ensaios foram realizados utilizando o aço ABNT 1045, com ferramentas de metal duro sem e com cobertura de nitreto de titânio (TiN). Foram utilizadas as rotações 630, 800, 1000 e 1250 rpm, variando-se a velocidade de corte entre 100 e 200 m/min. Os sinais de vibração foram processados e analisados utilizando valores RMS (*Root Mean Square*) e a Transformada Wavelet, sendo que, nesse caso, foram extraídos os valores RMS dos coeficientes Wavelet.

De acordo com Alexandre (2005), os testes mostraram que a utilização dos valores RMS do sinal de vibração pode levar a resultados satisfatórios, entretanto, houve algumas situações de insucesso. Alternativamente, a rede neural, quando treinada com os valores RMS dos coeficientes Wavelet, apresentou uma melhor capacidade de identificação, com um percentual de acerto maior do que quando treinada apenas com os valores RMS dos sinais de vibração. Observou-se, também, que o monitoramento de vibração da ferramenta e a utilização de redes neurais artificiais para identificação dos diferentes estágios da ferramenta podem ser utilizados para se estabelecer o fim de vida da mesma no processo de torneamento. A utilização da transformada Wavelet na extração dos parâmetros usados no treinamento da

rede mostrou ser mais eficiente para a identificação da evolução do desgaste de ferramentas.

3 CONCLUSÕES

Os sistemas de monitoramento no processo de usinagem corroboram para prevenções de paradas na realização de trocas indesejadas de ferramentas e na melhoria contínua da produção. Para isso, é necessário que o momento de troca da ferramenta seja determinado em tempo real. Nesse caso, o monitoramento *on-line* acompanha e avalia a grandeza física correlacionada com o desgaste da ferramenta, prevendo o melhor tempo de troca. Outrossim, os parâmetros de corte são fatores determinantes na escolha do monitoramento.

Os procedimentos e técnicas de monitoramento utilizados nos experimentos mostrados apresentaram resultados relevantes, constatando a importância do acompanhamento do desgaste de ferramentas de corte para o processo produtivo, reduzindo o tempo e material nas tomadas de decisão.

Ademais, esta revisão fornece informações pertinentes para a escolha dos procedimentos de monitoramento a serem utilizados nas atividades de manutenção preditiva e preventiva, que podem influenciar significativamente na vida útil do equipamento e/ou da ferramenta de corte.

4 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, R. P. **Redes neurais**: aplicação no monitoramento da vida de ferramentas de corte. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – UNESP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2005.

BOMBONATO, S. G.; LUSTOSA, A. A.; SILVA, M. B. Análise do desgaste de ferramentas via emissão acústica com aplicações de redes neurais. **Horizonte Científico**, v. 2, n. 2, p. 1-24, 2008.

CHAVES, B. T.; CASARIN, J. J.; KIECKOW, F. **Sistema de monitoramento do desgaste de ferramentas de corte em operações de usinagem**. In: 21º CBECIMAT - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2014, Cuiabá, MT. Anais...Cuiabá, MT: CBECIMAT, 2014.

MACHADO, A. R.; ABRÃO, A. M.; COELHO, R. T.; SILVA, M. B. **Teoria da Usinagem dos Materiais**. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2015.

MARCELINO, A.; NAKAI, M. E.; GUILLARDI JÚNIOR, H.; AGUIAR, P. R.; BIANCHI, E. C. **Modelos neurais na estimação do desgaste da ferramenta na retificação de cerâmicas**. In: 7º COBEF - Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, 2013, Penedo, RJ. Anais...Penedo, RJ: COBEF, 2013.

MELO, J. F. N. **Monitoramento da evolução do desgaste de uma ferramenta de corte através de vibrações**. 2014. Monografia (Engenharia Mecânica) – UFRN, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

SICK, B. On-line and indirect tool wear monitoring in turning with artificial neural networks: a review of more than a decade of research. **Mechanical Systems and Signal Processing**, v.16, n. 4, p. 487-546, 2002.

SOUZA, A. J. **Aplicação de multisensores no prognóstico da vida de ferramenta de corte no torneamento**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2004.

SOUZA, A. J. **Monitoramento de processos de usinagem**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015 (Apostila). Disponível em: <https://chasqueweb.ufrgs.br/~ajsouza/Apostila_ENG03082.pdf >. Acesso em: 29 nov. 2016.

ROCHA, C. A. **Monitoramento da condição da ferramenta de dressagem usando sinais de vibração e modelos neurais**. 2014. Dissertação (Mestrado

em Engenharia Elétrica) – UNESP, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo, 2014.

MULTIVIX

SERRA