

INNOVATIO

REVISTA DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA

ISSN 2359-3377

VOLUME ESPECIAL



EXPEDIENTE

FACULDADES INTEGRADAS DO VALE DO IGUAÇU – UNIGUAÇU

Rua Padre Saporiti, 717 – Bairro Rio D´Areia
União da Vitória – Paraná
CEP. 84.600-000
Tel.: (42) 3522 6192

CATALOGAÇÃO
ISSN: 2359-3377

LATINDEX
Folio 25163
Folio Único 22168

CAPA

Lucas França Burgath

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA UNIGUAÇU

Presidente da Mantenedora

Dr. Wilson Ramos Filho

Superintendência das Coligadas UB

Prof. Ms. Edson Aires da Silva

Direção Geral

Profª. Ms. Marta Borges Maia

Coordenação Acadêmica

Prof. Dr. Atilio A. Matozzo

Coordenação de Pós-graduação, Pesquisa e Extensão

Cassiana Maria Rocha

Presidente do Instituto Sul Paranaense de Altos Estudos – ISPAE

Profª. Ms. Dagmar Rhinow

Coordenação do Curso de Administração

Prof. Ms. Jonas Elias de Oliveira

Coordenação do Curso de Agronomia

Prof. Ms. Zeno Jair Caesar Junior

Coordenação do Curso de Arquitetura e Urbanismo

Profª. Ms. Eliziane Cappelletti

Coordenação do Curso de Biomedicina

Profª. Ms. Janaína Ângela Túrmina

Coordenação do Curso de Direito

Prof. Sandro Perotti

Coordenação do Curso de Educação Física

Prof. Dr. Andrey Portela

Coordenação do Curso de Enfermagem

Profª. Ms. Marly Terezinha Della Latta

Coordenação dos Cursos Engenharia Civil

Prof. Larissa Yagnes

Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica

Prof. Claudinei Dozorski

Coordenação do Curso de Engenharia Mecânica

Prof. Ronaldo Quandt

Coordenação do Curso de Engenharia de Produção

Prof. Ms. Wellington da Rocha Polido

Coordenação do Curso de Farmácia

Profª. Ms. Silmara Brietzing Hennrich

Coordenação do Curso de Fisioterapia

Profª. Ms. Giovana Simas de Melo Ilkiu

Coordenação do Curso de Medicina Veterinária

Prof. Ms. João Estevão Sebben

Coordenação do Curso de Nutrição

Prof. Wagner Osório de Almeida

Coordenação do Curso de Psicologia

Profª. Darciele Mibach

Coordenação do Curso de Serviço Social

Profª. Lucimara Dayane Amarantes

Coordenação do Curso de Sistemas de Informação

Prof. Ms. André Weizmann

ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA REVISTA

Editor Chefe das Revistas Uniguaçu

Prof. Atilio A. Matozzo

Coeditor

Prof. Ms. Vilson Rodrigo Diesel Rucinski

Conselho Editorial

Prof. Dr. Anésio da Cunha Marques (UNIGUAÇU)

Prof. Dr. Thiago Luiz Moda (UNESPAR)

Prof. Dr. Gino Capobianco (Universidade Estadual de Ponta Grossa)

Prof. Dr. Fernando Guimarães (UFRJ)

Prof. Dr. Rafael Michel de Macedo (Hospital Dr. Constantin)

Prof. Dr. Andrey Protela (UNIGUAÇU)

Profª. Ms. Melissa Geórgia Schwartz (UNIGUAÇU)

Profª. Ms. Eline Maria de Oliveira Granzotto (UNIGUAÇU)

Prof. Ms. Adilson Veiga e Souza (UNIGUAÇU)

SUMÁRIO

ANÁLISE REAL E TEÓRICA DE REMOÇÃO DE DBO5 E DQO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO	5
AVALIAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	19
DIMENSIONAMENTO DA CARGA DE VENTO EM UMA EDIFICAÇÃO DESTINA A UM CENTRO DE ENVENTOS LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE UNIÃO DA VITÓRIA - PR	34
INVESTIGAÇÃO DA EFICÁCIA DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE UM NÚCLEO DE EDUCAÇÃO INFANTIL	40
LIXO TECNOLÓGICO: DESCARTE CORRETO, UMA PROPOSTA DE REUTILIZAÇÃO	53
USO DE EXOESQUELETO COMO AUXÍLIO NO TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NAS ARTICULAÇÕES DAS MÃOS	59

ANÁLISE REAL E TEÓRICA DE REMOÇÃO DE DBO5 E DQO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Giliane Letícia Hermann¹

João Chiabai Júnior²

RESUMO: O tratamento eficiente de esgotos é um dos maiores problemas enfrentados na área de saneamento nos dias de hoje, pois implica na saúde ambiental e populacional. As estações de tratamento de esgoto têm por finalidade, desde que projetada corretamente, remover as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao meio ambiente o efluente devidamente tratado. A falta de tratamento ou condições adequadas pode contribuir para a proliferação de inúmeras doenças e na degradação do meio ambiente. No presente trabalho, foram avaliadas as alternativas e tecnologia de índices, como a remoção da DBO, DQO e a geração de lodo em sistemas de estações de tratamento de esgoto, através de dados levantados como população, vazão média e sistema de tratamento. Realizando um comparativo numérico da teoria com a realidade das estações, onde pode-se observar que os dados reais apresentaram segurança em relação aos dados teóricos. Esses dados auxiliam o projetista a adotar o melhor sistema de tratamento levando em consideração a qualidade do efluente disposto no corpo receptor. Auxilia também na escolha da destinação final do lodo, através da estimativa e qualidade de lodo gerado em cada sistema de tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Tratamento de efluentes. DBO. DQO. Esgoto doméstico. Lodo.

ABSTRACT: The efficient treatment of sewage is one of the biggest problems faced in the area of sanitation nowadays, as it implies environmental and population health. Sewage treatment plants are intended, as long as designed correctly, to remove pollutants from the sewage, returning to the environment the effluent properly treated. Lack of appropriate treatment or conditions can contribute to the proliferation of numerous diseases and the degradation of the environment. In the present work, the alternatives and index technology are evaluated, such as the removal of BOD, COD and the generation of sludge in sewage treatment plant systems, through data collected as population, mean flow and treatment system. Making a numerical comparison of the theory with the reality of the stations, where we can observe that the real data presented security in relation to the theoretical data. These data help the designer to adopt the best treatment system taking into account the quality of the effluent disposed in the receiving body. It also assists in the choice of the final destination of the sludge, through the estimation and quality of sludge generated in each treatment system.

KEYWORDS: Wastewater treatment. BOD. COD. Domestic sewage. Sludge.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional desordenado juntamente ao aumento do padrão de vida tem como consequência diversos problemas ambientais, os quais muitas vezes não são devidamente tratados. O esgoto é um exemplo, devido ao seu alto grau de toxicidade, contribui para a proliferação de doenças parasitárias e infecciosas e degradação no meio ambiente.

A maior parte dos esgotos domésticos ainda não é devidamente tratada, sendo depositado diretamente em rios e mares. As estações de tratamento de esgoto (ETE)

recebem uma pequena porcentagem do esgoto total para tratamento e tem por objetivo a estabilização da matéria orgânica. O tratamento busca transformar a matéria orgânica em inorgânica e remoção de microrganismos patogênicos. Muitas opções de tratamento baseiam-se em processos que ocorrem normalmente na natureza, o qual é denominado de autodepuração ou estabilização.

Não existe um sistema de tratamento padrão para ser utilizado. Vários fatores irão influenciar na escolha das opções tecnológicas, tais como, disponibilidade de área, clima favorável, características do esgoto, qualidade desejada para o efluente, capacidade do corpo receptor de receber a carga poluidora e da legislação referente ao local.

O trabalho coloca a importância do tratamento eficiente de esgoto para a população e meio ambiente em estações de tratamento de esgotos, a qualidade do efluente a ser lançado no corpo receptor e os sistemas mais utilizados no tratamento.

Realizando um estudo de diferentes estações de tratamento de esgotos nos estados Paraná e Rio Grande do Sul foi possível observar a diferença entre a teoria e a realidade na geração de lodo e índices de DBO e DQO através da população beneficiada e vazão média estimada em cada ETE.

Com o intuito de auxiliar projetistas e operadores na escolha de sistemas para tratamento de esgoto, o trabalho traz numericamente o demonstrativo da diferença da qualidade do efluente final a ser lançado no corpo receptor. Coloca também a diferença na quantidade de lodo gerado em diferentes sistemas de tratamentos, o que possibilita uma melhor escolha da destinação final desse biossólido, seja um reaproveitamento ou descarte total.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TRATAMENTO DE ESGOTOS

O crescimento populacional vem gerando cada vez mais resíduos, causando a contaminação dos recursos hídricos pelo lançamento de seus próprios efluentes. Sendo assim, os cursos de água são ao mesmo tempo a fonte de abastecimento e o

veículo natural de escoamento de esgoto doméstico e das águas residuárias industriais e agrícolas geradas pelo homem.

Cerca de 80% da água utilizada nas residências, estabelecimentos comerciais e instituições públicas em geral, retornam na forma de esgoto doméstico, por isso, a necessidade de implantação de sistemas de tratamento de esgotos, afirma Arruda Leme (2014). Corroborando Gewehr (2009) apresenta que os esgotos, para retornarem aos corpos hídricos em boas condições devem ser devidamente tratados, através de uma estação de tratamento de esgoto (ETE).

2.1.1 QUALIDADE DOS ESGOTOS

Von Sperling (2014) coloca que os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água, a fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, como os microrganismos. É devido a essa fração que há necessidade do tratamento dos esgotos.

A matéria orgânica presente nos esgotos é uma característica de extrema importância, sendo a causadora do principal problema de poluição, o consumo de oxigênio dissolvido pelos microrganismos e seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica. Para a determinação da mesma, podem ser adotados testes como o de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) e Demanda Química de Oxigênio (DQO). Na Tabela 1, é mostrada a concentração do valor estimado de DBO5 e DQO de acordo com as etapas de tratamentos realizadas na estação e tratamento de esgotos.

Tabela 1 - Eficiência remoção dos principais poluentes nos esgotos domésticos

Sistema	DBO5 (%)	DQO (%)
Reator UASB	60-75	55-70
UASB + lagoa aerada facultativa	75-85	65-80
Lodos ativados - aeração prolongada	90-97	83-93

Fonte: Adaptação de Von Sperling (2001)

2.2 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)

A DBO retrata a quantidade de oxigênio requerido para estabilizar, através de processos bioquímicos a matéria orgânica carbonácea, uma indicação direta do carbono orgânico biodegradável. Von Sperling (2014) afirma que a estabilização completa demora cerca de vinte ou mais dias. Para evitar que o teste de laboratório a uma grande demora e permitir a comparação de diversos resultados, foram efetuadas algumas padronizações, convencionou-se proceder a análise do quinto dia e determinou-se que o teste fosse efetuado a temperatura de 20°C, considerando que a temperatura interfere na velocidade do metabolismo bacteriano. Desta forma tem-se a DBO5.

Von Sperling (2014) explica que o teste consiste em no dia da coleta, determina-se a concentração de oxigênio dissolvido (OD) da amostra. Cinco dias depois, com a amostra mantida em um lugar fresco e incubada a 20°C, determina-se a nova concentração já reduzida, devido ao consumo de oxigênio durante o período. A diferença de OD no dia zero e no dia cinco representa o oxigênio consumido para a oxidação da matéria orgânica, sendo a DBO5.

A DBO5 corresponde ao consumo de oxigênio exercido durante os primeiros cinco dias, porém, após isso o consumo de oxigênio pode ser considerado desprezível. Sendo assim a demanda última de oxigênio (DBOu) corresponde ao consumo de oxigênio exercido até este tempo, a partir do qual não há consumo representativo (VON SPERLING, 2014).

2.2.1 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é o consumo de oxigênio ocorrido em função da oxidação química da matéria orgânica tendo, o valor obtido no teste é uma indicação indireta do teor de matéria orgânica presente. A definição de DQO pode ser estabelecida como a medida da quantidade de oxidante químico necessário para oxidar a matéria orgânica de uma amostra.

A análise da DQO é um parâmetro utilizado como indicador da concentração de matéria orgânica presente em águas residuárias ou superficiais, sendo muito

utilizado no monitoramento de estações de tratamento para a avaliação da contaminação dos efluentes industriais.

2.3 LODO

O termo lodo é utilizado para designar os subprodutos sólidos do tratamento de esgotos. Von Sperling (2014) explica que a produção de lodo a ser gerado é a função precípua do sistema de tratamento utilizado para a fase líquida, todos os processos de tratamento geram lodos, alguns mais outros menos. Os processos que recebem o esgoto bruto em decantadores primários geram o lodo primário, composto por sólidos sedimentáveis do esgoto bruto. Na etapa biológica de tratamento geram o lodo secundário, biológico ou excedente, é a própria biomassa que cresceu à custa do alimento fornecido pelo esgoto afluyente. Essa biomassa precisa ser devidamente removida, caso contrário, tende a acumular no sistema, podendo eventualmente sair com o efluente final deteriorando a sua qualidade.

Von Sperling (2014) afirma que o lodo gerado deve ser devidamente tratado e processado na etapa da fase sólida, onde é removido ou descartado, em seguida para a sua destinação final ou reuso. Na tabela 2 é apresentada a quantidade de lodo produzido nos sistemas de tratamento de esgotos.

Tabela 2 - Quantidade de lodo produzido nos sistemas de tratamento de esgotos

Sistemas	Massa de lodo (gSS/hab.d)	Volume de lodo (gSS/hab.d)
Lodos ativados - aeração prolongada	40-45	3,3-5,6
Filtro biológico de alta carga		
Lodo primário	35-45	0,6-2,2
Lodo secundário	20-30	0,8-3,0
Total	55-75	1,4-5,2
Reator UASB	12-18	0,2-0,6
UASB + pós-tratamento		

Lodo anaeróbio (UASB)	12-18	0,3-0,6
Lodo aeróbio (lodos ativados)	8-14	0,2-0,5
Total	20-32	0,5-1,1

Fonte: Adaptação de Von Sperling (2001)

3 MÉTODOS

3.1 Determinação dos Dados Reais

Os dados para pesquisa foram obtidos através da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN). A seguir os dados das ETE são apresentados.

3.1.1 ETE Verde (SANEPAR)

A ETE Verde, localizada no município de Ponta Grossa, é uma estação de tratamento que utiliza reatores anaeróbios (UASB) e lagoa facultativa. O processo de tratamento consiste na entrada do afluentes na estação passando por duas unidades de gradeamento mecanizados, quatro unidades de manuais finos, três unidades de desarenadores tipo ciclônico e assim chegando aos reatores UASB onde é realizado o tratamento primário e assim encaminhado à lagoa facultativa como pós-tratamento, o efluente final é lançado o Rio Verde.

O desague do lodo é realizado através de vinte e quatro unidades de leitos de secagem e uma centrífuga, por fim destinados à agricultura da região. Os dados fornecidos para a população beneficiada e vazão média são, respectivamente, 120 mil habitantes e 280 L/s. A Tabela 3 demonstra os valores de DBO₅, DQO e quantidade de lodo gerada no final do tratamento real obtida através de análises realizada na ETE.

Tabela 3 - Características do lodo da ETE Verde

Parâmetro	Valor
-----------	-------

DBO5 (mg/L)	35
DQO (mg/L)	92
Massa de Lodo (g/s)	15,84

Fonte: o autor (2017)

3.1.2 ETE São Bernardo (SANEPAR)

A ETE São Bernardo localiza-se no município de União da Vitória tendo como seu sistema de tratamento um reator anaeróbio (UASB). O esgoto bruto chega até a estação elevatória por gravidade, é bombeado até o sistema de gradeamento e posteriormente passa pelo sistema de desarenação onde ocorre a decantação de areia e outros materiais inertes de maior peso. Após passar pela etapa de pré-tratamento, o esgoto é direcionado ao reator UASB, onde ocorre o processo de degradação bioquímica, reduzindo os níveis matéria orgânica. Posteriormente o efluente é lançado diretamente ao Rio Iguaçu. Não há processo de desinfecção do lodo, o desague é realizado através leitos de secagem e o lodo final descartado no aterro sanitário do município.

Os dados fornecidos para a população beneficiada e vazão média são, respectivamente, 18 mil habitantes e 30 L/s. A Tabela 4 demonstra os valores de DBO5, DQO e quantidade de lodo gerada no final do tratamento real obtida através de análises realizada na ETE.

Tabela 4 - Características do lodo da ETE São Bernardo

Parâmetro	Valor
DBO5 (mg/L)	48,2
DQO (mg/L)	-
Massa de Lodo (g/s)	1,2

Fonte: o autor (2017)

3.1.3 ETE Santa Maria (CORSAN)

A ETE Santa Maria localizada no estado do Rio Grande do Sul no município de Santa Maria realiza o tratamento através de lodo ativado com aeração prolongada. Sistema composto por gradeamento, desarenador tanque de aeração e decantador. O lodo é adensado e seco através de leitos de secagem e utilizado na agricultura pelo colégio agrícola politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Há projeto para a instalação de uma centrífuga e aplicação de calagem ao lodo com intuito de diminuir o teor de unidade final.

De acordo com Gewehr (2009), a população beneficiada e vazão média são, respectivamente, 157 mil habitantes e 260 L/s. A Tabela 5 demonstra os valores de DBO5, DQO e quantidade de lodo gerada no final do tratamento real obtida através de Gewehr (2009).

Tabela 5 - Características do lodo da ETE Santa Maria

Parâmetro	Valor
DBO5 (mg/L)	8,75
DQO (mg/L)	31,81
Massa de Lodo (g/s)	77,22

Fonte: Adaptado de Gewehr (2009)

3.2 Cálculo dos Valores Teóricos

Os dados apresentados anteriormente permitiram a análise e obtenção de indicadores para avaliar a geração da massa de lodo, DBO e DQO real de acordo com o sistema de tratamento utilizado nas estações.

Os valores reais, das tabelas descritas no capítulo anterior, foram obtidos através das estações de tratamento de esgotos e os valores teóricos podem ser calculados através das Tabelas 1 e 2.

3.2.1 Cálculo da DBO5

Pode-se calcular o valor de DBO5 do efluente a partir dos dados da população atendida, vazão média, índice de contribuição per capita e a eficiência obtida de acordo com o sistema de tratamento implantado na ETE. Constituindo-se em uma relação de indicadores, os quais permitem avaliar a capacidade de cada estação de tratamento. As equações 1 e 2 informam os valores teóricos de DBO5 inicial e final presentes no efluente da estação de tratamento de acordo com o sistema de tratamento.

$$DBO5\ af = \frac{Cpc \times P}{Q_{\text{méd}}} \times 1000 \quad (1)$$

Onde:

DBO5 af = demanda biológica de oxigênio afluente (mg/L);

Cpc = contribuição per capita de DBO5 (g/hab.d);

P = população beneficiada (hab);

Q méd = vazão média da ETE (L/d);

$$DBO5\ ef = DBO5\ af \times \left(1 - \frac{E}{100}\right) \quad (2)$$

Onde:

DBO5 af = demanda biológica de oxigênio afluente (mg/L);

DBO5 ef = demanda biológica de oxigênio efluente (mg/L);

E = eficiência média de remoção de DBO5 (%);

3.2.2 Cálculo da DQO

O cálculo da DQO é similar ao da DBO5. Com as equações 3 e 4 obtém-se os valores de DQO inicial e final da ETE de acordo com o sistema de tratamento adotado.

$$DQO\ af = \frac{Cpc \times P}{Q\ \text{méd}} \times 1000 \quad (3)$$

Onde:

DQO af = demanda química de oxigênio afluente (mg/L);

Cpc = contribuição per capita de DQO (g/hab.d);

P = população beneficiada (hab);

Q méd = vazão média da ETE (L/d);

$$DQO_{ef} = DQO_{af} \times \left(1 - \frac{E}{100}\right) \quad (4)$$

Onde:

DQO af = demanda química de oxigênio afluente (mg/L);

DQO5 ef = demanda química de oxigênio efluente (mg/L);

E = eficiência média de remoção de DQO (%);

Para estimar a quantidade de massa de lodo gerada em uma estação de tratamento é necessária a utilização da equação 5 em conjunto dos dados de cada ETE, índice de massa de lodo de acordo com o sistema de tratamento utilizado e a população atendida.

$$ML = \frac{P \times EI}{3600 \times 24} \quad (5)$$

Onde:

ML = massa de lodo (g/s);

EI = estimativa de geração de lodo (gSS/hab.dia);

P = população beneficiada (hab);

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

Na estação de tratamento ETE Verde são utilizados reatores anaeróbios e lagoa facultativa como tratamento do efluente, conforme a Tabela 1 os valores de eficiência de remoção de BDO5 variam de 75 a 85%, resultando em uma média 80%, e a eficiência de remoção de DQO de 65 a 80%, resultando em uma média de 72,5%. A geração de lodo é apresentada na Tabela 2 no sistema de tratamento citado acima a geração de lodo é de 20 a 32 gSS/hab.dia (gramas de sólidos em suspensão por habitantes por dia) resultando em uma média de 26 gSS/hab.dia. Esses valores aplicados nas equações 1 a 5 fornecem os valores de DBO5, DQO e a massa de lodo gerada. A estação de tratamento ETE São Bernardo dispõe de reator anaeróbio no tratamento do esgoto e a ETE Santa Maria dispõe de lagoas aeradas como tratamento

do esgoto. Com base na mesma metodologia empregada para a ETE Verde, é possível determinar a DBO5, DQO e a massa de lodo gerada. O resultado dos cálculos, bem como os dados reais são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparativo de massa de lodo e de remoção de DBO5 e DQO

	DBO5 (mg/L)		DQO (mg/L)		Massa de Lodo (g/s)	
	Teórico	Real	Teórico	Real	Teórico	Real
ETE Verde	49,6	35	136,41	92	36,11	15,84
ETE São Bernardo	112,85	48,2	260,42	-	3,12	1,2
ETE Santa Maria	22,71	8,75	83,87	31,81	162,03	77,22

Fonte: o autor (2017)

Na ETE Verde o tratamento é realizado através de reatores UASB com pós-tratamento lagoa facultativa. Pode-se observar na Tabela 7 que neste conjunto de sistemas de tratamento a remoção de DBO5 chega a 80% e a DQO a 72,5% conforme citado anteriormente, levando em consideração os cálculos (valor teórico). Os valores reais de DBO5 e DQO do efluente estão cerca de 40% abaixo do teórico. A ETE Verde possui uma diferença de valores reais e teóricos significativamente baixos em relação as demais estações, isso pode ser justificado pela utilização de uma combinação de sistemas de tratamento de esgoto como UASB + lagos facultativos.

Ao analisar o valor de DBO5 na ETE São Bernardo, a qual utiliza apenas reatores UASB no tratamento, a diferença de valor entre real e teórico é ainda maior, no cálculo do valor teórico é considerado 67,5% de eficiência na remoção resultando no valor de 112,85 mg/L o valor real chega a 134,13% a baixo do teórico (Tabela 7). O valor real de DQO não foi fornecido pelo operador da ETE para comparações.

Pode-se observar na ETE Santa Maria, a qual utiliza o sistema e lagoas aeradas, uma diferença ainda maior entre valores reais e teóricos na remoção de DBO5 e DQO. A diferença entre valores chega a uma média de 160% (Tabela 7). No cálculo do valor teórico é utilizado um percentual de remoção no valor de 93,5 e 88% para DBO5 e DQO respectivamente conforme citado acima.

Tabela 7 - Diferença percentual entre valores teóricos e reais

	DBO5	DQO	Massa de Lodo
ETE Verde	41,71%	48,27%	127,97%
ETE São Bernardo	134,13%	-	160,00%
ETE Santa Maria	159,54%	163,66%	109,83%

Fonte: o autor (2017)

Uma hipótese que justifica a diferença percentual é que o esgoto afluente pode chegar com um valor baixo de DBO5 e DQO, sendo assim no tratamento esse valor diminui ainda mais. E por fim, tendo em vista que o cálculo de DBO5 e DQO leva em consideração a vazão média total, há possibilidade de que a quantidade de esgoto que está sendo tratado nessas estações, não atinja o valor da vazão média esperada.

As quantidades de lodo geradas nas três ETE teoricamente estão entre 110 a 160% maior que o valor real gerado em cada uma delas (Tabela 7). Isto pode justificar a diferença de valores de DBO5 e DQO analisados anteriormente, a quantidade de lodo que está sendo gerada é consideravelmente menor que a quantidade estimada, sendo assim, as estações de tratamento podem estar operando com uma vazão menor que projetada ou a segurança nos cálculos de projeto foi elevada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a grande preocupação em relação ao grau de tratamento e ao destino final dos esgotos, suas consequências sobre o meio ambiente e a qualidade da água, o desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise numérica entre a teoria e a realidade de diferentes sistemas de tratamento de estações de esgotos. Além disso, também permitiu uma pesquisa de campo para obter dados consistentes sobre as etapas de tratamento utilizadas, população beneficiada, vazão média quantidade de lodo gerada e índices finais da demanda química de oxigênio e demanda biológica de oxigênio.

Foram analisadas três estações de tratamento de esgoto com diferentes sistemas de tratamento, reatores UASB com pós-tratamento de lagoa facultativa, apenas o reator UASB e lagoas aeradas, realizando um levantamento de dados reais, o qual possibilitou o cálculo de dados teóricos através de literaturas e valores das Tabelas 1 e 2 aplicados nas equações 1, 2, 3, 4 e 5, levando em consideração o sistema de tratamento utilizado. Com os dados reais e teóricos foi possível observar a diferença em cada uma das estações apresentadas nas Tabelas 6 e 7. Na estação de tratamento ETE Verde observou-se uma diferença significativamente menor na remoção de DBO5 e DQO em relação das outras estações, a qual pode ser justificada pela utilização de uma combinação de sistemas de tratamento de esgoto, ou seja, um sistema convencional seguido por um pós-tratamento (UASB + lagoa facultativa). Nas estações de tratamento de esgoto ETE São Bernardo e ETE Santa Maria o tratamento do esgoto é realizado por um único sistema, nota-se nas Tabelas 6 e 7 uma grande diferença entre valores reais e teóricos, acima de 100% em ambas as estações.

As quantidades de lodo geradas nas três ETE teoricamente estão entre 110 a 160% maior que o valor real gerado em cada uma delas (Tabela 7). O que pode estar relacionado com a quantidade efluente sendo tratado na estação, ou seja, as estações de tratamento podem estar operando com uma vazão menor que projetada.

É recomendado para futuros trabalhos, realizar uma busca mais detalhada de dados em diferentes estações de tratamento do Brasil, levantando índices de remoção de DBO5 e DQO em cada etapa de tratamento implantada para uma análise mais aprofundada.

REFERÊNCIAS

ARRUDA LEME, E. J. **Manual Prático de Tratamento de Águas Residuárias**. 2. ed. São Carlos: EDUFSCar, 2014.

GEWEHR, A. G. **Ecoeficiência de Estações de Tratamento de Esgoto: Índice de Lodo**. 2009.74 f. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2001.

VON SPERLING, M. **Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias: Lodos Ativados**. 3. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

AVALIAÇÃO DO RISCO ERGONÔMICO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Bruno Gustavo de Oliveira
Ricardo Germano Efig

RESUMO: A indústria da construção civil é um setor caracterizado como trabalho pesado, com atividades repetitivas, de grande esforço físico e de longa duração. É comum ver esses trabalhadores com queixas de dores nas costas durante a execução das atividades, enquanto os cuidados da segurança do trabalho no setor ainda se limitam aos equipamentos de proteção coletiva e individual. Objetiva-se com esse estudo, a partir da avaliação das condições de postura, identificar, caracterizar e propor soluções para os riscos ergonômicos aos quais estão expostos trabalhadores da construção civil, durante as atividades de amarração da armadura de distribuição e negativa, e sarrafeamento do concreto, na execução de laje nervurada. Aborda fundamentos de ergonomia, especificamente fatores biomecânicos ocupacionais relacionados às atividades. Foi utilizado como instrumento de pesquisa a observação direta da execução das atividades, caracterizando o risco ergonômico através do software Ergolândia com o método de análise OWAS. Estes trabalhadores observados estão expostos a acentuados riscos relacionados a postura durante as atividades. O ignorar deste setor, nos cuidados com a postura, o baixo nível de treinamento e escolaridade dos trabalhadores, a falta de conhecimento sobre os princípios básicos da ergonomia e a falta de investimentos em equipamentos foram as causas encontradas para a postura inadequada durante o trabalho. Este estudo, ainda em fase de desenvolvimento, comprova que com a ergonomia é possível reduzir o risco do aparecimento de desgastes da coluna e melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho, e pode ser usado como base para possíveis planos de implementação e estudos adicionais com foco na ergonomia na construção civil.

PALAVRAS-CHAVE: Construção. Ergonomia. Postura. Laje. OWAS.

ABSTRACT: The construction industry is a sector characterized as heavy work, with repetitive activities, of great physical and long duration. It is common to see these workers complaining of back pain during the activities, while occupational safety precautions in the sector are still limited to collective and individual protective equipment. The aim of this study is to identify and characterize the ergonomic hazards to which construction workers are exposed, during the activities of tying of distribution and negative reinforcement, and the concrete screed, in the execution of ribbed slab. It addresses ergonomic fundamentals, specifically occupational biomechanical factors related to the activities. It was used as a research tool the direct observation of the activities execution, characterizing the ergonomic risk through Ergolândia software with the OWAS analysis method. These observed workers are exposed to high risks related to posture during activities. The ignorance of this sector, in the care with the posture, the low level of training and education of the workers, lack of knowledge about the basic principles of ergonomics and the lack of investments in equipment were the causes found for inadequate posture during work. This study, which is still under development, proves that with ergonomics it is possible to reduce the risk of spinal wear and improve safety health, comfort and efficiency at work, and can be used as a basis for possible implementation plans and additional studies focusing on ergonomics in construction.

KEYWORDS: Construction. Ergonomics. Posture. Slab. OWAS.

1 INTRODUÇÃO

O mercado atual demanda aumento de qualidade das obras civis, segmento esse classificado como trabalho pesado e muito conhecido por seu alto índice de

acidentes de trabalho, que geralmente tem explicação no baixo nível de treinamento e qualificação dos funcionários para a execução das tarefas.

É comum em canteiros de obras de pequeno e médio porte ver trabalhadores com muitas queixas de dores nas costas devido ao trabalho árduo. Nessas obras fica claro como a segurança do trabalho no setor da construção civil é simplificada à equipamentos de proteção coletiva (EPCs) e individual (EPIs). Para Dul (2012) a ergonomia contribui para reduzir esses problemas, melhora as condições de trabalho, assim como reduz custos, prevenindo problemas de saúde, perda de produtividade e o absenteísmo.

Como conta LIDA (2005) a boa postura é recomendada para o trabalhador desde o início do século XVIII, quando em 1700 observaram as consequências de posturas inadequadas e movimentos violentos e irregulares para o trabalho do artesão.

A avaliação dos riscos ergonômicos, desenvolvida neste trabalho, leva em consideração a biomecânica ocupacional, ou seja, os aspectos posturais dos funcionários durante a realização das atividades de armação das armaduras de distribuição e negativa, e de nivelamento do concreto, durante a execução de laje treliçada. Atividades essas, que, ao se acompanhar um canteiro de obras, deixam claro a falta de ergonomia na construção civil, e a necessidade de melhorias nos postos de trabalhos do setor.

2 JUSTIFICATIVA

O setor da construção civil em cidades pequenas é de poucos cuidados com a saúde do trabalhador, em obras de pequeno e médio porte, a segurança se resume ao uso do conjunto de EPIs básico (Sapato, luva, capacete e óculos de proteção), nenhum cuidado se tem com a postura dos trabalhadores nas atividades, o que gera

A avaliação das condições de postura dos trabalhadores da construção civil, observadas como atividades com riscos ergonômicos acentuados, é necessária para a diminuição das queixas de dores dos trabalhadores. O estudo de soluções

ergonômicas nos canteiros de obras visa reduzir o risco do aparecimento de desgastes da coluna e melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho.

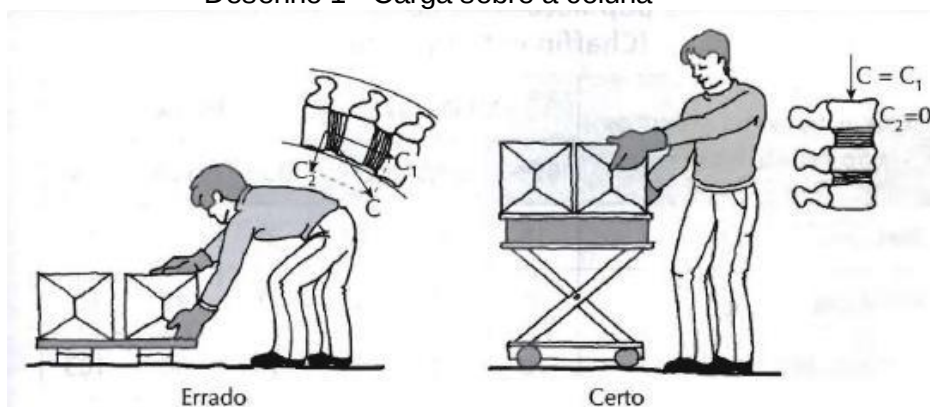
3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Biomecânica ocupacional

Biomecânica é a mecânica aplicada aos seres humanos, estuda as posturas assumidas, as forças empregadas, os esforços de alavanca, as interações físicas do trabalhador com seu posto de trabalho, máquinas, ferramentas e materiais, bem como suas consequências. (Másculo, 2011)

Lida (2005) define postura como o posicionamento relativo de partes do corpo, como cabeça tronco e membros, no espaço. Em uma jornada de trabalho um trabalhador pode assumir centenas de posturas diferentes, em cada uma um diferente conjunto de musculatura é acionado. Como a autora mostra no desenho 1 a coluna vertebral é composta por discos intervertebrais superpostos, capazes de suportar grande força no sentido axial (vertical), mas frágeis para forças perpendiculares ao seu eixo (cisalhamento). Quanto mais para frente o tronco se inclina maior o estresse na parte inferior das costas.

Desenho 1 - Carga sobre a coluna



Fonte: Lida, 2005

Segundo Másculo (2011) posturas inadequadas ou posição estática no posto de trabalho aceleram a deterioração dos discos intervertebrais, isso pode provocar desde dores musculares, até o surgimento de doenças como lombalgia (Dor na região lombar da coluna vertebral) e agravamento das DORTs (Doenças Osteomusculares

Relacionadas ao Trabalho). Kroemer e Grandjean (2005) destacam que a falta de ergonomia no trabalho leva a esforços excessivos, prolongados ou repetitivos, que produzem tensões mecânicas nos músculos, ligamentos, articulações. Isso pode reduzir a mobilidade e vitalidade da pessoa, e problemas de coluna estão entre as maiores causas de invalidez prematura.

Assim, na medida do possível, a força sobre a coluna deve ser aplicada no sentido vertical, de modo a manter uma postura neutra, segundo Másculo (2011) isso significa manter a cabeça e o tronco eretos, esticando os músculos o menos possível, e evita sem o efeito de alavanca que acontece com a coluna ao sair do eixo de gravidade.

3.2 Ergonomia na construção civil

Dul e Weerdmeester (2012) definem ergonomia como a ciência interdisciplinar aplica ao projeto de máquinas, equipamentos, sistemas e tarefas com o objetivo de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho. Muitos acidentes podem ser causados por erros humanos, pelo relacionamento inadequado entre operadores e suas tarefas, a probabilidade de ocorrer acidentes é reduzida quando se consideram as capacidades e limitações humanas junto as características do ambiente de trabalho.

Para Lida (2005) apesar da mecanização reduzir demandas de força e energia na maioria das indústrias, setores como o da construção civil ainda são caracterizados pela grande incidência de trabalho pesado, sendo um grave problema nos países em desenvolvimento. Esse segmento concentra muitas atividades árduas, com máquinas e equipamentos quase sempre rudimentares, que poderiam ser aperfeiçoados com a aplicação de conhecimentos ergonômicos e tecnológicos.

Um dos meios da ergonomia alcançar seus objetivos é evitar ou ao menos reduzir a sobrecarga e desgaste dos discos intervertebrais, segundo Ferreira (2005) para isso a ergonomia define os limites de movimentação da coluna vertebral, limites de alcance, força e velocidade dos movimentos, visando eliminar fatores de risco ergonômicos e prevenir a ocorrência de desconforto e lesões ao trabalhador.

O setor da construção civil se destaca pelo uso intensivo de mão-de-obra, como explica Ferreira (2005) as atividades no processo construtivo demandam esforço físico maior que outros segmentos, o comportamento postural inadequado do trabalhador, junto ao seu despreparo contribuem significativamente para o aumento de lesões e doenças ocupacionais. O canteiro de obras foge do padrão convencionado para postos de trabalho fixos, é caracterizado por ter postos de trabalho transitórios, tendo em vista que o prédio está em construção e evolui conforme as atividades são executadas, um mesmo trabalhador transita entre esses postos de trabalho e realiza atividades variadas.

3.3 Laje nervurada tipo treliça

Uma laje treliça é aquela laje nervurada, cuja vigotas pré-fabricadas são do tipo treliça, conforme NBR 14859-1 (2002), com seção de concreto formando uma placa e com armadura em forma de treliça. Entre as vigotas ficam as nervuras, onde são posicionados elementos de enchimentos, componentes de alvenaria ou EPS com o objetivo de reduzir o volume de concreto e o peso próprio da laje, além de servir como fôrma para o concreto complementar. Esse denominado de capa, é a placa superior da laje, cuja função é solidarizar os elementos, além de resistir os esforços à compressão.

Segundo a NBR 14859-1 (2002) a armadura de distribuição é adicionada, dimensionada e disposta na obra de acordo com o projeto da laje, deve ser posicionada na capa, em duas direções, para controlar a fissuração, de maneira a distribuir melhor as tensões oriundas de cargas concentradas, ou por variação de temperatura. Não é considerada no cálculo dos esforços resistentes.

Yazigi (2009) ressalta que é preciso distribuir os ferros e vigotas de acordo com o projeto, e, durante o lançamento, o concreto deve ser espalhado com pás e enxadas, vibrado para o correto adensamento, e em seguida sarrafeado com uma régua de alumínio, de maneira a obter um piso liso e nivelado

4 MÉTODO

Estudo de caso descritivo de caráter qualitativo, realizado na região de União da Vitória (PR) e Porto União (SC). O método de observação consistiu em uma avaliação visual sistemática do objeto em estudo. A execução das atividades foi observada com o intuito de conhecer as exigências posturais e os riscos ergonômicos exigidos pelas tarefas. Para o registro das observações utilizou-se de fotografias, de maneira a ilustrar posturas e movimentos do trabalhador.

Com as fotografias e os dados coletados, estes foram lançados no software Ergolândia, desenvolvido pela FBF Sistemas, para a classificação dos riscos a partir do método OWAS (Ovako Working Analysis System) que projetado em 1977 por finlandeses é um método de análise para avaliação da postura de trabalhadores, que, como mostra a tabela 01, leva em consideração a postura das costas, dos braços, das pernas, o esforço gerado pela carga manipulada e a frequência e tempo na postura. Com a categorização da postura o sistema calcula e classifica os riscos ergonômicos de acordo com a necessidade de medidas corretivas em quatro graus.

Tabela 8 - Método OWAS

Costas	Braços	Pernas																					
		1			2			3			4			5			6			7			
		Força			Força			Força			Força			Força			Força			Força			
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Ereta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2	
Inclinada	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
Ereta e Torcida	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
Inclinada e Torcida	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
Braços												Força											
1	Os dois braços abaixo do nível dos ombros												1	Carga >= 10 Kg									
2	Um braço no nível ou acima dos ombros												2	10 < Carga >= 20Kg									
3	Ambos os braços no nível ou acima dos ombros												3	Carga > 20 Kg									
Pernas																							
1	Sentado																						
2	De pé com ambas as pernas esticadas																						
3	De pé com o peso de uma das pernas esticadas																						
4	De pé ou agachado com ambos os joelhos flexionados																						
5	De pé ou agachado com um dos joelhos dobrados																						
6	Ajoelhado em um ou em ambos os joelhos																						
7	Andando ou se movendo																						
Categorias de Ação:																							
1	Não são necessárias medidas corretivas																						
2	São necessárias correções em um futuro próximo																						
3	São necessárias correções tão logo quanto possível																						
4	São necessárias correções imediatas																						

Fonte: Do Autor, 2017.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o acompanhamento e a observação direta das atividades fica claro como os efeitos da postura inadequada, como queixas de dores nas costas, são mais frequentes em funcionários com maior tempo de serviço, os mesmos relatam que já precisaram se ausentar do trabalho devido as dores nas costas, e até então nunca receberam treinamentos relacionados a ergonomia nas empresas em que trabalham.

A primeira atividade avaliada foi a montagem e amarração da armadura de distribuição nas lajes. O quadro 01 mostra o resultado da avaliação ergonômica, onde com a aplicação do método OWAS a posição foi classificada com o preocupante grau 4, os joelhos foram considerados flexionados devido ao cuidado para não pisar nos blocos de enchimento.

Quadro 1 - Avaliação ergonômica - Amarração da armadura em laje tipo treliça

Cargo: Servente e Pedreiro				
Tarefa: Montar a armadura de distribuição				
Ações: a) Posicionar os vergalhões na laje; b) Amarrar os vergalhões, com arame recozido e auxílio de uma torquês c) Repetir o processo de amarrar em todos os encontros de armaduras. - Processo de amarrar: a) Passar o arame recozido duplo entre as armaduras em forma de X; b) Girar com uma torquês até prender; c) Cortar a sobra do arame recozido.		Fotografia 1 - Amarração de laje tipo treliça  Fonte: Do Autor, 2017		
Avaliação da postura – Ergolândia – Método OWAS				
Coluna	Braços	Pernas	Esforço	Categoria de Ação
Inclinada e Torcida	Os dois braços no nível dos ombros	De pé com ambos os joelhos flexionados	Carga menor que 10kg	4 – São necessárias correções imediatas

A tarefa está presente em todas as obras com laje nervurada, é finalizada logo antes da concretagem, e é executada simultaneamente por vários funcionários, todos com a postura semelhante. O trabalhador tenta manter aquela posição o maior tempo possível, como o intervalo entre os encontros das armaduras é pequeno (10 cm) ele caminha com a coluna inclinada até o próximo ponto de amarração, para não sentir o desconforto ao voltar à posição neutra da coluna.

O quadro 02 mostra a avaliação ergonômica feita para a execução da mesma atividade de amarração, porém com a utilização de uma máquina de amarrar vergalhões com barra extensora, equipamento ergonômico que permite a tarefa ser feita em uma posição neutra, de maneira a diminuir o estresse nas costas, chegando a classificação pelo método OWAS de grau de risco 1. Além da diminuição de riscos ergonômicos, aumenta a agilidade na amarração, permitindo que apenas um funcionário execute a tarefa em toda a laje.

Quadro 2 - Avaliação ergonômica – Máquina de amarrar vergalhões

Cargo: Servente e Pedreiro	
Tarefa: Montar a armadura de distribuição	
Fotografia 2 – Amarração com equipamento	Ações: a) Posicionar os vergalhões na laje; b) Amarrar os vergalhões, com arame recozido e auxílio de máquina para amarrar com barra extensora; c) Repetir o processo de amarrar em todos os encontros de armaduras.
	Equipamentos:



Fonte: AIRMATIC, 2017



Fonte: AIRMATIC, 2017

Avaliação da postura – Ergolândia – Método OWAS

Coluna	Braços	Pernas	Esforço	Categoria de Ação
Ereta	Os dois braços abaixo do nível dos ombros	De pé com ambas as pernas esticadas	Carga menor que 10kg	1 -Não são necessárias medidas corretivas

Fonte: Do Autor, 2017

A máquina de amarrar vergalhões (Rebar tying Tool) Modelo RB518 amarra barras de até 25mm de diâmetro, e faz uma amarração em menos de 1 segundo, tem valor aproximado de \$2.499,99. Barra extensora para máquinas de amarrar vergalhão é desenvolvida para o trabalho em pé, compatível com vários modelos de máquinas de amarrar e tem valor aproximado de \$229,00.

A segunda postura avaliada foi na atividade de sarrafeamento do concreto na laje, o quadro 03 mostra a avaliação da postura na atividade, classificada com grau de risco 4 com o método OWAS. É uma posição que coloca as costas, joelhos, braços e ombros em grande estresse, devido a força excessiva no movimento de sarrafear a régua sobre o concreto molhado.

Quadro 3 - Avaliação ergonômica – Sarrafeamento do concreto

Cargo: Pedreiro e Mestre de Obra				
Tarefa: Sarrafear o concreto na laje				
Ações: - Posicionar as guias de madeira para manter a altura; - Sarrafear o concreto na laje, de maneira a manter a superfície uniforme e lisa; - Puxar as guias para sarrafear a próxima área;		Fotografia 4 - Sarrafeamento da laje com régua de madeira  Fonte: Do Autor, 2017		
- Repetir o processo até toda a laje estar nivelada e lisa. - No uso de concreto usinado é retirada o uso das guias de madeira, devido a agilidade do processo, e a altura da laje é feita apenas pelo uso da régua, qualquer desnível é corrigido na execução do acabamento do piso.				
Avaliação da postura – Ergolândia – Método OWAS				
Coluna	Braços	Pernas	Esforço	Categoria de Ação
Inclinada e Torcida	Os dois braços abaixo dos ombros	Agachado com ambos os joelhos flexionados	Carga menor que 10kg	4 – São necessárias correções imediatas

Fonte: Do Autor, 2017

É uma atividade demorada, que precisa ser feita com cuidado pois é o nivelamento do concreto na laje, o resultado final é a laje lisa e sem deformações, é executada com uma régua de madeira na posição de cócoras, com a coluna inclinada e torcida durante os movimentos com a régua e os dois joelhos muito flexionados, a movimentação dos pés é limitada no espaço da treliça, sempre com o cuidado de não pisar nos blocos de enchimento.

O quadro 04 mostra a avaliação ergonômica da mesma atividade de sarrafeamento do concreto utilizando uma régua vibratória, que é um nivelador motorizado, equipamento que faz ao mesmo tempo o sarrafeamento e o adensamento

do concreto, elimina o encurvamento frequente da coluna, a flexão dos joelhos e os movimentos repetitivos dos braços e ombros de maneira a alcançar na classificação do método OWAS postura com grau de risco 1.

Quadro 4 - Avaliação ergonômica – Uso da régua vibratória

Cargo: Pedreiro e Mestre de Obra				
Tarefa: Nivelar o concreto na laje utilizando a régua vibratória				
Fotografia 5 - Utilização da régua vibratória  Fonte: ALLEN, 2017			Ações: - Posicionar as guias de madeira para manter a altura; - Guiar a régua vibratória na laje, enquanto outros funcionários utilizam de vassoura para espalhar o concreto; - Repetir o processo até que toda a superfície esteja bem nivelada e lisa. Equipamento: Régua vibratória, com régua de 2m. Preço aproximado: R\$ 3.710,00	
Avaliação da postura – Ergolândia – Método OWAS				
Coluna	Braços	Pernas	Esforço	Categoria de Ação
Ereta	Os dois braços abaixo do nível dos ombros	De pé com ambas as pernas esticadas	Carga entra 10 e 20 kg	1 -Não são necessárias medidas corretivas

Fonte: Do Autor, 2017

Com a observação das tarefas e dos resultados é possível ver como o trabalho com aprendizado informal e sem treinamento conduz a incorporação de vícios e erros posturais do profissional. Além da adaptação das atividades a partir da implementação de novos equipamentos, é preciso qualificar os trabalhadores para o correto uso dos equipamentos, assim como aplicar treinamentos sobre ergonomia e a correta postura para a execução das atividades da construção civil.

A ausência de um programa de treinamento de ergonomia relacionada e postura faz com que os trabalhadores da construção passem a conviver com as dores durante as atividades do trabalho, prejudicando muito sua saúde.

Atualmente a segurança do trabalho em canteiros de obras de pequeno e médio porte tem seu foco apenas na utilização de EPIs e cuidados com EPCs para trabalhos em altura, um dos objetivos da segurança do trabalho no setor deve ser instruir os trabalhadores a maneira ergonômica de execução de suas atividades, para que se evite posições não naturais da coluna e que reduza os fatores de risco ergonômicos com o objetivo de proporcionar condições de conforto no decurso da atividade.

Diferente das campanhas de segurança para o uso de EPI's, que visa prevenir o acontecimento de acidentes, e encontram muita resistência por parte dos funcionários, uma campanha de melhorias ergonômicas nas obras vem para solucionar um problema já existente, tornar a execução das atividades mais confortável e melhorar a saúde dos trabalhadores, por isso é esperado que tenha maior participação e interesse dos funcionários.

Junto ao treinamento sobre postura é importante implementar nos canteiros de obra a rotação de funcionários entre tarefas com diferentes movimentos, como alternativa para a repetição intensa de movimentos, e um programa de exercícios de alongamento e ginástica laboral antes das atividades, tomam apenas 5 a 10 minutos do início da jornada de trabalho, mas traz resultados positivos no desempenho das atividades e na comunicação e interação entre os trabalhadores. Essas são medidas de fácil implementação e baixo custo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo de caso, no qual se abordou duas etapas produtivas, das muitas existentes, do setor da construção civil, foi possível perceber o desconhecimento dos funcionários sobre a postura adequada para a realização das tarefas, e o alto índice de reclamação referentes a dores no corpo. A avaliação postural feita nas atividades demonstrou a necessidade de interferência na organização do trabalho. A ergonomia

é uma arma da segurança do trabalho, pouco difundida e utilizada no setor da construção civil, para a solução destes problemas em canteiros de obras.

A segurança do trabalho em pequenos e médios canteiros de obras precisa ir além do simples uso de EPI e cuidado com trabalhos em altura. Soluções ergonômicas devem ser usadas para ajudar a adaptar o trabalho ao trabalhador, de modo a reduzir os fatores de risco e melhorar a saúde do trabalhador.

Uma postura neutra, com movimentos naturais são condições necessárias para um trabalho eficiente, os dados coletados e apresentados nesse artigo justificam os esforços da ergonomia em reduzir o desgaste da coluna, através da reconceituação das tarefas com novas ferramentas e equipamentos, junto a treinamentos adequados e a qualificação dos funcionários, é ideal que existam esforços nos canteiros de obra para tornar o trabalho mais confortável, eficiente e seguro.

REFERÊNCIAS

AIRMATIC INC. **MAX Battery operated concrete construction tools**. Malvern, PA – USA. 2017. 16p. Disponível em: <[http://products.airmatic.com/Asset/MAX02022017_MAX%20Catalog%20\(email\).pdf](http://products.airmatic.com/Asset/MAX02022017_MAX%20Catalog%20(email).pdf)>. Acesso em: 12 jul. 2017.

ALBERS, James T.; ESTILL, Cheryl F. **Simple Solutions: Ergonomics for Construction Workers**. Cincinnati: NIOSH, 2007. 88p.

ALLEN ENGINEERING CORPORATION. **Magic Screed: Single operator wet screed**. Paragould, AR - USA. 2017. 2p. Disponível em: <<https://www.alleneng.com/concrete-equipment/placing/magic-screed>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Laje pré-fabricada – Requisitos – Parte 1: Lajes unidirecionais (NBR 14859-1)**. Rio de Janeiro. 2002.

DUL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. 3 ed. São Paulo: Blucher, 2012. 163 p.

FERREIRA, Mario dos S. Ergonomia e Segurança na construção civil: Análise do Trabalho em Canteiro de Obras. **CIENTEC - Boletim técnico**, Porto Alegre, v. 32, p. 01-62, dez. 2005.

KROEMER, Karl H. E.; GRANDJEAN, Etienne. **Manual da ergonomia: Adaptando o trabalho ao homem**. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 327 p.

LIDA, Itiro. **Ergonomia**: Projeto e Produção. 2 ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2005. 340 p.

MÁSCULO, Francisco S.; VIDAL, Mario C. **Ergonomia**: Trabalho Adequado e Eficiente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011. 606p.

SBCTC, State Building and Construction Trades Council of California; LOHP, Labor occupational Health Program – University of California. **Preventing Sprains, Strains and Repetitive Motion Injuries**: Train-the-trainer Course Instructor's resource guide. Califórnia, 2012. 219p.

YAZIGI, Walid. **A técnica de edificar**. 10 ed. São Paulo: PINI, 2009. 798p.

DIMENSIONAMENTO DA CARGA DE VENTO EM UMA EDIFICAÇÃO DESTINADA A UM CENTRO DE EVENTOS LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE UNIÃO DA VITÓRIA - PR

André Ferreira de Jesus
Osmar de Carvalho Martins

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo em determinar as cargas de vento sobre uma estrutura que terá como destino um centro de eventos localizado no estado do Paraná. Na metodologia foram demonstradas de forma clara e concisa as formas de se buscar tais informações na NBR 6123:1988, norma pela qual rege no Brasil. Os resultados demonstraram valores satisfatórios a que foi estabelecido em projeto.

PALAVRA-CHAVE: Dimensionamento. Vento. Carregamento. Estrutura.

ABSTRACT: This work aimed to determine the wind loads on a structure that will have as destination an event center located in the state of Paraná. In the methodology, the ways of searching for such information in NBR 6123:1988, a rule by which it rules in Brazil, were demonstrated in a clear and concise manner. The results showed satisfactory values that were established in the project.

KEYWORD: Sizing. Wind. Load. Structure.

1 INTRODUÇÃO

A utilização do aço para funções estruturais na construção civil é de fato muito importante e é perceptível ao longo da história a sua utilização, devido a maior segurança e viabilidade econômica. Dentre seu emprego, destaca-se pela facilidade e rapidez na execução, conseguindo vencer grandes vãos, maneira pela qual, demonstra vantagem para elementos de concreto armado.

Embora haja grandes estudos e utilização de estruturas de aço em países desenvolvidos, no Brasil a aplicação vem ganhando cada vez mais espaço na fabricação e execução de edificações em elementos estruturais em aço, seja ela em edifícios, galpões ou edificações de pequeno, médio e grande porte.

Entretanto, o projeto inicia-se determinando os esforços que o vento gerará na estrutura, afim que possa ser feito um correto dimensionamento, levando em consideração esses esforços sobre a estrutura. Para isso, a norma NBR 6123:1988 – Forças devidas ao vento em edificações, traz inúmeras orientações de como devem ser feitas as análises para um correto dimensionamento.

Desta maneira, o presente trabalho tem como premissa, calcular os carregamentos de vento sobre uma estrutura representando-a em um pórtico, afim de

corresponder as exigências da NBR 6123:1988 (ABNT,1988), norma que rege as diretrizes de forças devidas ao vento em edificações no Brasil.

2 MÉTODO

É imprescindível verificar as ações do vento sobre a estrutura. Isso faz necessário, pois para cada região a incidência do vento pode ocorrer de maior ou menor intensidade. Desta maneira, foram dimensionadas as solicitações provocadas pelo vento em um projeto, levando-se em consideração o que diz a NBR 6123:1988 (ABNT, 1988).

Primeiramente, ao saber onde uma edificação será instalada, faz-se necessário buscar na NBR 6123:1998 (ABNT, 1988), o mapa de isopletras para determinar qual será a velocidade básica do vento na região. Buscando este dado, parte-se para coletar algumas informações pertinentes quanto ao dimensionamento dos esforços de vento sobre a estrutura, como por exemplo o fator S_1 , em que determina o fator topográfico da região, além deste fator, existe outro denominado como fator S_2 , em que leva em conta a rugosidade do terreno, ou seja, neste fator, existem cinco categorias, cada uma especificando um modelo de construção, partindo de áreas abertas, com pouca vegetação ou obstáculos de diferentes formas, bem como a lugares como grandes centros de alto índice de obstáculos. Ainda dentro desse fator S_2 , existem três classes, em que se leva em conta as dimensões da edificação a ser construída, e por fim o fator S_3 , em que é atribuído um fator estatístico, ou seja, leva em conta o grau de segurança requerido para a edificação.

Após ter obtidos os valores, tais como a velocidade característica, assim como os coeficientes S_1 , S_2 e S_3 , é possível de maneira simples efetuar o cálculo, multiplicando todos os termos da equação da velocidade característica.

O próximo passo é determinar os coeficientes de forma, tanto externo quanto interno, a partir da característica da cobertura, ou seja, a partir da sua inclinação. Desta maneira, é possível fazer uma interpolação e obter os valores para que se possa serem seguidos como valores para o prosseguimento do dimensionamento da carga de vento.

Por fim, a análise é feita a partir dos coeficientes de forma externo e interno, combinando com o coeficiente de força de arrasto, para que se possa obter os reais valores de carga de vento incidido sobre a estrutura.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o mapa de isopletras, obtido na NBR 6123:1988 (ABNT, 1988), a região de União da Vitória – PR está dentro de um limite compreendido entre 40 m/s a 45 m/s, sendo assim, por efeitos de segurança, optou-se por não interpolar e utilizar o maior valor. Portanto, para esta região a velocidade básica do vento (V_0) será de 45 m/s.

Segundo a NBR 6123:1988 (ABNT, 1988), o fator topográfico S_1 , é levado em consideração a característica do terreno onde haverá a instalação da estrutura. Como a edificação está situada em uma região fracamente acidentado, o fator S_1 será de 1,0.

Segundo a NBR 6123:1988 (ABNT, 1988) o fator de rugosidade S_2 é considerado a rugosidade do terreno, a variação da velocidade do vento em relação à altura do terreno, além das dimensões da edificação ou parte dela.

Este fator é classificado em cinco categorias, portanto a estrutura em questão está enquadrada na categoria III, em que é descrita na Norma como, “Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas.”

Devido a sua maior dimensão ter sessenta metros de extensão, é caracterizado classe C, onde, segundo a NBR 6123:1988 (ABNT, 1988) “Toda edificação ou parte de edificação para qual a maior dimensão horizontal ou vertical da superfície frontal exceda 50 m.”

Para a NBR 6123:1988 (ABNT, 1988) “O fator estatístico S_3 é baseado em conceitos estatísticos, e considera o grau de segurança requerido e a vida útil da edificação.”, sendo assim, devido a edificação ser projetada para eventos onde acumulará grande número de pessoas, optou-se por enquadrá-la no grupo 1, obtendo $S_3=1,10$.

Para o quadro abaixo, estão representados os coeficientes obtidos a partir da composição dos coeficientes de vento tanto a 0° quanto a 90° , sendo assim:

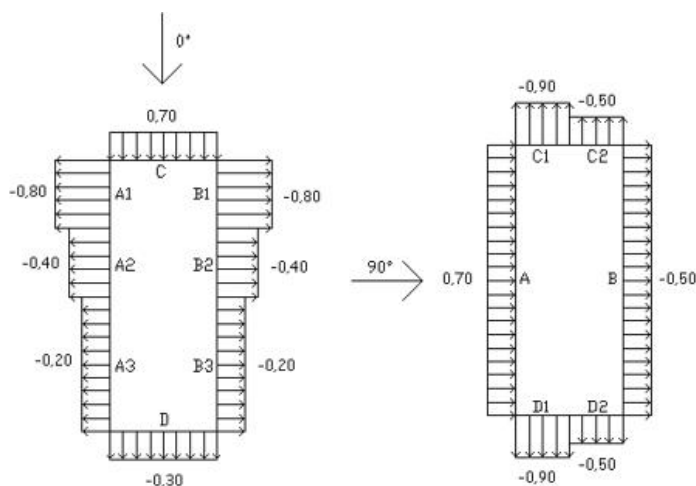
Quadro 5 - Coeficientes para vento a 0° e a 90°

Valores de C_e para								Cp médio
$\alpha = 0^\circ$				$\alpha = 90^\circ$				
A_1 e B_1	A_2 e B_2	C	D	A	B	C_1 e D_1	C_2 e D_2	
-0,8	-0,4	0,7	-0,3	0,7	-0,5	-0,9	-0,5	-1,0

Fonte: Os Autores (2017)

As figuras representadas a baixo são os coeficientes de pressão externa para parede a vento incidido a 0° , bem como a 90° , desta maneira, os coeficientes obtidos segundo a NBR 6123:1988 são:

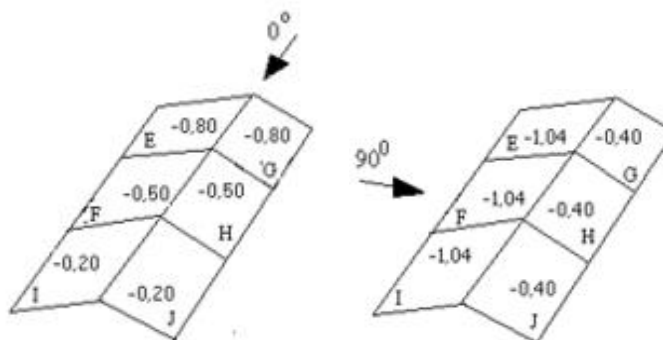
Figura 1 - Coeficiente de pressão externa – Parede, para vento a 0° e 90°



Fonte: Os Autores (2017)

Para os coeficientes de pressão externa para telhados, segundo a NBR 6123:1988, segue a seguir:

Figura 2 - Coeficiente para pressão externa – Telhado, para vento a 0° e 90°

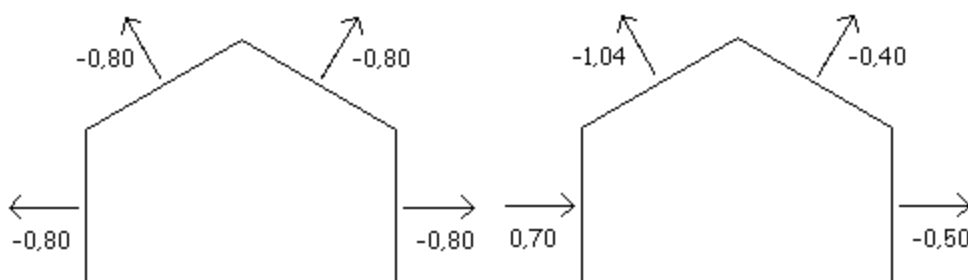


Fonte: Os Autores (2017)

A NBR 6123:1988 (ABNT, 1988), no item 6.2.2, traz consigo um parágrafo sobre a caracterização de elementos impermeáveis e permeáveis, portanto, devido as aberturas em todos os lados, será considerada um efeito crítico, que são as quatro faces igualmente permeáveis: $C_{pi} = -0,3$ e 0 . Isso quer dizer que ao enquadrar uma estrutura com os efeitos de magnitude sísmica, como permeável nas quatro faces, corresponde que haverá um alívio da sobrepressão na face do barlavento, entretanto, ocorrerá um aumento da sucção.

A partir dos dados obtidos foram feitas várias combinações tanto para vento a 0° bem como para vento a 90° , chegando a duas possíveis hipóteses da ação do vento sobre a estrutura.

Figura 3 - Resultantes das combinações para vento a 0° e 90°



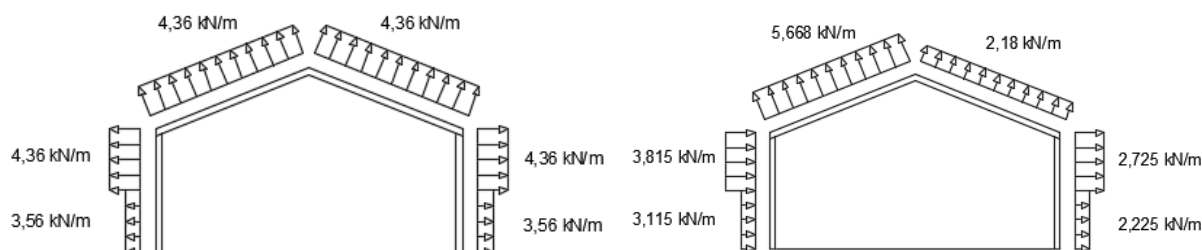
Fonte: Os Autores (2017)

Desta maneira, a partir dos fatores obtidos, foram feitos os cálculos das cargas finais que estão incidindo sobre a estrutura, partindo-se da distância entre pórticos que estão espaçados a cada cinco metros, bem como a área de influência que cada pórtico exerce. Sendo assim, determinado os seguintes resultados:

Equação 1 - Força de arrasto

$$F = (C_e - C_i) \cdot q \cdot A$$

Figura 4 - Esforços resultantes a 0° e 90°



Fonte: Os Autores (2017)

4 CONCLUSÃO

O estudo de vento é de grande importância para que se possa ter um real parâmetro da carga de vento incidido sobre a estrutura e que se possa fazer um projeto coerente, determinando os esforços de solicitação advindo das ações de vento.

Desta maneira, este trabalho teve como premissa, dimensionar a carga de vento sobre a estrutura que terá como destinação um centro de eventos, na região de União da Vitória, localizada no estado do Paraná, obtendo resultados coerentes com o que foi determinado em projeto, fazendo com que haja um correto dimensionamento dos perfis metálicos desta edificação.

Embora o estudo seja amplo e complexo, foi de grande valia utilizar das premissas estabelecidas pela NBR 6123:1988, norma que rege as forças devidas ao vento em edificações no Brasil, obtendo coeficientes claros e resultados coerente e seguros quanto estabelecidos em projeto.

REFERÊNCIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6123 – Forças devidas ao Vento em Edificações. Rio de Janeiro, 1988.

INVESTIGAÇÃO DA EFICÁCIA DAS UNIDADES DE TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO DE UM NÚCLEO DE EDUCAÇÃO INFANTIL

Lucas Valdameri¹

João Chiabai Júnior²

RESUMO: O tratamento de esgoto sanitário no Brasil ainda é um problema. Em muitas ruas do país ainda não existem redes coletoras de esgoto. Em lugares onde não existe o sistema, os esgotos necessitam de tratamento prévio antes de serem lançados na água, no solo ou na rede de águas pluviais. Para realização deste, usam-se tanques sépticos, filtros anaeróbios e cloradores. Para efetivo tratamento, as instalações prediais devem estar em conformidade com as normas técnicas vigentes. Caixas de inspeção desempenham papéis fundamentais no sistema, proporcionando a inspeção do esgoto e a manutenção das tubulações em casos de entupimentos. As caixas de gordura separam os óleos e graxas, evitando assim que os mesmos sejam encaminhados para o tanque séptico. Tanques sépticos e filtros anaeróbios fazem o tratamento preliminar do esgoto e o clorador promove a desinfecção. Neste trabalho foram investigados os dispositivos de tratamento de esgoto de um núcleo de educação infantil, existente desde 2001. Foram consultados o projeto sanitário previamente elaborado pelo engenheiro na época, como também visita de inspeção ao imóvel. Todos os dispositivos apresentaram algum tipo de desacordo com as recomendações das normas técnicas e/ou do projeto sanitário. Enquanto alguns não cumpriram dimensões mínimas, outros estavam totalmente fora dos padrões necessários. É de extrema importância que as unidades de tratamento sejam bem construídas e sofram constante manutenção, para que o meio ambiente não sofra as consequências de um esgoto não tratado.

PALAVRAS-CHAVE: Esgoto. Tanque séptico. Filtro anaeróbio. Clorador.

ABSTRACT: The treatment of sanitary sewage in Brazil is still an issue. In many streets of the country there are still no sewerage networks. In places where the system does not exist, sewers need to be pre-treated prior to being launched in the water, soil or into the rainwater network. For this purpose, septic tanks, anaerobic filters and chlorinators are used. For effective treatment, the building installations must comply with the current technical standards. Inspection chambers play key roles in the system, providing inspection of the sewer and maintenance of pipes in cases of clogging. The grease chambers separate the oils and greases, thus preventing them from being sent to the septic tank. Septic tanks and anaerobic filters pre-treat the sewage and the chlorinator promotes disinfection. In this assignment, the sewage treatment devices of a nursery education center, which has existed since 2001, were investigated. The sanitary project, previously prepared by the engineer at the time, as well as an inspection visit to the property, were consulted. All the devices presented some type of disagreement with the recommendations of the technical standards and/or the sanitary project. While some did not comply minimum dimensions, others were totally off the required standards. It is extremely important that the treatment units are well built and constantly maintained so that the environment does not suffer from the consequences of poorly treated or ill-disposed sewage.

KEYWORDS: Sewage. Septic tank. Anaerobic filter. Chlorinator.

1 INTRODUÇÃO

Durante o curso da história, a preocupação com o esgotamento sanitário veio crescendo. No início da civilização, os dejetos eram apenas lançados sem nenhum critério. Agora, existem leis e normas específicas para a coleta, transporte e disposição final do esgoto sanitário, com objetivo de evitar doenças e a contaminação de rios, lagos e mares, bem como dos organismos aquáticos que vivem neles.

Numa edificação, a coleta dos efluentes acontece por meio de aparelhos sanitários (bacias sanitárias, lavatórios, pias de cozinha, caixas sifonadas, ralos secos, ralos sifonados, etc.), tubulações (joelho, curvas, tês, tubulação de ventilação, etc.) e dispositivos de inspeção (caixas de inspeção, poços de visita, etc.), conjunto esse chamado de instalações sanitárias prediais. Após a coleta, o esgoto é encaminhado para a rede específica, chamada de rede coletora de esgoto.

Apesar de inúmeros estudos nesse sentido, o Brasil ainda peca pela falta de coleta e tratamento desses efluentes. Muitas cidades não possuem a rede de esgoto, sendo assim, necessários dispositivos de tratamento prévio, antes do efluente ser lançado em corpos receptores. Dentre esses sistemas, destacam-se os tanques sépticos e filtros anaeróbios, componentes imprescindíveis para edificações localizadas em áreas onde não há rede coletora de esgoto.

A fossa séptica tem por objetivo separar e transformar a matéria sólida presente no esgoto, enquanto os filtros anaeróbios filtram ainda mais esse efluente, possibilitando assim que o esgoto seja lançado no solo. (CREDER, 2006).

Sendo assim, estudos e pesquisas sobre o tema têm suma importância para que o esgoto sanitário seja devidamente disposto, sem colocar em risco a saúde humana, a fauna e a flora.

2 ESGOTO SANITÁRIO

A preocupação com os despejos gerados por águas servidas, o que hoje chamamos de esgoto sanitário, vem sendo alvo de discussão por muito tempo. Segundo Azevedo Netto (1984 *apud* NUVOLARI *et al.*, 2011), em 3750 a.C., eram

construídas galerias de esgoto em Nipur (Índia) e na Babilônia. Em 3100 a.C. já se tem notícia do emprego de manilhas cerâmicas para essa finalidade.

Em todo o percurso do saneamento na história da humanidade, o uso da água e disposição final do esgoto sanitário se tornaram cada vez mais e mais exigentes e diversificados. Junto ao desenvolvimento das grandes cidades, as populações aumentaram em número e complexidade, vindo a demandar maior quantidade de água e maiores aportes da tecnologia (GONTIJO, 2016).

Azevedo Netto e Fernández (2015) afirmam que os serviços de infraestrutura de captação e disposição final das águas servidas são indispensáveis às comunidades civilizadas.

Para Nuvolari et al. (2011) “hoje, apesar de várias cidades brasileiras já contarem com Estações de Tratamento de Esgoto, a grande maioria nem coleta e nem trata seus esgotos. Fatalmente terão que fazê-lo, sob pena de ficarem sem mananciais de água apropriada para abastecimento público, e amargarem sérios problemas de saúde pública”. A intervenção do homem, seja nos despejos de esgoto ou na aplicação de defensivos agrícolas no solo, contribui para a introdução de organismos na água, afetando sua qualidade (VON SPERLING, 2014).

Como resultado do crescimento populacional, as necessidades de infraestrutura em saneamento básico também aumentaram: “a oferta de saneamento, em especial a coleta e tratamento de esgoto, é fundamental para a preservação do meio ambiente e da saúde pública, pois isto está intimamente ligado ao controle e redução das doenças de veiculação hídrica.” (RAMOS, 2014).

Segundo Ramos (2014), o termo “esgoto” era inicialmente utilizado como definição tanto para a tubulação condutora de águas servidas, como também o líquido que fluía pela mesma; hoje, é basicamente usado apenas para a “caracterização dos despejos originários das diferentes modalidades do uso e da origem das águas.”. A NBR 9648 (ABNT, 1986) define esgoto sanitário como “despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária”.

2.1 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS PREDIAIS

A importância das instalações prediais de esgoto sanitário está associada não apenas com as necessidades básicas de higiene e saúde, mas também com as noções de conforto impostas por um dinâmico comportamento social. Para Francescato (2005) “Neste cenário encontra-se o projetista, cuja missão é atender aos anseios sociais, em meio a emergentes avanços tecnológicos e à necessidade ímpar de racionalização, questões estas singulares na competitiva estrutura econômica estabelecida”.

No Brasil, as especificações relativas às instalações prediais de esgoto variam de acordo com o município, entretanto todas elas se firmam na NBR 8160 – “Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução” (MACINTYRE, 2010). Tal norma estabelece as diretrizes referentes ao projeto, execução, ensaio e manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário (ABNT, 1999).

A instalação interna, isto é, dentro da edificação, contempla, a grossos modo, aparelhos sanitários, tubulações de esgoto, tubulações de ventilação, ralos e dispositivos sifonados. A partir desse ponto, o efluente é direcionado para subcoletores e coletores prediais, passando por pontos de inspeção, para em seguida ser remanejado para a disposição final.

O papel do projetista é de suma importância para o correto funcionamento das instalações. De acordo com Francescato (2005), é oportuno supor que o projetista necessite de informações básicas relativas a modernas metodologias de dimensionamento, às inovações tecnológicas, assim como dos princípios teóricos que sustentam tanto o convencional quanto o novo.

2.1.1 Caixas de inspeção

As caixas de inspeção são utilizadas para realizar desobstruções e limpezas dos coletores prediais, subcoletores e ramais de esgoto e de descarga. Assim como poços de visita, as caixas de inspeção devem ser impermeabilizadas, possuir ventilação adequada e ser construída por materiais não atacáveis pelo esgoto (CREDER, 2006).

As caixas de inspeção devem ter profundidade máxima de 1,00 m; forma prismática, de base quadrada ou retangular, de lado interno mínimo de 0,60 m, ou

cilíndrica com diâmetro mínimo igual a 0,60 m; tampa facilmente removível, permitindo perfeita vedação e fundo construído de modo a assegurar rápido escoamento e evitar formação de depósitos (MACINTYRE, 2010).

2.1.2 Caixas retentoras de gordura

São dispositivos providos de um septo destinados a reter, na sua parte superior, as gorduras, graxas e óleos contidos no esgoto. Esses materiais podem aderir às paredes das tubulações, obstruindo as mesmas, sendo assim necessário manutenções periódicas. As caixas de gordura devem ser divididas em duas câmaras, uma receptora e outra vertedoura, separadas por um septo não removível (AZEVEDO NETTO e FERNÁNDEZ, 2015).

Após reterem tais substâncias, as caixas retentoras de gordura (ou simplesmente caixas de gordura) direcionam a parte líquida resultante para a rede de coleta de esgoto ou para um tanque séptico ou para a galeria coletora de esgoto. As caixas de gordura devem ser impermeabilizadas, providas de dispositivos adequados para inspeção, possuir tampa de fecho hermético, ser devidamente ventiladas e constituídas de materiais não atacáveis pelo esgoto (ABNT, 1999).

Para a coleta de apenas uma cozinha, pode ser usada a caixa de gordura pequena ou a caixa de gordura simples. Para a coleta de duas cozinhas, pode ser usada a caixa de gordura simples ou a caixa de gordura dupla. Já para a coleta de três até 12 cozinhas, deve ser usada a caixa de gordura dupla. Para a coleta de mais de 12 cozinhas, ou ainda, para cozinhas de restaurantes, escolas, hospitais, quartéis, etc., devem ser previstas caixas de gordura especiais (MACINTYRE, 2010).

A caixa de gordura pequena (CGP) deve ter diâmetro interno de 0,30 m; parte submersa do septo de 0,20 m; capacidade de retenção de 18 L e diâmetro nominal da tubulação de saída de Ø 75 mm. A caixa de gordura simples (CGS) deve ter diâmetro interno de 0,40 m; parte submersa do septo de 0,20 m; capacidade de retenção de 31 L e diâmetro nominal da tubulação de saída de Ø 75 mm. A caixa de gordura dupla (CGD) deve ter diâmetro interno de 0,60 m; parte submersa do septo de 0,35 m;

capacidade de retenção de 120 L e diâmetro nominal da tubulação de saída de Ø 100 mm (CREDER, 2006).

2.2 TANQUES OU FOSSAS SÉPTICAS

Dentre os vários mecanismos de tratamento de esgoto para pequenos grupos habitacionais, destaca-se o uso de tanques sépticos. De acordo com a NBR 7229 – “Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos”, tanque séptico é uma “unidade cilíndrica ou prismática retangular de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão.” (ABNT, 1993).

Tal dispositivo “detêm os despejos por um período que permita a decantação dos sólidos e a retenção do material graxo, transformando-os em compostos estáveis.”. A principal finalidade do tanque séptico é possibilitar a ação das bactérias aeróbias e anaeróbias, permitindo que o efluente possa ser lançado em um sumidouro, vala de infiltração, vala de filtração ou ainda num curso d’água (CREDER, 2006).

As fossas sépticas não possuem grades, caixas de areia, ou outros detentores de material, por não serem uma estação de tratamento completa. Por isso não devem receber despejos gordurosos, sendo necessário a captação e remoção dos mesmos pela caixa retentora de gordura antes que o efluente possa ser direcionado a fossa (MACINTYRE, 2010).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 NEI COMECINHO DE VIDA: Detalhes do imóvel

A edificação é pública, de propriedade da Prefeitura Municipal de Porto União/SC, sendo esta a responsável pela construção e manutenção do imóvel. A Secretaria de Planejamento de Porto União julgou necessário um projeto de reforma e ampliação, tendo em vista que o prédio existe há dezesseis anos.

Como o nome sugere, a edificação é destinada a educação de crianças de 0 a 5 anos, contendo salas de aula, BWC's cozinha, lavanderia e refeitório. O arquiteto responsável desenvolveu o projeto arquitetônico, e em cima deste foi realizado proposta de projeto sanitário. Todas as instalações hidrossanitárias prediais do interior da edificação existe serão renovadas, incluindo tubulações e dispositivos hidráulicos.

O logradouro não possui rede de coleta de esgoto, sendo necessário o uso de dispositivos de tratamento prévio do esgoto. Consultando o projeto sanitário de 2001 constatou-se que já existem na edificação fossa séptica, filtro anaeróbio, caixas de inspeção e caixas de gordura.

3.1.1 Caixas de inspeção existentes

No projeto antigo do NEI citado a cima, há cinco caixas de inspeção. O projeto não especifica dimensões, nem obstante os detalhes de instalação das caixas de inspeção, necessitando assim de visita à edificação com objetivo de medir e inspecionar tais dispositivos.

Constatou-se que as dimensões das caixas de inspeção estão em desconformidade com a NBR 8160, considerando que seu lado interno tem 50 cm ao invés dos 60 cm mínimos especificados em norma. Outro aspecto importante é a utilização do tipo errado de tampa, sendo estas de concreto, o que não se caracteriza como facilmente removível.

Assim, os dispositivos obedecem a aspectos como estanqueidade, impermeabilização, qualidade do material e distâncias mínimas entre inspeções.

3.1.2 Caixa de gordura existente

De acordo com projeto, pode-se presumir que, de acordo com a NBR 8160, o tipo escolhido pelo projetista é a CGD (Caixa de Gordura Dupla).

Conclui-se que o projetista escolheu esse tipo de caixa baseado no uso da edificação, que recebe ocupantes temporários, possui cozinha industrial servindo diversas refeições por dia. O dispositivo foi construído com base quadrada, diferindo

das recomendações na NBR 8160 e do detalhamento de projeto. Levando em consideração o tipo da caixa (CGD), a referida norma apenas recomenda o uso de caixas cilíndricas e não proíbe o uso de caixas prismáticas quadradas. Tendo isso em vista, a forma geométrica do dispositivo não está, necessariamente, fora de norma.

Outro ponto a ser analisado é o fechamento que, como as caixas de inspeção, é feito com tampa de concreto, dificultando a sua retirada em momentos de necessidade de manutenção e limpeza.

Em seu interior, a caixa de gordura deve conter um septo não removível, que faz a separação das duas câmaras, uma receptora e outra vertedoura, para efetivo funcionamento das mesmas. Durante a visita ao imóvel, devido a tampa ser de difícil remoção, não pode ser feita a investigação no interior do dispositivo e, consequentemente, não foi possível averiguar a situação interna da caixa. Entretanto, como o material de construção é concreto, e tal mistura é conhecida pela sua durabilidade e resistência, podemos concluir que a caixa retentora de gordura está em bom estado de conservação.

3.1.3 Tanques sépticos existentes

O empreendimento possui dois tanques sépticos. No projeto sanitário é apresentado os tanques locados em planta baixa com suas respectivas medias; entretanto, não foi possível localizar nenhum memorial de cálculo anexo ao projeto, bem como nenhum detalhe de construção dos tanques sépticos. Com objetivo de conferir se os volumes e as medidas dos dispositivos se adequam as especificações da NBR 7229, foram realizados cálculos com base nas medidas apresentadas na planta baixa do projeto sanitário. Todos os dados usados no cálculo do volume encontram-se na norma específica.

Constatou-se que a soma dos volumes do Tanque 01 e do Tanque 02 atendem ao cálculo de volume necessário para atender a demanda da edificação.

O Tanque 01 possui largura de 1,30 m, comprimento de 2,60 m e altura de 1,30 m. Pode-se afirmar que a profundidade útil está de acordo com o recomendado na norma. Já no que se trata do comprimento e largura, percebe-se a conformidade com

todos os itens acima. Já o Tanque 02 tem 1,0 m de largura, 2,0 m de comprimento e 1,30 m de altura; estando em conformidade com as recomendações da norma em todos itens.

Assim como as caixas de inspeção e caixa retentora de gordura, as fossas sépticas também foram alvo de inspeção externa no dia da visita ao imóvel. Verificou-se, entretanto, que as fossas executadas no local não condizem com o projeto sanitário. Ambas as fossas são prismáticas quadradas e possuem lado de 1,0 m; A distância mínima em relação às construções, definida na NBR 7229, não pode ser respeitada; pois a parte externa da edificação é de pequeno porte, sendo assim impossível que os tanques sépticos fiquem a 1,50 m de distância de construções e limites de terreno. Ao que se refere ao ramal predial de água, o mesmo localiza-se a mais de 6 m da fossa mais próxima.

O material empregado na construção das fossas foi concreto armado, material esse adequado às características de qualidade e estabilidade. Pode-se observar que apesar das tampas serem de difícil remoção, a abertura das mesmas satisfaz a dimensão mínima fixada pela norma. Apesar disto, os tanques sépticos estão divergência com a NBR 7229 e com o projeto sanitário previamente elaborado pelo projetista em 2001.

3.1.4 Filtro anaeróbio existente

Assim como o tanque séptico, o filtro anaeróbio não possui memorial de cálculo anexado no projeto sanitário original, sendo assim necessária a conferência do dimensionamento feito pelo projetista.

Observa-se que as dimensões internas do filtro (diâmetro de 1,50 m e altura útil 3,15 m) são suficientes para chegar no volume útil de 6,0 m³. Julgando por este fato, pode-se dizer que o filtro está dentro da norma, se não fosse por um detalhe importante: a altura máxima do leito filtrante é fixada em 1,2 m.

Após análise de projeto, seguiu-se a visita ao NEI Comecinho de Vida. Pode-se observar que o filtro foi executado diferente do projeto original. Foi encontrado desacordo não apenas na sua forma geométrica, mas também na suas medias; o

dispositivo executado tem forma prismática quadrada e 50 cm de lado, fugindo da forma cilíndrica e dos 1,5 m de diâmetro contidos no projeto. Outro aspecto observado na visita foi a tampa de concreto danificada, seja por má qualidade do material ou mau tato na hora de manutenções.

Apesar de, como já explanado anteriormente, não ser possível a vistoria interna de nenhum dispositivo (caixas de inspeção, gordura, tanques e filtro) devido as tampas de concreto serem de difícil remoção, nesse caso não faria diferença se a mesma tivesse sido possível. Isso se deve ao fato do filtro anaeróbico estar em total desconformidade com o projeto sanitário e, principalmente, com a NBR 13969.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visando aumento da eficácia no tratamento do esgoto do NEI estudado, recomenda-se a adequação de seus dispositivos às normas vigentes; sendo assim necessária uma nova proposta para a reforma e ampliação do imóvel. Tendo base a concepção de novo projeto arquitetônico, elaborado pelo arquiteto responsável, realizou-se o projeto sanitário completo, porém para o presente estudo só se faz relevante a planta de situação de detalhes construtivos.

As caixas de inspeção devem ser adaptadas para que seu lado interno tenha 60 cm. O fundo (base) de concreto pode ser aproveitado, apenas aumentando o mesmo para sustentar as novas paredes que serão construídas; e, é claro, substituindo as tampas de concreto por tampas herméticas de ferro fundido para maior facilidade em removê-las.

As caixas de inspeção 01 e 02 terão que ser inutilizadas devido a expansão da edificação, e serão construídas duas caixas de inspeção ao lado, para receberem a contribuição antes recebida pelas caixas inutilizadas.

No momento de realização do projeto dessas caixas, observou-se que o recuo entre a edificação e o limite do terreno é muito pequena, sendo necessário a construção de uma das caixas com dimensão menor que a recomendada em norma. Porém, visto que a mesma receberá contribuição apenas de um banheiro e a

edificação terá em seu total seis caixas de inspeção, a dimensão inferior do dispositivo pode ser perdoada.

As fundações dos novos cômodos acrescentados não se sobrepõem às caixas de inspeção 01 e 02, não sendo necessária a remoção das mesmas. Não obstante, faz-se necessário o aterramento das caixas considerando que serão executados laje e piso em cima delas, o que resulta em carga, de peso próprio, incidindo nas caixas. Tendo isso em vista, é de extrema importância que o aterramento das caixas seja executado de forma a respeitar os parâmetros de compactação do solo, de forma que as caixas e o terrapleno trabalhem juntos.

É extrema importância realizar uma inspeção minuciosa na caixa retentora de gordura a fim de ter certeza que a mesma está servindo a seu propósito; como também se faz necessário a troca da tampa de concreto para tampa de ferro fundido de fechamento hermético, como recomenda a NBR 8160.

Ao que concerne as fossas sépticas, aquelas encontradas no local deverão ser refeitas respeitando o projeto sanitário original feito em 2001 e o memorial de cálculo elaborado neste trabalho. Tal projeto, como explanado nesse estudo, respeita as normas brasileiras sobre o assunto, sendo imprescindível para o efetivo tratamento do efluente. Porém, o projeto original apenas apresenta a planta baixa dos tanques sépticos, assim sendo necessário o detalhamento para execução dos mesmos. Na proposta de adequação foi elaborado detalhe de construção baseado nas dimensões do projeto original, obedecendo recomendações da NBR 7229.

Como mencionado anteriormente, o filtro anaeróbio está totalmente fora de norma, sendo de extrema importância a adequação do mesmo à NBR 13969. Para complementar o tratamento do esgoto, sugere-se a construção de um clorador para o NEI Comecinho de Vida.

Em geral, é necessária a inspeção interna de todos os dispositivos, bem como as adequações pertinentes já citadas, com objetivo de que o tratamento do esgoto sanitário da edificação seja eficiente, obedecendo as normas brasileiras e às diretrizes municipais.

5 CONCLUSÃO

Para a correta captação e tratamento do esgoto, as instalações sanitárias prediais devem ser corretamente dimensionadas, obedecendo os projetos elaborados e as normas técnicas vigentes; especialmente em casos onde não há rede de coleta de esgoto, sendo assim necessário cuidados adicionais.

Dispositivos em discrepância com as NBR's podem prejudicar os processos de tratamento primário que ocorrem nas fossas sépticas e filtros anaeróbios e a desinfecção que acontece no clorador; bem como a má qualidade dos materiais de construção podem causar infiltrações do efluente no solo.

Entretanto, a construção dos dispositivos de tratamento não são suficientes: é necessária a correta manutenção destes. A limpeza periódica de tais unidades deve ser feita de acordo com o projeto elaborado pelo engenheiro.

O não cumprimento desses itens pode levar os responsáveis pelo imóvel sofrer consequências judiciais, visto que lançar o efluente sem tratamento prévio, ou com tratamento insatisfatório, é considerado crime ambiental.

A disposição final do esgoto previamente tratado na galeria de águas pluviais ainda é permitida pelos municípios, mesmo não sendo a melhor alternativa. O correto seria que todos os logradouros de todos os municípios possuíssem rede de coleta de esgoto, sendo o mesmo tratado pelas estações de tratamento de esgoto (ETE's).

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Copyright, 1993. 15 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário - Projeto e execução**. 2. ed. Rio de Janeiro: Copyright, 1999. 74 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. 1. ed. Rio de Janeiro: Copyright, 1986. 5 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. 1. ed. Rio de Janeiro: Copyright, 1997. 60 p.

AZEVEDO NETTO, José Martiniano de; FERNÁNDEZ, Miguel Fernández y. **Manual de hidráulica**. 9. ed. São Paulo: Blucher, 2015.

CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

FRANCESCATO, José Assis Galzerano. **Apostila de Esgoto**. Campinas, 2005.

GONTIJO, Hebert Medeiros. **Sustentabilidade econômica no sistema de água e esgoto na comunidade rural de Amadeu Lacerda em Divinópolis/MG**. 2016. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Sustentável e Extensão – Mestrado Profissional, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

MACINTYRE, Archibald Joseph. **Instalações hidráulicas: prediais e industriais**. 4. ed. Rio de Janeiro: LCT, 2010.

NUVOLARI, Ariovaldo. *et al.* **Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

RAMOS, Lediane Lésle Ramos. **Diagnóstico e avaliação de coleta e disposição de lodo de fossa e de tanque séptico em Cuiabá – MT**. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

LIXO TECNOLÓGICO: DESCARTE CORRETO, UMA PROPOSTA DE REUTILIZAÇÃO

Cleusa Regiane Stchuk Figueira ¹

Cristiano Damaceno ²

Jefferson César dos Santos ³

RESUMO: A quantidade de pilhas, baterias e placas eletrônicas descartadas vem aumentando consideravelmente. Isto ocorre pois está inteiramente ligada ao avanço tecnológico, onde os dispositivos devem ser portáteis e se comunicar com facilidade. Entretanto elas pertencem a um grupo de substâncias perigosas dado o fato que elas contêm metais pesados prejudiciais ao ecossistema e a saúde. Este artigo apresenta uma proposta de ação buscando a conscientização para o descarte correto deste material, agregando valor e a potencial rentabilidade para as cooperativas e catadores, promovendo melhorias a qualidade de vida destes trabalhadores.

PALAVRAS-CHAVE: Descarte correto. Meio ambiente. Consciência coletiva. Inclusão social.

ABSTRACT: The amount of batteries and electronic boards discarded has increased considerably. This occurs because it is entirely linked to technological advancement, where devices must be portable and communicate easily. However, they belong to a group of hazardous substances due to the fact that they contain heavy metals harmful to the ecosystem and health. This article presents a proposal of action seeking to raise awareness for the correct disposal of this item, adding value and potential profitability to cooperatives and waste pickers, promoting improvements in the quality of life of these workers.

KEYWORDS: Proper disposal. Environment. Collective consciousness. Social inclusion.

1 INTRODUÇÃO

Com a velocidade do avanço tecnológico o consumo de equipamentos eletrônicos tem aumentado constantemente, pois estes tornam-se obsoletos em

¹ Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Ensino da Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Mestranda em Desenvolvimento, Sociedade e Educação, pela Uniarp de Caçador. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

² Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Ensino da Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Mestrando em Ensino de Ciências Matemática e Tecnologia pela UDESC. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

³ Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Educação Matemática, pela mesma instituição. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

um período relativamente curto, equipamentos como celulares e computadores tem alto potencial lucrativo se descartados corretamente e reciclados.

Apesar da evolução das leis ambientais, nos países em desenvolvimento como o Brasil, estas ainda se encontram em estágios preliminares devido à falta de incentivo econômico, de conscientização dos consumidores, de um programa de Logística Reversa e de estudos que viabilizem a reciclagem desses resíduos.

As fontes de energias como pilhas e baterias, pertencem a um grupo de substâncias perigosas que variam de acordo com sua classificação, que podem conter metais pesados e perigosos que poucas vezes atendem a legislação vigente (pilhas falsificadas).

O perigo está no descarte incorreto desses materiais, que em contato com umidade e calor podem estourar e deixam vazar o líquido tóxico contaminando o solo e os lençóis freáticos, que para a população, pela falta de informações e locais de fácil acesso para o descarte, torna-se mais prático, rápido e barato o descarte em lixo comum.

É imperativo evitar que as baterias usadas ao fim de sua vida útil acabem depositada em aterros ou lixões entrando em contato direto com água e solo, o que facilitaria a migração de metais pesados para o ambiente natural afetando assim a saúde dos seres humanos.

Atualmente os programas educacionais se preocupam verdadeiramente em conscientizar a população dos riscos encontrados com as formas equivocadas de descarte de materiais tóxicos? Será que a sociedade está ciente dos problemas que podem se desenvolver através do contato com certos metais pesados?

As pessoas inseridas no contexto de reciclagem e no trabalho coletivo como cooperativas estão aptas para reutilizar os produtos tóxicos? Quais seriam os meios legais e sociais para que a região se adaptasse dentro das normas e se tornasse um modelo no processo de logística reversa atuando como modelo no processo socioeducacional?

2 PROPOSTA DE DESCARTE

Durante muitas décadas o gerenciamento do lixo ficou restrito a questões relativas ao recolhimento e ao afastamento dos resíduos das áreas urbanas. Entretanto, diversos fatores associados, como o crescimento da população, o consumo excessivo de produtos industrializados, a escassez de área para abrigar os lixões e a crescente preocupação com o meio ambiente, passaram a exigir novas formas e ações no enfrentamento da problemática. (Yamawaki e Savi, 2013)

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB 2008 (IBGE, 2010c), mostra que no ano de 2000, 72,3% das cidades destinavam seus resíduos a vazadouros (lixões a céu aberto), e em 2008 houve uma redução para 50,8%, os dados demonstram ainda que apenas 3,79% dos municípios possuem unidades de compostagem de resíduos orgânicos; 11,56% tem unidades de triagem para separação de resíduos recicláveis e 0,61% possuem unidades de tratamento por incineração.

A Lei nº 12.305, de agosto de 2010⁴ (Brasil, 2010b), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), trata da questão estabelecendo diferenças para determinação do que pode ser classificado como resíduo (pode ser reaproveitado ou reciclado) ou como rejeito (deve ser descartado). Entre os principais objetivos da PNRS, destacam-se (Brasil, 2010c):

- não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento de resíduos sólidos;
- [...] disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;
- racionalização do uso de recursos naturais (água, energia, insumos) no processo de produção de novos produtos;
- intensificação da ação de educação ambiental;
- aumento da reciclagem no país;
- promoção da inclusão social;
- geração de emprego e renda para catadores de materiais recicláveis.

⁴ Regulamentada pelo Decreto-Lei nº 7.404/2010

Conforme Brasil (2010c), os planos de gestão integrado de resíduos que deverão ser implementados contarão com novas formas de cooperação entre o setor público e privado. Outra novidade (Brasil, 2010b) é o conceito de Logística Reversa, que torna o setor empresarial responsável por seus produtos até mesmo após o consumo, o que fomenta, o desenvolvimento de novos processos e tecnologias voltados ao reaproveitamento desses materiais em seu ciclo, em consonância ao que é proposto pelo *Zero Emissions Research Initiative (Zeri)*⁵. (Yamawaki e Savi, 2013).

Para Miguez 2010, a Logística reversa é o gerenciamento de todo caminho que esse produto percorre até o descarte adequado e não apenas o recolhimento do produto.

Segundo Yamawaki e Savi, para que haja êxito nessa forma de gerenciamento, é necessária a implantação de programas de coleta seletiva pelas prefeituras, associados à projetos que envolvam a participação dos catadores de materiais recicláveis, o que proporcionará uma nova fonte de recursos e inclusão social, em conjunto com atividades de educação e capacitação pode auxiliar no resgate da cidadania de uma significativa parcela da população normalmente marginalizada.

De acordo com a ONU o Brasil é hoje um dos maiores produtores de lixo eletrônico, com mais de 1,4 milhões de toneladas produzidas anualmente, o que representa cerca de 7 kg por habitante:

Aproximadamente 75% de equipamentos eletrônicos antigos estão armazenados nas residências, pois os consumidores acreditam que estes aparelhos podem render algo e, também, porque não sabem como descartá-los (Miguez 2010).

Os equipamentos eletrônicos possuem uma composição bastante variada, contendo metais como ouro, prata, platina, cobre, índio e rutênio, que

⁵ Iniciativa lançada pela United Nations University (UNU) em 1994, o Zeri propõe uma mudança radical nos paradigmas de produção industrial, com base na implementação de estratégias de produtividade e qualidade total nos produtos aproveitando plenamente os recursos, inclusive do considerado lixo.

são de alto valor no mercado e torna essas sucatas uma matéria-prima muito rica do ponto de vista econômico (Natume e Sant'Anna 2011).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Espera-se que essa pesquisa possa conscientizar e fomentar, em conjunto com órgãos ambientais, grupos escoteiros e escolas ações práticas, visando a mudanças de hábito.

Trabalhar com conceito de Lixo Eletrônico, a devida separação dos componentes e a possibilidade de reciclagem das substâncias agregando valor e a potencial rentabilidade para as cooperativas e catadores, promovendo melhorias a qualidade de vida destes trabalhadores.

Estudar as cooperativas de catadores, dentro do contexto histórico e social, levantando dados sobre as famílias, nível de instrução e renda, bem como as barreiras enfrentadas diante da atual estrutura social regional visto que “como fazer” está diretamente relacionado ao trabalho desses profissionais:

Essas cooperativas contribuem com a extensão da vida útil de produtos e embalagens por meio da coleta, separação e fornecimento da matéria prima secundária para a indústria. Dessa forma, consolidam os programas de logística reversa de empresas que buscam a recuperação de produtos reciclados (SOUZA, PAULA, SOUZA-PINTO 2012).

Levantar os principais desafios e possibilidades a partir dos resultados que serão encontrados no decorrer da pesquisa, e propor a Logística Reversa de computadores, celulares, pilhas e baterias, para que exista uma real transformação desses itens como é a proposta da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 12.305, 2 de agosto 2010. Diário oficial da União, Poder Legislativo, Brasília, 3 de agosto. 2010b. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm>. Acesso em 06 jan. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Manejo de resíduos sólidos urbanos: destaque da Política Nacional de Resíduos Sólidos e seu decreto regulamentador**. Brasília, 2010c. Disponível em: <www.mma.gov.br/politica-de-residuos-solidos>. Acesso em 12 jan. 2018

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente - **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação**. Brasília, 2012.

GODOI, C. K.; MATTOS, P.L.C.L. **Entrevista qualitativa: instrumento de pesquisa e evento dialógico**. In: Godoi, C. K.; Bandeira-De-Mello, R.; Silva, A. B da (orgs). Pesquisa, estratégia e métodos. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2010. p. 301-323.

MIGUEZ, E.C. **Logística reversa como solução para o problema do lixo eletrônico: benefícios ambientais e financeiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

NATUME R.Y.; SANT'ANNA F.S.P. **Resíduos Eletroeletrônicos: Um desafio para o desenvolvimento sustentável e a nova lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 3rd International Workshop | Advances in Cleaner Production. São Paulo – Brazil. Disponível em: <<http://www.advancesincleanerproduction.net/third/files/sessoes/5b/6/natume>>. Acesso em: 16 jan. 2018.

SOUZA, M.; PAULA, M.; SOUZA-PINTO, H. **O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo**. RAE, São Paulo, v.52, n.2, apr.2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75902012000200010>. Acesso em: 10 de jan. 2018.

YAMAWAKI, Y.; SALVI, L. T. **Introdução a gestão do meio urbano**. Intersaberes; Curitiba: 2013.

USO DE EXOESQUELETO COMO AUXÍLIO NO TRATAMENTO DE PATOLOGIAS NAS ARTICULAÇÕES DAS MÃOS

Cleusa Regiane Stchuk Figueira ¹

Cristiano Damaceno ²

Jefferson César dos Santos ³

RESUMO: As pesquisas utilizando robôs para substituição de membros ou para reabilitação de lesões em seres humanos tem tomado proporções consideráveis no mundo todo. O presente artigo apresentará fundamentação para o desenvolvimento de um exoesqueleto em forma de luva para auxiliar no tratamento de pessoas com patologias nas articulações das mãos que necessitem de auxílio para o movimento. Muitas patologias conhecidas que afetam articulações das mãos acabam resultando em perda parcial ou total dos movimentos e de força nas mãos até mesmo para os movimentos mais simples. Algumas pessoas necessitam de auxílio para o movimento de partes do corpo enquanto estão em processo de tratamento para reabilitação. O uso de exoesqueletos mecânicos em humanos tem sido objeto de pesquisa em diversas partes do mundo com as mais diversas finalidades desde o simples entretenimento até o uso como componente bélico. Neste texto analisaremos uma possível implementação de um exoesqueleto com finalidade terapêutica, utilizando estrutura construída em impressora 3D aliado a um controlador eletrônico, com o objetivo de auxiliar ou até mesmo substituir a ação dos músculos nas mãos. Ao final do artigo espera-se fundamentar que o equipamento pode ser usado para aumentar o controle motor bem como melhorar a qualidade do esforço muscular em relação ao início do tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Design. Exoesqueleto. Patologias das articulações das mãos. Microcontroladores.

ABSTRACT: Research using robots for limb replacement or for injury rehabilitation in humans has taken considerable proportions worldwide. The present article will present a rationale for the development of an exoskeleton in the form of a glove to assist in the treatment of people with pathologies in the joints of the hands that need assistance for the movement. Many known pathologies that affect the joints of the hands end up resulting in partial or total loss of movement and strength in the hands, even for the simplest movements. Some people need help with the movement of body parts while they are in the process of being treated for rehab. The use of mechanical exoskeletons in humans has been the subject of research in various parts of the world for the most diverse purposes from simple entertainment to use as a war component. In this text, we will analyze a possible implementation of a therapeutic exoskeleton, using a 3D printer structure together with an electronic controller, with the purpose of helping or even replacing the action of the muscles in the hands. At the end of the article it is expected that the equipment can be used to increase the motor control as well as to improve the quality of muscular effort in relation to the beginning of the treatment.

KEYWORDS: Design. Exoskeleton. Pathologies of the joints of the hands. Microcontrollers.

¹ Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Ensino da Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Mestranda em Desenvolvimento, Sociedade e Educação, pela Uniarp de Caçador. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

² Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Ensino da Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Mestrando em Ensino de Ciências Matemática e Tecnologia pela UDESC. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

³ Professor Graduado em Matemática, pela Faculdade Estadual de Filosofia, Ciências e Letras de União da Vitória (FAFIUV), Pós Graduado em Educação Matemática, pela mesma instituição. Docente na área de exatas da Uniguaçu nos cursos de Engenharia.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas envolvendo a interação entre humano e robôs têm sido cada mais frequentes em todo o mundo. Aparentemente, algumas razões potencializaram o interesse entre os pesquisadores das mais diversas áreas. Uma delas é o número de patologias em seres humanos que podem ter seu tratamento potencializado com o auxílio de robôs. Em alguns casos, como a perda de membros, por exemplo, pode-se ter um dano grave minimizado pela utilização de um membro eletromecânico. Já em outros casos como os de lesão permanente, as peças eletromecânicas podem auxiliar no tratamento ou substituir funções que o membro possa ter perdido.

Conforme cita Regis Filho et al. (2006) para exemplificar, apenas entre os cirurgiões dentistas, temos 25,81% de homens e 52,94% de mulheres com sintomatologia de LERs, que são as lesões por esforço repetitivo. Isso mencionando apenas os cirurgiões dentistas, que fazem uso contínuo das mãos em suas funções laborais. Basta imaginar essa proporção aumentada para todos os profissionais que fazem uso contínuo das mãos em movimentos parecidos o dia todo e temos um quadro relevante para justificar as pesquisas a respeito. Em um estudo apresentado por Barbosa (2013) os números levantados por uma clínica de reabilitação no estado de São Paulo, mais de 60% das lesões em membros superiores registradas na clínica eram especificamente nos punhos.

No que tange a parte robótica, um fator que contribui para o desenvolvimento das pesquisas envolvendo a utilização de partes mecânicas em reabilitação ortopédica é a facilidade que existe atualmente para a construção de peças especiais que podem ser usadas experimentalmente, bem como a quantidade de protótipos de microcontroladores como arduino e CLP. No caso das peças e componentes mecânicos, há uma crescente popularização das impressoras 3D que, juntamente com um modelador 3D de código aberto, como o Blender por exemplo, nos dá a possibilidade de construção de peças e componentes em qualquer formato. Isso sem mencionar a facilidade de acesso a produções técnicas do mundo inteiro através de fontes como os mecanismos de busca acadêmica.

A intenção deste artigo é mostrar algumas possibilidades que fundamentam teoricamente a produção de uma luva em forma de exoesqueleto que possivelmente servirá de auxílio no tratamento e na reabilitação de patologias das articulações das mãos. Uma das principais motivações para o desenvolvimento deste artigo é que foram encontradas poucas publicações brasileiras envolvendo o tema. Outra motivação pertinente é a que a maioria das mãos mecânicas e exoesqueletos encontradas em publicações internacionais apresentam, em sua grande maioria, problemas com a limitação no movimento dos dedos, que acabam apenas descrevendo movimento de a função de abertura da mão ou de beliscar objetos, conforme descrito por Gearhart et al. (2016).

Outro problema descrito por Gearhart et al. (2016) é o fato de os objetos serem muitas vezes volumosos e difíceis de utilizar fora dos ambientes de recuperação dos hospitais e das clínicas. A luva que se pretende desenvolver após as pesquisas deste artigo será modelada e impressa em impressora 3D utilizará inicialmente um controle desenvolvido em Arduino, mas que poderá ser usado futuramente o controlador CLP. O enfoque principal deste experimento futuro é a ergonomia e usabilidade, sendo que alguns fatores serão considerados mais relevantes em função disso.

2 AS PATOLOGIAS

De acordo com Bianchi et al. (2016) o número de pacientes com deficiência na parte superior do corpo está aumentando simultaneamente ao crescimento no número de idosos. Neste caso, as deficiências nas mãos estão aumentando simultaneamente com o envelhecimento da população. Além dos números já apresentados neste artigo, estudos recentes apontados por Bianchi et al. (2016) mostram um aumento de idosos em países europeus que constituirá, em alguns anos, mais de 30% dos população total. Os valores no restante do mundo não são muito diferentes dos europeus. Esta faixa da população também está sujeita aos impedimentos relacionados à idade, tanto físicos como cognitivos.

Esses fatores podem causar exclusão social das mais diferentes formas. De acordo com Chen e Lum (2016) apenas nos Estados Unidos, em média 100.000 novas pessoas passam a sofrer com algum tipo de lesão parcial ou total, temporária ou

permanente. Pessoas que tiveram algum tipo de acidente vascular cerebral ou pacientes com doenças genéticas e idosos com algum tipo de doença que se manifeste pela pouca ou nenhuma mobilidade nas mãos, além de algumas dificuldades com a parte motora como a precisão nos movimentos por exemplo, fatalmente necessitarão de algum tipo de apoio para realizar tarefas cotidianas desde as mais simples.

Conforme cita Barbosa (2013), muitas vezes, só treinamento de reabilitação oportuno e persistente podem recuperar a destreza que o indivíduo tinha, por outro lado, apenas uma assistência durante as atividades da cotidiana podem ser uma solução efetiva ao referido problema. Nesse último aspecto, surgem diversos tipos de dispositivos robóticos que podem atender essa demanda. Ainda de acordo com Bianchi et al. (2016), os sistemas robóticos permitem oferecer tratamentos de reabilitação prolongados e de alta intensidade, com redução de custos e menor carga para os terapeutas.

Conforme defende Yun et al. (2016), estudos recentes mostraram que os robôs podem ajudar no processo de reabilitação de distúrbios neurais, como AVC. Aponta ainda que uma grande vantagem de usar robôs para reabilitação é que através deles é possível se obter uma alta precisão de atuação e detecção dos movimentos na reabilitação. Argumentam que os robôs fornecem um movimento terapêutico preciso com base em uma prescrição específica. Na argumentação de Gearhart et al. (2016), dispositivos como exoesqueletos robóticos podem fornecer assistência necessária para detectar o esforço do usuário, ampliando a exigibilidade do usuário em cada novo movimento ou roteiro de movimentos. Podem ainda, comandando motores de suporte, fornecer um aumento na funcionalidade do membro em processo de reabilitação. Além disso, exoesqueletos robóticos assistivos promovem ao paciente um maior envolvimento no regime de tratamento, aumentando a eficácia da reabilitação. Ainda na descrição feita por Gearhart et al. (2016), estudos anteriores têm mostrado que a reabilitação assistida por robôs pode melhorar significativamente a função das mãos após um trauma, como no caso de acidente vascular cerebral.

Há uma ampla gama de assistência muscular ou de suporte por dispositivos que foram projetados para melhorar ou recuperar as funcionalidades da mão. Como os dispositivos eletromecânicos são concebidos para serem utilizados durante as

sessões de reabilitação, podem também ser utilizados diariamente com alguma supervisão de especialistas ou não. Existe, nesse caso, a possibilidade da implantação de sensores para monitoramento dos exercícios de reabilitação, por exemplo, medindo a faixa de movimento e a velocidade de movimento. Estes sensores podem ficar integrados dentro de cenários fazendo parte das atividades cotidianas do indivíduo como tomar café ou abrir uma porta, por exemplo.

Em muitos casos, o requisito de portabilidade do equipamento não é obrigatório, pois da forma como eles são empregados em hospitais, centros de reabilitação por exemplo, não permite que o usuário carregue o equipamento por muito tempo. Já em casa ou durante o resto do dia a portabilidade passa a ser um fator essencial, para que não haja fadiga ou estresse dos músculos ou articulações. Além disso, nos casos em que as funções da mão podem não ser totalmente restaurados mesmo após um processo de reabilitação intensa, os exoesqueletos manuais podem ser usados para suportar o usuário nas atividades cotidianas auxiliando o desempenho da mão ampliando a força e estabilidade dos movimentos da mão, bem como automatizando o movimento.

Alguns modelos de equipamentos são apresentados com características bem específicas, cada um com aspectos mais relevantes que os demais. No modelo proposto por Pu et al. (2016), há uma preocupação forte com a antropometria, havendo um grau de liberdade diferente em cada dedo, com movimento interfalangeano proximal e distal, bem como movimento metacarpofalangeal em cada dedo. A dimensão de cada segmento dos dedos é determinada manualmente por dados antropométricos obtidos a partir de medidas do corpo do próprio usuário. Cada dedo é controlado por um motor para permitir o movimento independente de cada dedo, que é fundamental para a destreza das mãos. O design foi guiado por um modelo mecânico proposto (o modelo exo-finger). O modelo citado foi verificado por simulação e validado pelo movimento gravado por dedos de protótipo:



Fig. 1: Modelo desenvolvido por Pu et al. (2016) com foco na antropometria

No trabalho de Pu et al. (2016) conclui-se que o design estrutural baseado em antropometria fornece uma estrutura melhorada para o desenvolvimento de dispositivos robotizados, principalmente nos exoesqueletos. As considerações feitas por Pu et al. (2016) também serão consideradas norteadoras no desenvolvimento do modelo. Conforme descrito em Yun et al. (2016) para que haja uma reabilitação adequada dos movimentos das mãos por meio de um exoesqueleto em forma de luva, por exemplo, há que se ter um controle bem eficiente no torque dos movimentos da mão mecânica e ainda em Yun et al. (2016) apresentam como foi obtido em seus experimentos algo preciso, pois o movimento natural das mãos é algo difícil de ser modelado e ainda mais difícil de ser replicado artificialmente.

3 A LUVA

A luva que se intenciona produzir após a fundamentação feita por este artigo será do tipo háptico, ou tátil, que nesse contexto reagirá com os movimentos da mão do usuário, por mais sutis ou frágeis que sejam. Conforme menciona Ma e Danoff (2016), a maioria das luvas hápticas estão em fase de desenvolvimento, pois a maioria delas ainda não foi usada com frequência por clínicas de recuperação:

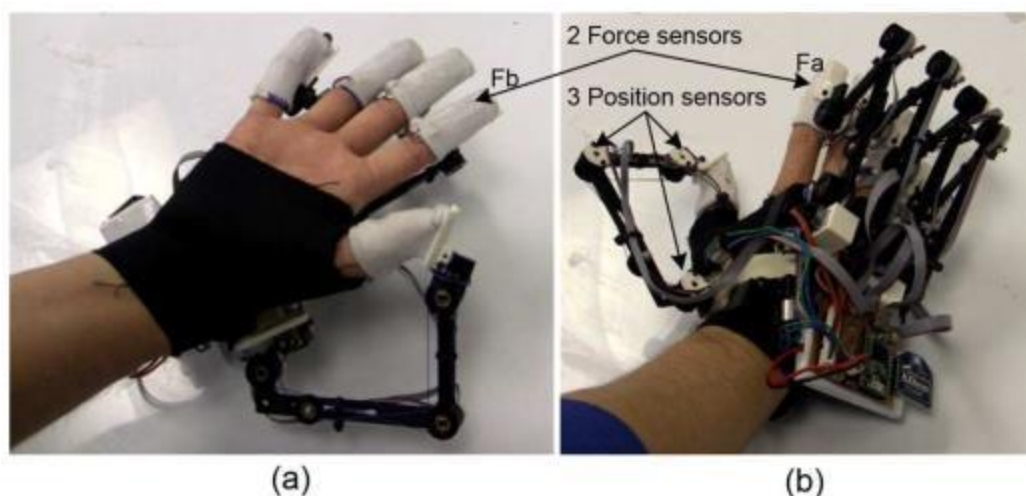


Fig. 2: Modelo háptico proposto por Ma e Danoff (2016) com as visualizações (a) da palma da mão e (b) da parte posterior da mão

Ainda conforme descrito por Ma e Danoff (2016) existem dois tipos de luvas hápticas que são as baseadas no corpo, que são desenhadas para tal fim, e que são portáteis. Existem ainda as luvas hápticas ditas *ground-based*. As luvas baseadas no corpo são desenhadas para se ajustar ao corpo do usuário e tem a vantagem de oferecer uma maior faixa de movimento se comparada com o modelo *ground-based*. Outro benefício destacado pelos autores em Ma e Danoff (2016) é que também é perceptível uma maior mobilidade individual no movimento dos dedos da luva do primeiro tipo, pois os mesmos são mais similares aos das mãos humanas.

O aspecto negativo mais relevante focado pelos autores mencionados foi que o peso excessivo causa fadiga ao usuário, o que pode levar a dores nas mãos e nos braços. É relevante lembrar que o experimento pretendido após a produção deste artigo tem como um dos enfoques principais a ergonomia e aspectos ligados ao uso, como cansaço e dor, que são relevantes nesse sentido pois a satisfação do usuário deve ser considerada no desenvolvimento.

Ao contrário das luvas hápticas portáteis, os *ground-based* são fixos e projetado para ser usado enquanto o usuário está sentado, fato que justifica seu nome pois são presos ao chão. Nesse sistema, o usuário tem uma liberdade de movimento limitada quando comparada à háptica portátil ou baseada no corpo. De acordo com Ma e

Danoff (2016) já existem algumas soluções conhecidas como a RoboGlove que é um dispositivo robótico criado para aumentar a força da mão do usuário:

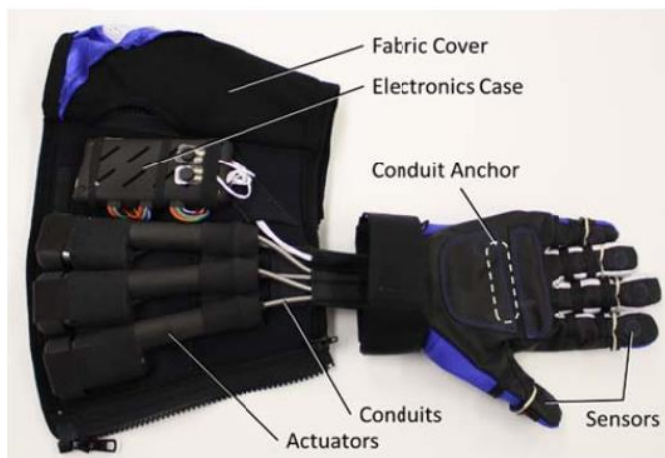


Fig. 3: Imagem da RoboGlove apresentada por Diftler et al. (2014)

O modelo deste projeto fundamentará o desenvolvimento da luva com algumas adaptações principalmente pelo fato de ela ser um pouco desajeitada ao usuário. Este dispositivo é usado para reabilitação. A RoboGlove é composta por duas seções que são o módulo do antebraço e o módulo da luva. No módulo do antebraço há uma cobertura em tecido que recobre alguns componentes como os controladores. Os módulos das luvas incluem uma luva, uma âncora de condução e cinco sensores nas pontas dos dedos. A âncora do canal é usada para impedir que o tendão exerça uma força no pulso do usuário. Ao rotear os tendões para os cinco dedos, o dispositivo pode exercer uma força de compressão contínua de até 66 N.

Como RoboGlove é projetada para auxiliar o movimento das mãos na direção da flexão, existe apenas um tendão para cada dedo fornecer aumento de força ao agarrar um objeto. O principal aspecto negativo é que o dispositivo pesa cerca de 770 gramas ao todo, o que pode gerar um grande desconforto para usos por tempos mais prolongados.

Outro modelo que fundamentará o desenvolvimento do objeto deste artigo é descrito por Bianchi et al. (2016) e foi desenvolvido por MDM Lab (Mechatronic and Dynamic Modelling Laboratory of the Department of Industrial Engineering, University of Florence, Italy). De acordo com Bianchi et al. (2016) o modelo é baseado em uma

arquitetura de uma única falange e consiste em uma parte mecânica, que são as estruturas que farão os movimentos, e uma eletrônica que é composta por atuadores, unidade de controle e bateria. Neste modelo descrito anteriormente os autores propõem um procedimento de escala para adaptar automaticamente o exoesqueleto à mão para diferentes pacientes. A partir da aquisição das trajetórias das mãos dos pacientes, obtidos através de um Sistema de 3D Motion Capture (MoCap), um algoritmo de otimização é usado para determinar as dimensões das partes do mecanismo que permitem replicar da melhor forma as trajetórias capturada.

Conforme aponta Yun et al. (2016) os robôs de reabilitação podem medir o grau de deficiências ou recuperação com sensores precisos, que podem ser usado de forma confiável em várias instituições, como hospitais e clínicas de reabilitação física. Os robôs controlados por força possuem vantagens adicionais na reabilitação. Robôs controlados por força tem a possibilidade de incentivar mais participação de sujeitos durante a terapia. Para estratégias de ajuda-quando-necessário (AAN) evitam que, por exemplo, o robô ou o componente robótico forcem o usuário a seguir passivamente no seu tratamento. Yun et al. (2016) reforça ainda que a eficácia de tais procedimentos foi verificada por testes clínicos e que o controle de força com manipulação precisa também é vantajoso para que todo tratamento seja mais seguro e controlado.

Muitos indivíduos com distúrbios neurais têm espasticidade nas articulações, que precisa de cuidados muito delicados, que poderiam facilmente serem realizados por um robô, devido a posição controle, levando em conta a rigidez da articulação do sujeito. Se tais cuidados não forem verificados durante o tratamento pode causar acidentes significativos durante a reabilitação.

Com o auxílio do controle possível em componentes mecânicos e eletrônicos o tratamento com um controle de força delicado pode ser mais seguro. No entanto Yun et al. (2016) aponta que o controle de torque das juntas dos dedos com um o exoesqueleto à mão é um desafio. Relata que o método mais intuitivo é combinar diretamente a articulação do exoesqueleto com as articulações dos dedos. Para controlar o torque da junta do exoesqueleto, contudo, o design do método de correspondência direta entre as partes é desafiador:

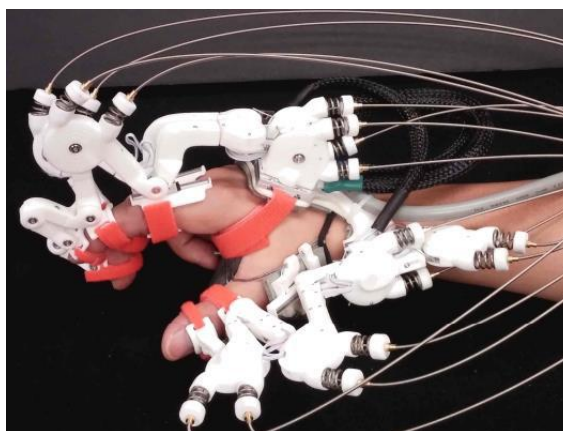


Fig. 4: Modelo apresentado por Yun et al. (2016) com exoesqueleto apenas para o polegar e para o indicador.

Particularmente pelo fato de serem múltiplos exoesqueletos para cada um dos dedos por causa do espaço restrito, há uma certa dificuldade com relação a mobilidade e a portabilidade dessa luva. Como resultado, os exoesqueletos que geralmente são construídos controlam apenas a força de agarrar para a mão inteira ou o torque de apenas algumas articulações dos dedos. Além disso, o projeto de combinação de juntas diretas é não compatível com diferentes tamanhos de mão, resultando em uma junta muito grande e que atrapalha o movimento, afirma Yun et al. (2016).

4 COMPARATIVO

Com base no que foi pesquisado sobre as produções técnicas usadas como referência neste artigo, bem como os modelos de exoesqueleto em forma de luva resultantes dessas produções é possível analisá-las através do quadro comparativo abaixo, onde são apontadas as principais características relevantes ao tema deste texto.

Modelo Apresentado por	Enfoque principal	Portátil	Permite Movimento parcial	Produção pode ser feita com baixo custo	Possibilidade de uso para reabilitação	Possibilidade de uso para substituição
Bianchi et al. (2016)	Baixo custo	Não	Sim	Sim	Sim	Não

Yun et al. (2016)	Recuperação da força da mão	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Chen e Lum (2016)	Articulações	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Gearhart et al. (2016)	Recuperação da força da mão	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Pu et al. (2016)	Antropometria	Não	Sim	Não	Sim	Sim
Ma e Danoff (2016)	Sistema Adaptativo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Diftler et al. (2014)	Aumento de força e reabilitação	Sim	Sim	Não	Sim	Sim

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos artigos pesquisados para a elaboração deste foi possível perceber que há uma grande quantidade de patologias associadas as mãos e punhos, com origens diversas. Desde lesões ocasionadas por acidentes, lesões por conta da função laboral exercida ou outros tipos de doenças cujas sequelas são perceptíveis nos movimentos das mãos.

Existem estudos quantitativos bem específicos a respeito dos números de pessoas que necessitam de tratamento para reabilitação no Brasil e nos outros países. Observou-se também que existem diversos estudos usando partes eletromecânicas, mas as diversas máquinas produzidas possuem finalidades variadas.

Um problema aparente é a questão da portabilidade dos equipamentos. No que tange os documentos já publicados usados como referência para este artigo foi possível perceber que há pouca preocupação com fatores ergonômicos e de design. Na maior parte deles as limitações dos modelos robóticos quando comparados com os modelos dos movimentos das mãos foi evidente.

Foi possível analisar nos artigos usados como referência que há uma preocupação com relação a portabilidade e a possibilidade de se utilizar as ferramentas produzidas, fora dos ambientes hospitalares, mas isso ainda não se reflete diretamente nos protótipos. Tal preocupação aparentemente se justifica pelo fato de a pessoas poder trabalhar na sua reabilitação fazendo suas ações cotidianas, sem ter que necessariamente ter a presença de um profissional o acompanhando o tempo todo.

Dessa forma, conclui-se que a intenção de se desenvolver um exoesqueleto para auxiliar na reabilitação de pessoas com lesões nas articulações das mãos pode explorar melhor as questões ligadas a ergonomia, design e usabilidade propostas no início e baseada em outras produções técnicas que deram enfoque a outros aspectos não menos importantes do processo todo.

REFERÊNCIAS

M. Bianchi, F. Fanelli, L. Giordani, A. Ridolfi, F. Vannetti and B. Allotta, "**An automatic scaling procedure for a wearable and portable hand exoskeleton**," *2016 IEEE 2nd International Forum on Research and Technologies for Society and Industry Leveraging a better tomorrow (RTSI)*, Bologna, 2016, pp. 1-5. doi: 10.1109/RTSI.2016.7740600.

Y. Yun, P. Agarwal, J. Fox, K. E. Madden and A. D. Deshpande, "**Accurate torque control of finger joints with UT hand exoskeleton through Bowden cable SEA**," *2016 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Daejeon, 2016, pp. 390-397. doi: 10.1109/IROS.2016.7759084

T. Chen and P. S. Lum, "**Hand rehabilitation after stroke using a wearable, high DOF, spring powered exoskeleton**," *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Orlando, FL, 2016, pp. 578-581. doi: 10.1109/EMBC.2016.7590768.

C. J. Gearhart, B. Varone, M. H. Stella and B. F. BuSha, "**An effective 3-fingered augmenting exoskeleton for the human hand**," *2016 38th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)*, Orlando, FL, 2016, pp. 590-593. doi: 10.1109/EMBC.2016.7590771.

S. W. Pu, J. Y. Chang, Y. C. Pei, C. C. Kuo and M. J. Wang, "**Anthropometry-based structural design of a hand exoskeleton for rehabilitation**," *2016 23rd International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice (M2VIP)*, Nanjing, 2016, pp. 1-6. doi: 10.1109/M2VIP.2016.7827282.

Z. Ma, P. Ben-Tzvi and J. Danoff, "**Hand Rehabilitation Learning System With an Exoskeleton Robotic Glove**," in *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, vol. 24, no. 12, pp. 1323-1332, Dec. 2016. doi: 10.1109/TNSRE.2015.2501748.

REGIS FILHO, Gilsée Ivan; MICHELS, Glaycon and SELL, Ingeborg. **Lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho em cirurgões-dentistas**. *Rev. bras. epidemiol.* [online]. 2006, vol.9, n.3 [cited 2017-06-17], pp.346-359. Available from: . ISSN 1415-790X. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-790X2006000300009>.

BARBOSA, Rafael Inácio et al. Profile of patients with traumatic injuries of the upper limb treated in a tertiary hospital. **Acta Fisiátrica**, [s.l.], v. 20, n. 1, p.14-19, 2013. GN1 Genesis Network. <http://dx.doi.org/10.5935/0104-7795.20130003>. Disponível em: . Acesso em: 17 jun. 2017.

RIBEIRO NETO, Nelson Coimbra et al. Ocorrência de Lesões de Punho e Mão e Análise Álgica em Praticantes de Jiu-jítsu. **Saúde e Pesquisa**, [s.l.], v. 9, n. 2, p.283-290, 7 out. 2016. Centro Universitario de Maringa. <http://dx.doi.org/10.17765/1983-1870.2016v9n2p283-290>. Disponível em: . Acesso em: 17 jun. 2017.

M. A. Diftler, C. A. Ihrke, L. B. Bridgewater, D. R. Davis, D. M. Linn, E. A. Laske, K. G. Ensley, and J. H. Lee, "**RoboGlove - A robonaut derived multipurpose assistive device**," Proc. of International Conference on Robotics and Automation 2014, HongKong, China, May 2014. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20140005956>. Acesso 25 maio de 2018.