

EMPHASIS

Revista #16 – Ano 2019
Primeiro Semestre
INSS 2177-8981
Centro Universitário Dom Pedro II
Grupo Unidom



REVISTA DIGITAL



**Engenharia e Inovação: Olhares e
Desafios da Tecnologia a Serviço
da Sociedade Sustentável**

Revista Emphasis: Engenharia e Inovação: Olhares e Desafios da Tecnologia a Serviço da Sociedade Sustentável [Recurso Eletrônico]/Grupo UNIDOM -. 2019, n.16.v.1.- Salvador: UNIDOMPEDRO 76p. 28cm.

Semestral

Comissão Editorial: Professora Cláudia Cristina Rios Caxias da Costa; Professora Alaíde Barbosa Martins; Professora Bianca Daéb's Seixas Almeida; Professora Sandra Virginia Alves Hohlemwerger; Professor Valmir Farias Martins.

Acesso em:< <https://revistaemphasis.grupounidom.com.br/>>
ISSN: 2177-8981

1. Engenharia. 2. Inovação. 3.Tecnologia. 4. Sustentabilidade.
I. Centro Universitário Dom Pedro II. II. Costa, Cláudia Cristina Rios Caxias da. II Martins, Alaíde Barbosa. III. Almeida, Bianca Daébs Seixas IV. Hohlemwerger, Sandra Virginia Alves. IV. Martins, Valmir Farias. V
Título

Ficha catalográfica elaborada por:
Dilália Lessa Brandão Magalhães CRB/ 5-1379

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos seus respectivos autores.

EDITORIAL

A Revista eletrônica Emphasis é uma publicação que visa divulgar trabalhos científicos, na forma de artigos, resumos expandidos e ensaios voltados para as áreas de ciências humanas e aplicadas, educacionais, da saúde e tecnologia, nas quais atuam a nossa comunidade acadêmica. Nosso periódico oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público é proporcionar maior democratização do conhecimento.

Essa edição aborda temas que ressaltam a importância da interface entre a engenharia e a inovação, assim como os olhares e desafios da tecnologia a serviço da Sociedade Sustentável.

Assim, apresentamos a seguir cinco trabalhos de pesquisa realizados por parte do corpo docente e discente dos Cursos de Engenharia Civil, Mecânica e Elétrica da Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. As temáticas abordadas são frutos de indagações, reflexões e postura investigativa da práxis técnico-social desses colaboradores, que continuam buscando as senhas da capacitação permanente, a serviço do bem-estar comum.

O primeiro artigo versa sobre a análise da destinação dos resíduos sólidos da construção civil em usinas de incineração, posto que a produção significativa de resíduos da construção civil é um dos principais dramas enfrentados em zonas urbanas, sobremaneira pela disposição irregular, gerando problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública. O segundo estudo se dedica ao reaproveitamento do biometano gerado em residências urbanas sustentáveis, apresentando a possibilidade de obtenção deste biocombustível gasoso produzido em uma residência genérica, bem como a metodologia para aproveitamento do mesmo.

No terceiro artigo, a inspeção avaliativa do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) de uma fábrica cafeeira é o foco, a partir da análise da documentação existente referente a esse sistema, a fim de verificar o atendimento as exigências aceitas pela Norma Brasileira 5419, sobre a proteção de edificações contra descargas atmosféricas. As condições de acessibilidade para deficientes físicos no aeroporto Luís Eduardo Magalhães (Salvador-BA) é a temática do quarto estudo, investigando se o aeródromo público é preparado para receber pessoas com deficiência física, além de abordar sobre a importância da implementação de acessos adequados, principalmente por esse se tratar de um aeroporto internacional. Por fim, o quinto e último trabalho de pesquisa versa sobre o planejamento do orçamento de obras na construção civil, com relação aos custos orçados comparados aos custos de execução, justificando a necessidade do desenvolvimento de um orçamento bem estruturado, minimizando perdas de projeto.

Esperamos que as publicações veiculadas nessa edição da Revista Emphasis, sejam um convite a reflexão, visto que a realidade atual denota a exigência de profissionais de engenharia, cada vez mais capazes de realizar tarefas inovadoras de transformação, que solucionem problemas diversos, de maneira sustentável e cidadã.

Comissão Editorial

SUMÁRIO

Análise da destinação dos resíduos sólidos da construção civil em usinas de incineração3

Laíse de Oliveira **SOUZA**
Luã de Oliveira **SOUZA**
Daniela Santana **MUSSE**
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**

Reaproveitamento de biometano gerado em residências urbanas sustentáveis19

Jefferson Cesar Paixão **BARROS**
Caio Cesar Sá dos **SANTOS**
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**

Inspeção avaliativa do sistema de proteção contra descargas atmosféricas de uma fábrica cafeeira32

Geórgia Conceição do Nascimento **PIMENTA**
Yuri Lima **SILVA**
Caio Cesar Sá dos **SANTOS**
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**

Condições de acessibilidade para deficientes físicos no aeroporto Luís Eduardo Magalhães.....45

Camila Araújo dos **SANTOS**
Rosineia Rodrigues Santos de **MELO**
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**

Planejamento do orçamento de obras na construção civil: custo orçado x custo de execução.....56

Pedro Paulo Constantino dos **SANTOS**
Eduardo **BARBOSA**
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**

ANÁLISE DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM USINAS DE INCINERAÇÃO

Laíse de Oliveira **SOUZA**¹
Luã de Oliveira **SOUZA**²
Daniela Santana **MUSSE**³
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**⁴

RESUMO

A construção civil é uma das indústrias que mais promove benefícios a vida da população e em contrapartida é uma das que mais consomem os recursos naturais existentes na natureza. A produção significativa de resíduos da construção civil é um dos principais dramas enfrentados em zonas urbanas, e sua disposição irregular pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública. Na cidade de Salvador, a realidade é parecida com o cenário nacional que é caracterizado pela geração de grande volume de resíduos de construção civil, esgotamento das áreas para recepção dos resíduos, ausência de áreas de transbordo, triagem e de usinas para reciclagem. A falta de fiscalização agrava ainda mais a situação, e atividades como a reciclagem, que é a mais comumente utilizada, não é suficiente para solucionar essa grave inconveniência. O foco deste trabalho foi de apresentar o processo de incineração como uma solução para a destinação final dos resíduos da construção civil. Foi observado que essa nova tecnologia de tratamento é uma solução minimizadora dos problemas de descarte dos RCCs, além disso, possibilita a geração de energia através da incineração com a co-geração.

Palavras-chave: Resíduo da Construção Civil (RCC). Incineração. Co-Geração de energia.

ABSTRACT

The civil construction is one of the industries that more promotes benefits to life of the population and in counterentry it is one of those who more consume the existent natural resources in the nature. The significant production of residues of the civil construction is one of the main dramas faced in urbane zones, and his irregular arrangement can produce problems of esthetic, environmental order and of public health. In the Salvador city the reality is similar with the national scenery who is characterized by the generation of great volume of residues of civil construction, exhaustion of the areas for reception of the residues, absence of areas of change and selection and of factories for recycling. The lack of inspection aggravates still more the situation, and activities like the recycling, which is to more used comumente, is not sufficient to solve this serious inconvenience. The focus of this work was of presenting the incineration process as a solution for the final destination of the residues of the civil construction. It was observed that this new treatment technology is a minimising solution of the problems of descarte of the RCCs, besides, it makes possible the generation of energy through the incineration with the co-generation.

Keywords: Construction Waste. Incineration. Co-Generation of Energy.

¹ Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: laylia04@hotmail.com.

² Graduando em Engenharia Civil pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: luan-003@hotmail.com.

³ Mestre em Engenharia Ambiental Urbana e Bacharela em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia. Email: danielamusse@yahoo.com.br.

⁴ Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Email: pauloribeiro@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos da geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil (RCC) auxiliam no controle de seu descarte, tendo em vista o grande poder de poluição que os mesmos podem acarretar para o meio ambiente. O tema “Construção Civil” vem atrelado a desenvolvimento econômico e representa uma grande parcela do Produto Interno Bruto (PIB) gerando direta e indiretamente empregos, o que conseqüentemente, por falta de uma legislação e fiscalização adequada, não se tem o controle do descarte dos resíduos gerados por ela. A disposição irregular desses resíduos pode gerar problemas de ordem estética, ambiental e de saúde pública, em contrapartida é inevitável a produção de RCC, pois a construção civil é um segmento de extrema importância na industrial brasileira, tida como um indicativo de crescimento econômico e social.

O engendramento de empregos ocasiona desenvolvimento e, conseqüentemente, aquece o mercado da construção. Desta forma, vale ressaltar que a construção civil se destaca tanto na geração de empregos, desenvolvimento e tecnologias, quanto na produção de resíduos, representando de 51% a 70% dos resíduos sólidos urbanos coletados anualmente no país (MARQUES NETO, 2005).

Os chamados Resíduos Sólidos da Construção Civil se referem aos restos de materiais de reformas, reparos e demolições de obras e os materiais resultantes da movimentação de terra. Os estudos dos RCC visam embasar as discussões acerca da elaboração do plano nacional de resíduos sólidos, em uma análise que considere fatores ambientais e socioeconômicos. Para uma melhor destinação dos RCC é necessário um diagnóstico que incluam as identificações dos tipos de resíduos gerados, o levantamento dos aspectos legais e técnicos.

Conforme a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2002) 307 Art. 3º, a composição dos resíduos sólidos da construção civil é classificada em quatro classes: Classe A que são materiais que podem ser reciclados ou reutilizados como agregado em obras de infraestrutura e edificações e canteiro de obras; Classe B em materiais que podem ser reciclados e ganhar outras destinações; Classe C como item para qual não existe ou não é viável aplicação

econômica para recuperação ou reciclagem e Classe D que são aqueles compostos ou em contato de materiais /substâncias nocivas à saúde.

A destinação correta dos RCCs é de obrigação do responsável pelo empreendimento. Na cidade de Salvador-Ba a prefeitura se responsabiliza por recolher apenas 2m³ dos resíduos gerados, concedendo a grande parcela da responsabilidade da destinação para as grandes construtoras e empreiteiras, obrigando-as a encontrar a destinação correta para o descarte e destinação dos mesmos. Os principais destinos utilizados por essas empresas são: reciclagem, lixões, aterros sanitários.

Neste aspecto, este artigo apresenta o sistema de organização da coleta seletiva e destinação final dos resíduos sólidos oriundos da construção civil na cidade de Salvador- BA. Além disso, demonstra, através de estudos de revisão bibliográfica, a eficácia da implantação de uma usina incineradora que atenda as demandas da construção civil neste município. O cenário metodológico deste manuscrito caracteriza-se como exploratório e documental, em que artigos científicos, legislações, teses de doutorado e dissertações de mestrado foram fontes para a referida pesquisa.

2. RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: DEFINIÇÃO E CLASSIFICAÇÃO

De acordo com a NBR 10.004 (2004, p.1), resíduos sólidos são todos os “resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. A norma estabelece também a classificação dos mesmos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e a saúde pública, e de acordo a essa classificação, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos

ABNT NBR 10004:2004	
Resíduos classe I – Perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade (risco a saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; risco ao meio ambiente), inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e Patogenicidade.	
Resíduos classe II – Não perigosos	Resíduos classe II A – Não inertes: Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe IIB – Inertes, nos termos

	da Norma. Esses resíduos classe IIA – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
	Resíduos classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que, quando amostrado de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: ABNT NBR 10004, 2004

Nota-se que os RCC pertencem à classe II B (Inertes), ou seja, possuem baixa capacidade de reação, pois quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não têm nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

A Resolução do CONAMA de 2002 estabelece ainda que os RCC são os resíduos “Provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassas, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc.”. A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, de seus constituintes e características, e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido.

2.1 Geração de resíduos na Construção Civil

A construção civil é a maior geradora de resíduos e o destino correto dos mesmos deve ser tido como prioridade nas cidades brasileiras, segundo o Instituto

Ethos, Organização Não Governamental (ONG) especializada em meio ambiente. Essa geração decorre da reforma e demolição de construções existentes; Superprodução (produzir material em excesso) e perdas de processamentos (quebra de cerâmicas entre outros); Uso de materiais com vida útil reduzida, como estruturas de concreto pré moldadas; Falta de qualificação dos serviços que levam a perdas materiais; falta de controle populacional, que acarreta em um desordenado crescimento e conseqüentemente gera construções inadequadas que demandam adaptações e reformas; Desastres naturais ou provocados pelo homem. As perdas de materiais são significativas, tanto no que diz respeito ao material incorporado em excesso, quanto na forma de entulho (SOUZA et al., 2004).

Segundo Lima et al. (2007), as principais causas da geração de resíduos na visão dos construtores são: processo construtivo (36%), mão-de-obra (18%), gestão de materiais (17%), projetos (17%), alterações na obra (9%) e materiais de construção (3%). O aumento do poder aquisitivo da população também é fator que facilita o desenvolvimento da construção civil, que facilita o crescimento de novos empreendimentos que conseqüentemente geram RCC, estes que representam a maior parcela de resíduos sólidos gerados no meio urbano. Esse poder aquisitivo varia de acordo o tamanho da população, da cidade e poder econômico existente. No Brasil, em cidades de médio e grande porte, as taxas de geração de resíduos variam entre 400 e 700 kg/habitante/ano (OLIVEIRA, OLIVEIRA e FERREIRA, 2008).

Para Martins (2012), a geração de RCC pode ser considerada consequência dessas deficiências de planejamento, visto que a ausência de definição de etapas e atividades produz perdas e desperdícios. Além disso, segundo Pinto (1999) nas atividades de construção reparos e demolição, as deficiências do processo construtivo contribuem diretamente para o aumento do custo final da construção, além dos custos de remoção, e tratamento e disposição dos Resíduos.

O índice de perda de resíduos construção civil é uma das principais causas de geração de entulhos. Segundo Pinto (1999), os valores estimados de geração de resíduos variam entre 230-760 kg/hab.ano. Contudo a média destes valores é de 510 kg/hab.ano, que se trata do valor mais próximo de valores internacionais. A

porcentagem de RCC, segundo Tavares (2007) apud Santos (2009) é de 20% para residências novas, 21% para edificações novas acima de 300 m² e as reformas ampliações e demolições representam 59% dos Resíduos. Pinto e González (2005) comentam que os resíduos de construção civil são gerados em várias atividades e a informação sobre o montante gerado é dada através de uma média da taxa de geração anual. No Brasil, por exemplo, a taxa de RCC é de 230 kg.hab/ano a 760 kg.hab/ano.

Esses resíduos exigem a atuação de profissionais para definição de estratégias de gestão, ou seja, conjunto de diretrizes e procedimentos que regulamentam arranjos institucionais que visam identificar os diferentes agentes envolvidos e suas responsabilidades, os instrumentos legais e os mecanismos de financiamento e de gerenciamento (MARQUES NETO, 2005). Porém, a geração de resíduos nos mais diversos processos produtivos e seus impactes ambientais, questões amplamente debatidas pela sociedade, está longe de ser resolvida de forma efetiva e adequada (MARQUES NETO, 2005). Por todos estes aspectos, os RCC no Brasil são um dos principais problemas ambientais para empresas e cidades e por esta razão as primeiras diretrizes de gestão desses resíduos foram instituídas pela resolução nº 307 do CONAMA e alteradas pela resolução CONAMA nº 448 em conformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2.2 Legislação ambiental e referências normativas

De acordo com o Estatuto das Cidades, Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001; prevê a necessidade de implementação de diretrizes para a efetiva redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil, uma vez que a disposição desses resíduos em locais inadequados contribui para a degradação da qualidade ambiental e que os mesmos têm um percentual muito significativo em comparação aos resíduos sólidos produzidos nas áreas urbanas.

O Estatuto institui novas e importantes diretrizes e critérios para o desenvolvimento sustentado dos centros urbanos brasileiros, disciplinando as ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais (BRASIL, 2001). A criação

da Resolução nº 307/2002 do CONAMA foi uma das principais ações realizadas em termos legais visando à mudança do quadro apresentado.

A resolução do CONAMA mencionada anteriormente mostra que os geradores de resíduos da construção civil devem ser responsáveis pelos resíduos das atividades de construção, reforma, reparos e demolições de estruturas, bem como por aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos; levando em consideração que a gestão integrada de resíduos da construção civil deverá proporcionar benefícios de ordem social, econômica e ambiental a sociedade, os geradores devem ter como objetivo maior a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, reutilização, reciclagem e a destinação final.

Uma das exigências da resolução 307/2002 do CONAMA é a elaboração e implantação do Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) pelos grandes geradores, essa definição de diferença entre grande e pequeno geradores será de responsabilidade dos municípios. Alguns municípios consideram a área construída do empreendimento e outros, o volume de resíduo por descarga (EVANGELISTA, 2009). Os PGRCC elaborados deverão ter como objetivo estabelecer os procedimentos necessários para a administração e destinação ambientalmente corretas para os resíduos, e contemplar as seguintes etapas (CONAMA, 2002):

- Caracterização: identificação e quantificação dos resíduos;
- Triagem: deverá ser promovida, preferencialmente, na origem, ou ser realizada nas áreas licenciadas para essa finalidade, respeitando-se as classes de resíduos;
- Acondicionamento: confinamento dos resíduos da geração até o transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;
- Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;
- Destinação: deverá ser prevista de acordo com a classificação de cada resíduo.

Na cidade de Salvador, os resíduos são em boa parte gerenciados pela LIMPURB, a mesma vem buscando implantar desde 1997 o Plano de Gestão Diferenciada de Entulho. O plano promove medidas para a diminuição do descarte clandestino, tornando-o em disposição correta.

O referido plano previa a instalação de 22 Postos de Descarga de Entulho (PDE), áreas destinadas à recepção de pequenos volumes (até 2 m³) e 6 Bases de Descarga de Entulho (BDE), áreas para recepção de grandes volumes (superiores a 2 m³). Além disso, este plano previa também o credenciamento de empresas particulares de coleta e transporte de entulho (LIMPURB, 2005). Até o momento só existem seis PDE com funcionamento precário e a BDE de Canabrava que apresenta sua capacidade de recebimento de RCC praticamente esgotada (EVANGELISTA, 2009).

Conforme apresenta a Figura 1, o funcionamento dos PDEs e BDEs consiste na geração de entulho por pequenas e grandes quantidades, no qual o município é responsável pelo transporte de até 2m³ e acima deste valor a responsabilidade é de seus geradores.

Por conta do déficit e visando ampliar e regulamentar as ações do Plano foi publicado um Decreto Municipal 12.133, em 08 de outubro de 1998 que determinou:

- A necessidade de redução de danos ao meio ambiente e a saúde pública por meio de ações preventivas;
- Que todo o resíduo gerado deve estar dentro dos limites do canteiro;
- Multa para a disposição de resíduos em local irregular;
- Que o transportador de entulho deve estar devidamente registrado na LIMPURB.

Dentre as metas a serem atingidas, o aspecto mais crítico é a disponibilidade de recursos necessários à instalação das Bases de Descargas de Entulho (BDE) para possibilitar a destinação adequada, promover a reciclagem e a fabricação de componentes para a construção civil. O entulho proveniente dos grandes geradores ainda está sendo transportado para a única área de recepção disponível no município, que é a BDE de Canabrava ou para outras áreas de aterro, muitas vezes

sem alvará ou licença, ou seja, clandestinas. Essa BDE está passando por um processo de encerramento de sua vida útil, ficando cada vez mais restritas as áreas disponíveis para a disposição de entulho em Salvador.

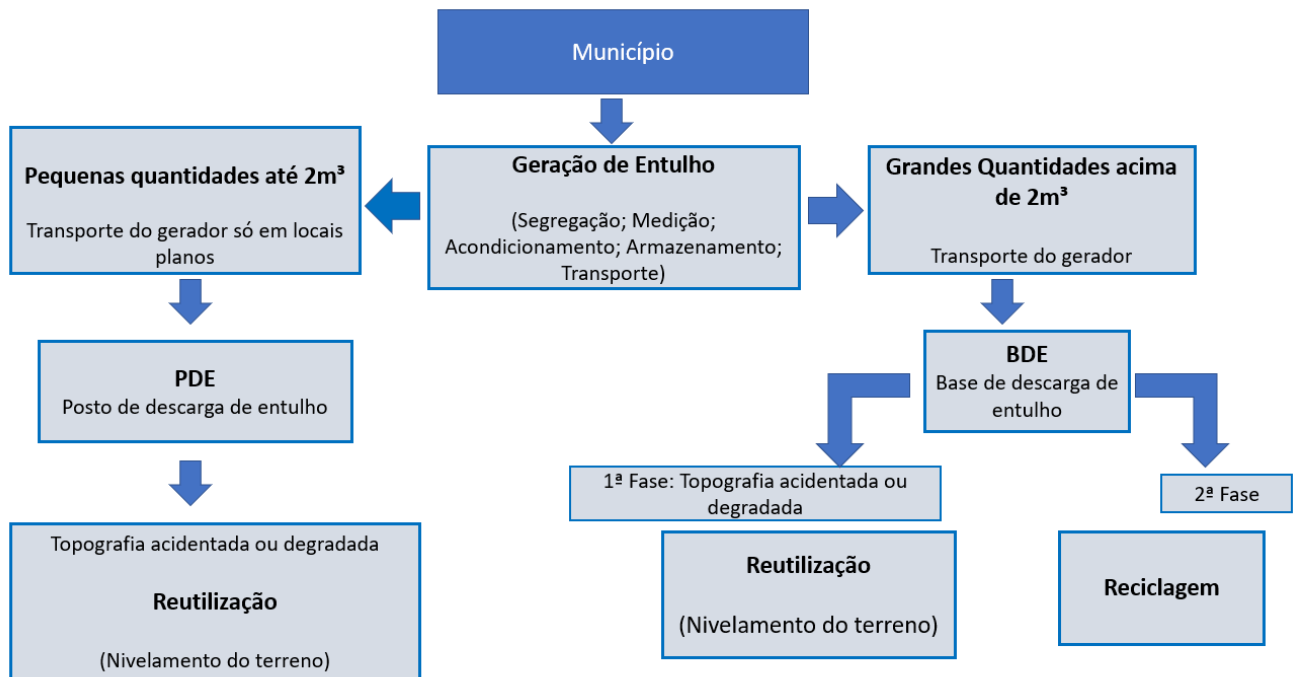


Figura 1 - Fluxograma do Funcionamento dos PDEs e BDEs
Fonte: Adaptado SALVADOR (2009)

Para a regularização e um melhor controle dos RCC, como também para utilização dos agregados reciclados, foram criadas normas técnicas Regulamentadoras e políticas públicas praticadas pelos municípios, essas normas técnicas são desenvolvidas pela entidade Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) que desenvolve diversas normas brasileiras e sobre diversos temas, para a gestão de resíduos existem cinco normas, dentre elas, destacam-se:

- NBR 15.112:2004 - Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – Áreas de Transbordo e Triagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.
- NBR 15.113:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil e Resíduos Inertes – Aterros – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.

- NBR 15.114:2004 - Resíduos Sólidos da Construção Civil – Áreas de Reciclagem – Diretrizes para Projeto, Implantação e Operação.

Estas normas têm papel fundamental no sentido de estimular a segregação, reciclagem e destinação responsável dos resíduos, dando respaldo técnico e legal.

2.3 Gerenciamento de RCC em canteiro de obras

O gerenciamento de RCC teve início no Brasil décadas mais tarde quando comparado a países europeus e foi estimulado pela necessidade corretiva e disciplinadora. As primeiras experiências de gerenciamento no Brasil ocorreram de modo isolado em Belo Horizonte e Salvador, e serviram de referência para as resoluções CONAMA de 2002. Desde então, as legislações sobre o que diz respeito a Gerenciamento de RCC e a adoção de modelos de desenvolvimento direcionados para a sustentabilidade ambiental apresentaram um grande aumento nos municípios.

A realidade na maioria dos municípios brasileiros é de atitude corretiva sendo que a mesma se torna uma situação natural, com ações de caráter não preventivo, repetitivo, custoso e, principalmente, incapaz. A limpeza, a organização e a segregação dos RCC estão diretamente relacionado às perdas de matérias e mão de obra (LORDÊLO, EVANGELISTA e FERRAZ, 2007), acredita-se que ao viabilizar uma limpeza e segregação correta dos resíduos, se consegue uma redução de grande proporção nos índices de perda no canteiro, segundo Lordêlo, Evangelista e Ferraz (2007) essa viabilização é essencial, pois:

- O canteiro fica mais limpo e organizado;
- Se evita a mistura entre os materiais e os resíduos, pois estes serão segregados, evitando que materiais novos sejam descartados como resíduo;
- Promove-se o reaproveitamento dos resíduos antes do descarte;
- Os resíduos a serem descartados serão quantificados e qualificados, o que colabora na identificação de possíveis focos de desperdício.

Conforme os resultados obtidos por grupo de empresas construtoras em Salvador na introdução do Programa de Gestão de Resíduos na Construção Civil em seus canteiros de obras (PESSOA, 2006), a segregação dos RCC acarreta em uma redução de 25% no volume total desses resíduos gerados, essa redução tem como consequência a redução nos custos da destinação. Outro fator de muita importância no referido à limpeza e organização do canteiro é a redução da incidência de acidentes de trabalho. Um ambiente de trabalho com maior nível de organização promove ganhos para empresa como também um aumento na satisfação dos colaboradores (LORDÉLO, EVANGELISTA e FERRAZ, 2007).

Segundo Pessoa (2006) e Almeida et al. (2005), as principais dificuldades encontradas na implantação de um Programa de Gestão de Resíduos (PGR) são:

- Manutenção da equipe operacional da obra comprometida com os objetivos do programa, demandando sensibilização permanente de todos os envolvidos;
- Existência de equipes de limpeza das obras em contraponto a necessidade da segregação dos resíduos na fonte com a participação dos próprios oficiais responsáveis pelos serviços;
- Disponibilidade e adequação dos dispositivos de coleta e segregação dos resíduos, assim como sua devida identificação;

Os preceitos determinam que durante toda a fase de execução do projeto ocorra a implantação do Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (GRCC). Os clientes, empreiteiros, fornecedores por fim todos aqueles envolvidos na atividade devem agir de maneira que venha cooperar para redução da geração na fonte. O GRCC e as soluções para redução de sua geração, assim como seu correto manejo e destinação, devem acompanhar todo o processo de realização do projeto, desde a sua elaboração até a entrega ao cliente e manutenção (LIMA et al., 2007). Essas medidas são fundamentais para que haja um melhoramento na implantação do PGR.

2.4 Incineração de resíduos

A incineração é um processo complementar ao aterramento e aos programas de reciclagem, conhecidos como 3 R's (Reduzir na fonte, Reutilizar e Reciclar) na medida em que estes sejam economicamente viáveis localmente (CALDERONI, 1999). Esse processo tem sido utilizado pelas cidades quando as mesmas têm esgotadas as possibilidades de emprego de outras soluções sanitárias tradicionais de destinação de lixo, tais como: aterro e compostagem. Porém a incineração é um dos processos mais caros existentes, tanto pelo aspecto de investimento a ser feito, como o de sua operação e manutenção.

Uma das vantagens dos incineradores é a de poder ser alocados em qualquer ponto, desde que bem projetados e operados. Não exigem grandes áreas, dão destino da forma mais segura, do ponto de vista sanitário e reduzem o volume total dos resíduos. Outro ponto positivo é a recuperação de energia que ocorre durante a queima nos fornos e que pode ser utilizada para gerar eletricidade ou combinado calor e energia, de maneira muito mais eficiente do que se essa recuperação ocorre, através do gás oriundo do aterro, o gás metano. Conseqüentemente esse processo também livra-se do lançamento desse gás na atmosfera, um dos grandes vilões do Efeito Estufa.

O processo atual de incineração consiste geralmente em dois estágios. A princípio o resíduo é queimado na câmara primária, que é a receptora direta do lixo, em uma temperatura suficientemente alta para que algumas substâncias presentes se tornem gases e outra assumam a forma de pequenas partículas. Nesse dispositivo, a temperatura de operação varia tipicamente entre 500°C e 900°C. Já na segunda fase, os gases gerados na câmara primária são encaminhados para a câmara secundária. Essa mistura de gases e partículas é então queimada a uma temperatura mais alta por um intervalo de tempo suficiente para que haja a combustão completa. Nesse caso, a atmosfera é altamente oxidante (excesso de oxigênio) e a temperatura de projeto varia normalmente entre 750 °C-1250 °C. (MORGADO e FERREIRA, 2006). Os gases provenientes desta segunda etapa passam por um sistema de abatimento de poluição, que consiste em muitos

estágios, antes de serem enviadas para a atmosfera via uma chaminé. Após a incineração, a parte sólida é tirada da grelha, Mas frequentemente este é levado para aterros sanitários. (MORGADO e FERREIRA, 2006)

2.4.1 Tratamento de gases

O processo de incineração de resíduos sólidos é um grande gerador de gases de combustão, e esses geralmente vêm carregados de poluentes, como por exemplo, o óxido de enxofre ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$), o ácido clorídrico (HCl), o ácido fluorídrico (HF). Também podem conter metais pesados, dioxinas e furanos⁵. Esses gases antes de serem lançados na atmosfera precisam passar por processos de tratamento, que envolvem fases físicas e químicas, havendo uma grande variedade de opções de conformação e equipamentos. Esse tratamento é separado em etapas, que englobam desde o resfriamento dos gases até a utilização de filtros. Na primeira fase do trato, os gases que saem dos fornos a uma temperatura que varia entre 1000 °C e 1200 °C são resfriados e geram vapor d'água. Esse vapor pode ser a fonte de conversão em energia elétrica, utilizado também em sistemas de aquecimento e em sistema de refrigeração.

Os produtos à base de cal, cal hidratada e calcário são reagentes altamente eficientes na captura e neutralização de contaminantes, e quando misturados com outros componentes, também removem os chamados micropoluentes. Na segunda etapa do tratamento, os gases são neutralizados com a injeção desses reagentes. Logo após, com os gases resfriados e neutralizados, os mesmos passam por um sistema de filtros (filtros-manga) que retiram os micropoluentes (fuligem, sais e hidróxido de cálcio) de dimensão de até 0,3 μm . Em algumas conformações utilizam-se outros sistemas, como precipitadores eletrostáticos, lavadores venturi, ciclones, etc. (MORGADO e FERREIRA, 2006).

⁵ Duas classes de compostos aromáticos tricíclicos, de função éter, com estrutura quase planar e que possuem propriedades físicas e químicas semelhantes. São de interesse especial, devido à sua toxicidade, estabilidade e persistência no meio ambiente.

Na terceira e última etapa do tratamento, os gases passam por um leito absorvente, à base de carvão ativado (leito fixo ou fluidizado), de alta área superficial que possui tripla ação: Retenção de óxidos nitrosos; Retenção de organoclorados; Retenção de metais voláteis. Tanto por injeção, como através de um leito fixo, o material absorvente possui comprovadamente altíssima eficiência na retenção de metais. A incineração é o aproveitamento do poder calorífico do material combustível presente no lixo através da sua queima para geração de vapor. No Brasil, atualmente, a incineração é utilizada somente para resolver a questão da disposição final de resíduos perigosos e parte dos resíduos hospitalares. No entanto, essa tecnologia utilizada atualmente no país não se faz o uso do aproveitamento energético. Seriam necessários alguns aprimoramentos tecnológicos para permitir esse aproveitamento de forma economicamente viável e ambientalmente correta (MORGADO e FERREIRA, 2006).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O problema da geração de grandes volumes de RCC e a sua incorreta disposição em aterros, lixões e afins, está longe de uma solução definitiva, visto a dificuldade de modificar uma cultura já enraizada no mercado da construção civil. A transformação na intenção de obter um resultado positivo e eficaz teria no seu caminho barreiras alicerçadas em um molde arcaico de pensar e agir, que acompanha a grande maioria das construtoras, afinal, um empreendimento é elaborado para dar lucro imediato e conscientizar que todo o investimento em ações que visam a sustentabilidade daria muito lucro, mas que seria longínquo, não tem muitas expectativas de aceitação.

Através dos estudos, observou-se que a incineração é uma excelente opção dentre as já conhecidas e utilizadas. A eficiência em diminuir os volumes gerados, a possibilidade de atender aos mais variados tipos de RCC, o tratamento dos gases emitidos, diminuindo conseqüentemente o prejuízo a atmosfera, a possibilidade de, através da combustão, gerar energia, dentre outras qualidades, são características suficientes para colocar a incineração como uma das melhores opções dentre as já

conhecida. Porém inicialmente, os custos para a implantação de uma incineradora em Salvador-BA seriam inviáveis, pois esse seria um investimento altíssimo. Em contra partida a utilização de fornos de cimento para fins de incineração de RCC é uma boa opção para o começo da grande jornada que visa solucionar as questões dos resíduos nessa cidade. Vale destacar que se o poder público atuar em fiscalizações e a iniciativa privada colaborar, teremos um grande avanço. Aprimorar os processos de reciclagem é também uma ótima opção, por já ser um método utilizado e ser bem aceito no mercado da construção civil.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T.G. M. et al. **Análise da Implantação de Programa de Gestão Diferenciada de Resíduos em Canteiros de Obras**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004**: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BLUMENSCHNEIN, R.; SPOSTO, R.M. **Projeto de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**: Programa de Gestão de Materiais. (Cartilha). Publicação: UnB, CBIC, SINDUSCON-DF, SINDUSCON-GO, Prefeitura de Goiânia. Brasília, 2003, snp.

CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no lixo**. 3 Ed. São Paulo: Humanitas, 1999.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**: Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos **Demolição** - RCD. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

EVANGELISTA, P.A. **Alternativa sustentável para destinação de resíduos classe a: diretrizes para reciclagem em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011, 152 p.

LIMA, J.A.R. et al. **Manual Resíduos de Construção**: da geração à destinação responsável. Salvador: SENAI-BA, 2007. 20p.

LIMPURB. Leis Municipais. Decreto nº 12.133. 2005. Dispõe sobre manejo, acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e destino final dos resíduos sólidos resultantes das obras de construção civil e dos empreendimentos com movimento de

terra - entulho - e dá outras providências. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/ba/s/salvador/decreto/1998/1213/12133/decreto-n-12133-1998-dispoe-sobre-manejo-acondicionamento-coleta-transporte-tratamento-e-destino-final-dos-residuos-solidos-resultantes-das-obras-de-construcao-civil-e-dos-empresendimentos-com-movimento-de-terra-entulho-e-da-outras-providencias>>.

Salvador, BA. Acesso em: 15 de novembro de 2018.

LORDÊLO, P.M.; EVANGELISTA, P.P.A.; FERRAZ, T.G.A. **Gestão de resíduos na construção civil: redução, reutilização e reciclagem**. Salvador: SENAI-BA, 2007. 86 p.

MARQUES NETO, J.C. **Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição no Brasil**. 1 Ed. São Carlos: Editora RiMa, 2005, 162p.

MARTINS, F.G. **Gestão e gerenciamento de resíduos da construção civil em obras de grande porte: estudos de caso**. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2012, 188p.

MORGADO T.C.; FERREIRA O.M. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Co-geração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia. Trabalho de Conclusão de Curso**, Universidade Católica de Goiás. Goiânia, 2006. 18 p.

NBR 10.006 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 2004.

NBR 10.007 – Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: 2004.

OLIVEIRA, P. E. S.; OLIVEIRA, J. T. R.; FERREIRA, S. R. M. **Avaliação do desempenho do concreto com uso de agregado de Resíduos de Construção e Demolição - RCD**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

PESSOA, E.V. **Gestão de Resíduos de Construção Civil: Alternativas adotadas para segregação, coleta e destinação de resíduos de construção de edificações com base em um estudo de casos**. Salvador, 2006. 116 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.

PINTO, T.P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. 218p. Disponível em: <<http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>>. Acesso em: 03 novembro 2018.

PINTO, T.P.; GONZÁLEZ, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CEF, 2005, v. 1, 196p. (Manual de orientação: como implantar um sistema de manejo e gestão nos municípios, v.1).

SOUZA, U.E.L. et al. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, 2004.

REAPROVEITAMENTO DE BIOMETANO GERADO EM RESIDÊNCIAS URBANAS SUSTENTÁVEIS

Jefferson Cesar Paixão **BARROS**⁶
Caio Cesar Sá dos **SANTOS**⁷
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**⁸

RESUMO

Residências urbanas não costumam apresentar projetos para reaproveitamento de biogás gerado pela decomposição do esgoto doméstico. Visando apontar o potencial da geração de biogás pelas residências urbanas, este trabalho apresenta a possibilidade de obtenção de biometano que seria produzido em uma residência genérica e a metodologia para aproveitamento do gás gerado. Através de exames na literatura e da comparação com modelo usual existente no campo, buscou-se evidenciar a necessidade de tal projeto no contexto da inovação tecnológica e da sustentabilidade urbana.

Palavras-chave: Biogás. Biometano. Residências. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Urban dwellings do not usually present projects to reuse biogas generated by the decomposition of domestic sewage. Aiming to point out the potential of biogas generation by urban dwellings, this work presents the possibility of obtaining biomethane that would be produced in a generic residence and the methodology to use the generated gas. Through examinations in the literature and the comparison with usual model in the field, it was sought to highlight the need for such a project in the context of technological innovation and urban sustainability.

Keywords: Biogas, Biomethane, Residences, Sustainability.

⁶ Graduanda(o) em Engenharia Mecânica pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: jefferson3103@yahoo.com.br

⁷ Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Ciência e Tecnologia. Email: eng.caiosa@gmail.com

⁸ Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Email: pauloribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A evolução do homem e da sociedade explica a necessidade do uso diversificado de fontes para obtenção de energia em suas diversas formas, levando-o a selecioná-la de acordo com a dificuldade de obtenção dessa energia e aos impactos resultantes ao meio em que vive. A descoberta, o controle e a utilização das diferentes formas de energia têm permitido ao homem avançar para um estilo de vida mais estável. E, desta maneira, também devido ao crescimento populacional, necessita de cada vez mais energia para suprir suas necessidades de conforto e produção de bens. Sua capacidade de pensamento e criatividade o incentiva a utilizar a ciência e a tecnologia a seu serviço, busca por recursos cada vez mais escassos tendo como reflexo uma quase que total degradação ambiental.

O esgoto gerado pelo homem pode se tornar uma potencial fonte de energia devido ao metano presente no biogás, este é liberado pela decomposição anaeróbia da parte orgânica presente no resíduo, sendo um gás de grande potencial energético. Diversos estudos têm sido desenvolvidos para o aproveitamento energético do biogás, principalmente em grandes Estações de Tratamento de Esgotos (ETE's). O gás metano (CH_4) é um dos gases causadores do efeito estufa, tem sua origem no processo de decomposição de matéria orgânica e apontado como um dos principais agentes causadores deste efeito. A boa notícia é que pode servir para a geração de energia limpa por meio de sua queima, evitando que agrida o meio ambiente (BRASIL 2015).

A obtenção do biogás pode chegar a reduzir a dependência de combustíveis fósseis, não renováveis, inclusive pode minimizar as variações de preços geradas pelas políticas em relação ao petróleo. A utilização do metano como fonte de energia constitui uma solução ambientalmente correta, pois contribui para reduzir os impactos globais causados pela queima de combustíveis fósseis, como também colabora com a matriz energética dos países em desenvolvimento (CIBIOGÁS, 2016). Completa Bilotta e Ross (2016), que o gás metano (CH_4) além de ser uma importante fonte de calor e energia, é apontado como um dos principais agentes causadores do efeito estufa com um potencial de aquecimento cerca de vinte e uma vezes maior que o dióxido de carbono (CO_2).

A eficiência na etapa de tratamento biológico aumenta a produção de metano, revestindo o biogás de potencial calorífico, resultando na capacidade de obtenção de energia (GARCILASSO, 2018). O potencial de biogás das residências é pouco explorado no Brasil, ocorre em poucos municípios e, na maioria dos casos, é proveniente de biodigestores no tratamento e estabilização de dejetos de animais em zonas rurais. As dificuldades ainda existentes impedem o crescimento desta fonte de energia e a sua consolidação no país.

Este artigo visa apontar uma estratégia para o aproveitamento de biometano, com o intuito de apresentar o princípio de funcionamento de um sistema para aproveitamento de biometano e suas partes constituintes. Através da interação entre áreas do conhecimento das Engenharias Mecânica, Civil e Ambiental, além do entendimento e aplicação das novas tecnologias, espera-se evidenciar a comparação com uma configuração básica existente, na intenção de que se possa conduzir a uma concepção tecnológica viável para atender as expectativas, apontando seus limites e desafios. A viabilidade será analisada através do desenvolvimento de estudo de um projeto teórico.

Nos últimos anos, houve a disparada de preços do gás liquefeito de petróleo (GLP) devido à mudança da política de preços dos derivados de petróleo, alterando, também, a política de reajustes do preço do gás de cozinha tornando os aumentos mais frequentes, objetivando estabelecer cotações mais próximas às do mercado global. Devido a essa política o peso no bolso do consumidor tem sido incerto (DIEESE, 2018). Outra preocupação eminente relacionada às atividades humanas é o aquecimento global, cujo processo é causado por massivas emissões de gases que intensificam o efeito estufa, provocando o aumento da temperatura média dos oceanos e da atmosfera terrestre. O aumento da concentração do gás metano (CH_4), vinte e uma vezes mais poluente que o dióxido de carbono (CO_2), também resultado da produção e distribuição de combustíveis fósseis entre outros gases provenientes das atividades humanas, resulta na redução da camada de ozônio, derretimento das camadas polares, redução de áreas agricultáveis e florestas tropicais, inclusive eventos climáticos atípicos. Existe a urgência em reduzir a emissão dos gases do efeito estufa (GEE) devido às consequências ambientais

registradas pela humanidade e com riscos irreparáveis num futuro próximo como, por exemplo, a extinção das espécies mais sensíveis (IPCC, 2014).

A escolha deste tema é justificada pela proposta do biogás poder ser usado em substituição ao gás natural (GN) ou GLP, conhecido popularmente como gás de cozinha. Pode, também, ser utilizado para a produção de energia elétrica, para tanto é necessário à utilização de geradores elétricos específicos. Nota-se a possibilidade referente a domicílios, caracterizando o presente projeto como uma tecnologia de âmbito social e apresentando-se como uma oportunidade tecnológica para acesso a tal recurso, o que poderá somar-se a criação de uma extensa cadeia de produtos, serviços e formação de mão de obra especializada ligados a essa temática.

Neste aspecto, o presente artigo propõe uma metodologia para captação, tratamento, armazenamento e posterior uso do biogás oriundo do esgoto doméstico, com o intuito de promover a autossuficiência de uma residência genérica e incentivar o mercado de créditos de carbono.

2. GASES DO EFEITO ESTUFA

O efeito estufa é um fenômeno natural que faz com que a temperatura da superfície da Terra seja favorável à existência de vida no planeta. Quando existe um balanço entre a energia solar incidente e a energia refletida na forma de calor pela superfície terrestre, o clima se mantém praticamente inalterado (MMA, 2012). Para entender esse efeito, basta pensar em um veículo parado sob a luz do sol. A radiação solar passa pelos vidros e aquece o interior (calor). Esse calor tenta sair pelos vidros, mas tem dificuldade de passar por eles. Deste modo, uma parte fica presa dentro do veículo, aquecendo-o. Esta similaridade acontece com a atmosfera da Terra, elevando a temperatura média e causando mudanças climáticas.

Conforme o IPCC (2014), a mudança do clima global é um dos mais graves problemas ambientais deste século. Nos últimos cem anos, registrou-se um aumento de cerca de 0,7 °C na temperatura média global da terra. Esse problema vem sendo causado pela intensificação da emissão dos Gases de Efeito Estufa (GEE). A intensificação, por sua vez, está relacionada ao aumento da concentração na atmosfera da Terra de determinados gases, principalmente o dióxido de carbono

(CO₂) e o metano (CH₄), sendo que o gás metano é muito mais efetivo que o dióxido de carbono na absorção da radiação emitida pela superfície da terra.

3. DIGESTÃO ANAERÓBICA, BIOGASIFICAÇÃO OU BIOMETANIZAÇÃO

A digestão anaeróbia, ou também biogaseificação ou biometanização, é um conjunto de processos pelos quais o material orgânico é convertido microbiologicamente sob condições anaeróbicas (sem a presença de oxigênio) em biogás, onde microorganismos degradam a matéria orgânica através de cascatas de conversões bioquímicas para metano e dióxido de carbono. Uma ampla variedade de aplicações de processo para biometanização de águas residuais foi desenvolvida e utilizam diferentes tipos de reatores (totalmente misturados, *plug-flow*, biofilme, UASB, dentre outros) e condições de processo (tempos de retenção, taxas de carga, temperaturas, dentre outras) para maximizar a produção de energia dos resíduos e também para diminuir a retenção tempo e melhorar a estabilidade do processo. A biometanização tem um forte potencial para a produção de energia a partir de resíduos orgânicos. Ajuda a reduzir o uso de combustíveis fósseis e, assim, reduzir a emissão de CO₂ (ANGELIDAKI et al., 2011).

A norma ISO 20675 (2018), define termos e descreve classificações relacionadas à produção de biogás por digestão anaeróbia, gaseificação de biomassa e energia para gás de fontes de biomassa, condicionamento de biogás, melhoria de biogás e utilização de biogás de uma perspectiva de segurança, ambiental, desempenho e funcionalidade, durante o projeto, fabricação e instalação, construção, testes, comissionamento, aceitação, operação, inspeção regular e fases de manutenção.

3.1 O biogás e o metano

O biogás consiste em uma mistura gasosa composta principalmente de gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), com pequenas quantidades de gás sulfídrico (H₂S) e umidade (H₂O). Pode ser classificado como biocombustível por ser uma fonte de energia renovável, é uma forma de obtenção de energia que pode auxiliar o

ser humano a se emancipar da dependência dos combustíveis fósseis. Sua purificação consiste principalmente na remoção de sulfeto de hidrogênio e dióxido de carbono de modo a evitar problemas ambientais. O uso do biogás como fonte de energia renovável é excelente, pois transforma algo inútil para a sociedade e que degrada o meio ambiente, em algo bom para as pessoas que usam essa energia. O biogás, sem passar por um processo de tratamento, é extremamente corrosivo. Seu aproveitamento nessa forma necessita de equipamentos específicos, manutenções e substituições de peças frequentes. (LIMA et al., 2012).

O termo biometano é utilizado para identificar a mistura gasosa resultante do processo de limpeza, purificação do biogás, no qual são retirados, principalmente, umidade, CO₂, H₂S e outros contaminantes a nível de traços. As vantagens do biometano sobre o biogás é que ele possui características físico-químicas semelhantes às do gás natural, fato que o credencia a substituir este combustível em seus diversos usos, com a vantagem de ser produzido a partir de matéria orgânica residual e renovável. Somado a isso, o poder calorífico do biometano é maior que o do biogás (COELHO, 2017).

O metano (CH₄) é um gás formado pela biodigestão de matéria orgânica, como lixo orgânico, fezes humanas ou de animais, dentre outros sendo formado por carbono e hidrogênio e, embora não possua cor ou cheiro, pode ser extremamente inflamável quando exposto ao ar. Sendo o principal componente do biogás, não tem cheiro, cor, ou sabor, mas os outros gases presentes conferem-lhe ligeiro odor de ovo podre ou alho. Seu peso é pouco mais que a metade do peso do ar. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2017) estabelece o método para a determinação de compostos voláteis de sílica presentes em biometano obtido da purificação de biogás oriundo de aterros sanitários, de tratamento de esgoto e de outros processos geradores de gás.

3.2 Esgoto sanitário e o tanque séptico

O esgoto sanitário ou efluente doméstico é toda a vazão esgotável originada do desempenho das atividades domésticas, tais como lavagem de piso e de roupas, consumo em pias de cozinha e esgotamento de peças sanitárias, como por exemplo,

lavatórios, bacias sanitárias e ralos de chuveiro. “É fundamental, também, observar-se que a boa operação e confiabilidade dos sistemas que compõem as atividades de saneamento básico respondem diretamente por melhores condições de saúde, conforto e segurança e produtividade em uma comunidade urbana” (AMBIENTE SANEAMENTO, 2008).

A Figura 1 exemplifica o trajeto que o esgoto proveniente de uma residência entra no sistema de esgotamento sanitário através da tubulação, sendo encaminhado ao tanque séptico para tratamento preliminar, onde são dissolvidos os sólidos mais grosseiros e encaminhado para a rede de coleta. Evidenciados em vermelho estão a tubulação de saída dos gases gerados, o trajeto percorrido após a descarga chegando ao tanque séptico e, em seguida, sendo direcionado para rede de coleta.



Figura 1 - Fluxo do esgoto em uma residência
Fonte: Elaborado pelos autores, 2018

O tanque séptico é um tanque impermeabilizado no qual o esgoto não tratado permanece por algumas horas antes de ser lançado na rede de coleta. Nele, microrganismos existentes mineralizam parte da matéria orgânica, gerando lodo, gases e efluente. Possui a função de separar e digerir anaerobicamente (na ausência de oxigênio) a matéria orgânica presente na forma sólida contida, descarregando-a no solo ou em algum corpo receptor, onde se completará o tratamento. (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993).

Para o projeto, construção, operação e manutenção de uma fossa séptica deverá ser adotada a norma NBR-7229 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1993), onde poderá ser obtido o volume total necessário para

implantação. A Figura 2 representa a seção transversal de um tanque séptico em funcionamento.

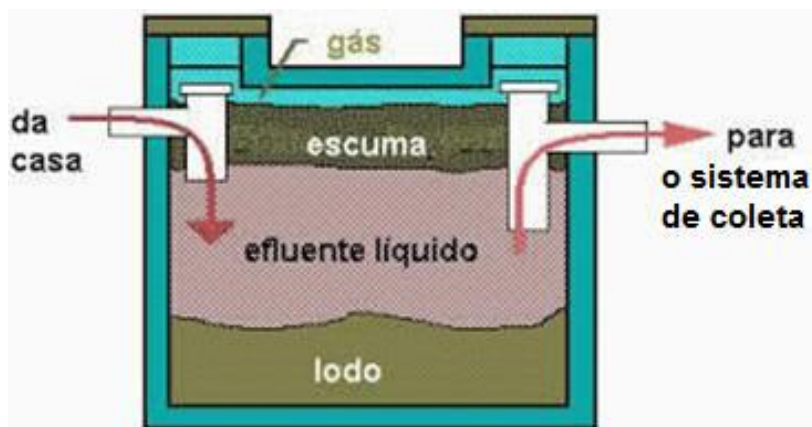


Figura 2 - Seção transversal de um tanque séptico em funcionamento gerando gás
Fonte: Adaptado FRIGO et al. (2015)

3.2.1 Geração de combustível a partir do esgoto doméstico

O gás resultante da decomposição da matéria orgânica dos esgotos sanitários do sistema de tratamento de águas residuais pela ação de microrganismos anaeróbios possui como principal componente o metano que é utilizado como combustível (BILOTTA e ROSS, 2016).

O acelerado desenvolvimento econômico e o aumento de preço dos combustíveis fósseis somando-se a sua escassez têm criado esforços na produção de energia a partir de novas fontes renováveis e economicamente atrativas, sempre que possível. A obtenção de combustíveis gasosos a partir da digestão anaeróbia de resíduos orgânicos animais é uma possibilidade existente. Após um processo adequado de tratamento, este gás pode ser queimado para produzir calor sendo possível aproveitá-lo para a produção de eletricidade (OLIVEIRA, 2010; LOPES et al., 2011).

Todo processo anaeróbio é bastante afetado pela variação de temperatura do esgoto; sua aplicação deve ser feita de modo criterioso. O processo é eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas, desde que as outras condições sejam satisfatórias. (ABNT NBR 7229, 1997).

3.3 Biodigestores e o modelo canadense

O modelo canadense foi tomado como parâmetro de comparação na análise visto que entre as tecnologias existentes encontradas, assemelha-se bastante ao sistema de uma residência. Sendo um biodigestor com gasômetro de PVC (Vinimanta), de tratamento secundário, seu objetivo é a redução e estabilização da matéria orgânica, remoção de patógenos e agregação de valor através da produção de biofertilizante e de biogás. Sua estrutura complementar é composta de tubos e conexões para o abastecimento e drenagem; sistema de armazenagem, de transporte e distribuição de biofertilizante; sistema de transporte e conversão de biogás em energia térmica ou elétrica. A forma de operação é em regime contínuo através da alimentação de substrato orgânico a ser processado e drenagem de material já tratado (FRIGO et al., 2015).

O processo de biodigestão inicia-se a partir da entrada da matéria orgânica (afluente) no tanque de alimentação onde ocorre a fermentação gerando biogás e chorume (efluentes). O biogás gerado é conduzido a um gasômetro (dispositivo acumulador de gás) no qual poderá ser fornecido para aproveitamento térmico. Devido ao tratamento do resíduo, o chorume gerado é encaminhado a um reservatório sendo transformado em biofertilizante utilizado como adubo na plantação. A Figura 3 descreve os principais componentes e as funções de um biodigestor de um modo simplificado.

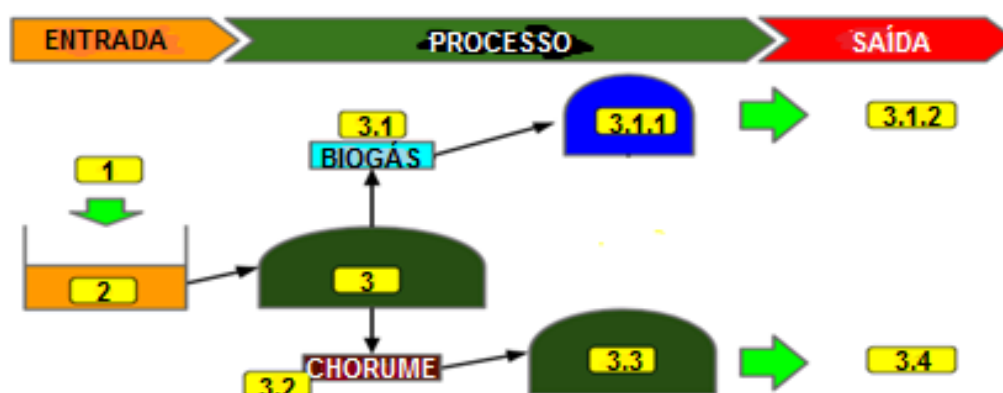


Figura 3 – O modelo básico de um biodigestor

Fonte: MACHADO, 2017

Legenda: 1 - Matéria Orgânica; 2 - Tanque de Alimentação; 3 - Fermentador; 3.1 - Biogás; 3.1.1 - Gasômetro; 3.1.2 - Energia Térmica; 3.2 - Chorume; 3.3 – Reservatório; 3.4 - Biofertilizante.

Em resumo, a matéria orgânica é inserida em um tanque de alimentação no qual a direciona para um fermentador, como subproduto da fermentação, serão gerados o biogás que poderá ser acumulado em um gasômetro e posteriormente transformando em energia térmica e o chorume que será acumulado em um reservatório e servirá como biofertilizante para incremento da adubação em lavouras.

3.4 Sistema de armazenamento e aproveitamento de biogás de esgoto

Em similaridade à tecnologia anterior, a operação de tratamento de efluente doméstico também é em regime contínuo de alimentação de substrato orgânico a ser processado. As residências dispõem de um sistema interno de tubulações que, em alguns casos, encaminha o substrato gerado para um tanque impermeabilizado (fossa séptica tratada anteriormente) no qual a matéria orgânica não tratada é mineralizada, sendo gerado lodo, gases e efluentes que são lançados na rede de coleta onde segue o fluxo rumo à estação de tratamento da cidade. Entretanto, para que ocorra o processo de captação do biogás e conversão em biometano para utilização devem ser considerados outros processos como a alimentação do tanque, construção da rede de tubos e a quantidade de insumos que serão introduzidos e reaproveitados.

A ABNT NBR 14462-1:2016 estabelece os requisitos para adequação à finalidade dos sistemas de tubulações de polietileno (PE) usados para o fornecimento de gases combustíveis. Quanto ao aproveitamento do biogás gerado são sugeridas implantações básicas: 1) instalação de um tanque séptico; 2) filtração do gás sulfídrico por meio de um filtro de óxido de ferro; 3) armazenamento do biogás, por meio de um gasômetro; 4) conversão energética do biogás em energia térmica através de um fogão a biogás.

Através da tubulação coletora, o material orgânico é introduzido no tanque para ser submetido à digestão anaeróbia e consequente produção de biogás e esgoto resultante. É possível inserir resíduo orgânico continuamente, sem que o nível máximo do biodigestor seja atingido. O gás formado continuamente deve ser filtrado e armazenado para uso posterior. Os materiais e equipamentos utilizados

para este tipo de projeto podem ser alterados desde que satisfaçam as necessidades do processo. Na Figura 4 pode ser observado um tanque séptico funcionando como um biodigestor e suas ligações com a residência, rede de coleta e a saída do biogás.

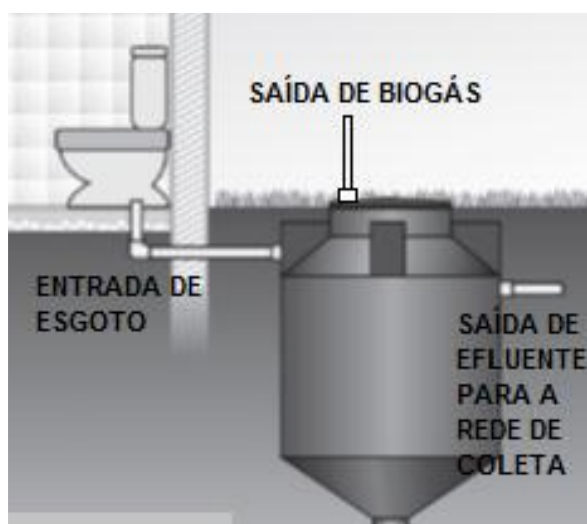


Figura 4 – Tanque séptico
Fonte: Adaptado ACQUALIMP, 2015

Algumas substâncias presentes no biogás têm caráter indesejado, podem interferir na combustão tornando-a menos eficiente, pois, durante a queima absorvem energia. Antes da utilização do biogás o mesmo deve ser purificado, o que na prática significa retirar/diminuir/eliminar o gás sulfídrico (H_2S) da sua composição logo após a saída do biogás do biodigestor. Alguns purificadores possuem em seu interior produtos químicos na forma de pellets (pequenos granulados) em proporções adequadas, proporcionando melhor eficiência na reação com o gás sulfídrico (H_2S) presente no biogás causando a sua eliminação.

Poderá ser utilizado um sistema de filtragem de biogás por meio de filtros sequenciais, utilizando como material filtrante, no primeiro filtro, cavacos de aço oxidados oriundos de usinagem e no segundo filtro, palha de aço oxidada. A parte estrutural dos filtros é composta por meio de tubos de PVC, onde o biogás in natura entra pelo centro do filtro na parte inferior, atravessa uma camada de cavacos de aço oxidado compactado oriundo de usinagem, retendo parte do gás sulfídrico por processo de redução, saindo pela parte superior de filtro; entra pela parte inferior de

um segundo filtro atravessando uma outra camada de palha fina de aço oxidado compactada, para retenção do gás sulfídrico remanescente e sai pela parte superior do segundo filtro indo em direção ao recipiente onde será acumulado (JUNIOR et al., 2006).

O gasômetro tem a finalidade de armazenar biogás sob baixa pressão. Descarta a ideia inicial de instalar um compressor, que exigiria outros equipamentos, tais como secadores. É feito de PVC e possui duas camadas. A interna é preta e resistente o suficiente para conter o biogás. A externa é azul e protege a camada interior do meio ambiente. Em relação à proteção contra Incêndio, o material da membrana não pode ser inflamável. A manutenção deve ser facilmente feita, por exemplo, quando há vazamento de gás sendo necessária apenas uma pequena correção. Os eletrodomésticos que utilizam fontes de energias renováveis são chamados de eletrodomésticos de linha branca. O biogás produzido dentro do biodigestor possui baixa pressão, a qual não é suficiente para a utilização em fogões normais, devendo ser utilizado fogões especiais para o uso de biogás. A conversão de um fogão comum para que seja usado com biogás serão necessários ajustes no sistema de combustão e outros componentes de forma que o fogão passe a produzir chamas contínuas e regulares, possibilitando o uso doméstico de forma segura. Os fogões disponíveis hoje no mercado funcionam com gás liquefeito de petróleo (GLP) e com gás natural (GN) e não são recomendados para o uso com o biogás.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A fim de possibilitar o aprimoramento de estudos pertinentes ao segmento desta pesquisa, verifica-se que o aproveitamento energético de biogás em residências mostra-se promissor, resultando em benefícios ambientais, diante da redução de emissões de metano para a atmosfera. Nota-se o benefício econômico no uso deste gás. Do ponto de vista social, esta pesquisa abre possibilidades para que efetivamente ocorra o aproveitamento, criando oportunidades para implantação de novas tecnologias em diversas residências que ainda não dispõem de projetos para reaproveitamento de biogás, tornando as residências sustentáveis e atendendo

ao objetivo global de desenvolvimento sustentável proposto pela ONU. Observando a demanda em relação ao setor de gás, a alternativa de produção de biogás a partir de uma residência apresenta-se viável pela quantidade de produção de dejetos. Observam-se ganhos sociais e ambientais, somando-se a questão da soberania e dependência mínima de insumos importados. Objetivando trabalhar a importância do biogás no processo, onde uma substituição importante pode acontecer. A recuperação do resíduo é uma questão de adequação visto que os recursos naturais possuem limitações e que a população humana naturalmente aumenta mais a cada dia, existindo a iminente necessidade de evolução tecnológica viável.

Para perspectivas futuras, o autor pretende realizar avaliações e estudos para garantir a plena conformidade com os requisitos do processo, da eficiência e da economia em relação aos materiais mais adequados para instalação e/ou fabricação, já que a questão ainda é um desafio tecnológico no país considerando a produção de biogás. Primeiro, porque a depender do local não vale a pena ter um processamento visto que custaria muito mais que o próprio valor do mercado do produto em si. Segundo, do ponto de vista do biogás existe a possibilidade de se analisar qual a produção ou potencial de produção e o retorno ambiental resultante.

REFERÊNCIAS

ACQUALIMP. 2015. Disponível em: <<https://www.acqualimp.com/>>. Acesso em: 15 Outubro 2018.

AMBIENTE SANEAMENTO. 2008. Disponível em: https://ambientes.ambientebrasil.com.br/saneamento/tratamento_de_efluentes/sistemas_de_esgotos.html . Acesso em: 20 out. 2018.

ANGELIDAKI, I.; KARAKASHEV, D.; BATSTONE D.J.; PLUGGE C.M.; STAMS, A.J.M.; **Biometanização e seu potencial.** Elsevier. v. 494, 2011, p. 327-351. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123851123000160> . Acesso em: 13 set. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14462-5: **Sistemas de tubulações plásticas para o suprimento de gases combustíveis — Polietileno (PE) Parte 5: Adequação à finalidade do sistema.** Rio de Janeiro, 8p., 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16561: **Biometano - Determinação de siloxanos por cromatografia em fase gasosa e amostragem com tubo de dessorção térmica**. Rio de Janeiro, 12p., 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7229: **Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos**. Rio de Janeiro, 15p., 1997. Disponível em: http://acquasana.com.br/legislacao/nbr_7229.pdf . Acesso em: 30 jun. 2018.

BILOTTA, P.; ROSS, B.Z.L. Estimativa de geração de energia e emissão evitada de gás de efeito estufa na recuperação de biogás produzido em estação de tratamento de esgotos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 21, n. 2, p.275-282, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522016000200275&lng=en&nrm=iso . Acesso em: 15 set. 2018.

BRASIL. Dieese, Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. Nota Técnica nº 195 de julho de 2018. **A alta dos preços do gás de cozinha e o impacto para os trabalhadores**. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/notatecnica/2018/notaTec195gas.html> . Acesso em: 08 set. 2018;

BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Probiogás. **Guia Técnico de Aproveitamento Energético de Biogás em Estações de Tratamento de Esgoto**. Ed. 1. Ministério das Cidades, Brasília, DF, 2015. Disponível em: <https://www.giz.de/en/downloads/probiogas-guia-etes.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2018.

CIBIOGAS. **Centro Internacional de Energias Renováveis-Biogás**. 2016. Disponível em: https://cibiogas.org/quem_somos. Acesso em: 22 set. 2018.

CIÊNCIA VIVA. 2012. Disponível em: <http://portalcinciaviva.blogspot.com/2012/04/o-ar-e-suas-propriedades.html>. Acesso: 10 set. 2018.

COELHO, J.M. **Impactos da participação do biogás e do biometano na matriz energética**. In: IV FÓRUM DO BIOGÁS, São Paulo, 17-18 de outubro de 2017.

CREDER, Hélio. **Instalações Hidráulicas e Sanitárias**. 6ª Edição. LTC: Rio de Janeiro. 2006.

FRIGO K.D.A.; FEIDEN A.; GALANT N.B.; SANTOS R.F.; Mari A.G.; FRIGO E.P. Biodigestores: seus modelos e aplicações. **Acta Iguazu**. v. 4, n. 1, p. 57-65, 2015. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/12528> . Acesso em: 16 set. 2018.

GARCILASSO V.P.; JUNIOR A.D.N.F.; SANTOS M.M; JOPPERT C.L. **Tecnologias de produção e uso de biogás e biometano**. 2018. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/gbio/?q=noticia/pesquisadores-do-gbio-lan%C3%A7am-livro-sobre-tecnologias-de-produ%C3%A7%C3%A3o-e-uso-de-biog%C3%A1s-e-biometano> . Acesso em: 15 set. 2018.

ISO 20675:2018. **Biogás - Produção, condicionamento, atualização e utilização de biogás - Termos, definições e esquema de classificação;**

JUNIOR, E.G.; SILVEIRA, J.L.; GIACAGLIA G.E.O. **Sistema de armazenamento e aproveitamento energético de GNB (Gás Natural a Baixa Pressão) e de biogás de esgoto.** XII SILUBESA - Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Portugal, 2006. Disponível em: www.aprh.pt/xii_silubesa/COMUNICACOES/4.PDF . Acesso em: 10 out. 2018.

LIMA, A.C.G.; PASSAMANI, F.C. **Avaliação do potencial energético do biogás produzido no reator UASB da ETE-UFES.** Projeto de Graduação para Conclusão de Curso da Faculdade de Engenharia. Vitória, 2012. Disponível em: http://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/avaliacao_do_potencial_energetico_do_biogas_produzido_no_reator_uasb_da_ete-ufes_reduzido.pdf. Acesso em: 22 set. 2018.

LOPES, A.O.; PORTUGAL, N.S.; JUNIOR, P.S.P. GUEDES, L.S.V. **Produção de metano em estações de tratamento de esgotos e co-geração de energia elétrica: um estudo de caso na ETE em Passos - MG.** XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_143_902_17811.pdf . Acesso em: 10 maio 2018.

MACHADO G. **Princípio de funcionamento de um biodigestor anaeróbio.** Disponível em: <https://www.portaldobiogas.com/principio-de-funcionamento-de-um-biodigestor-anaerobio/> . Acesso em: 10 set. 2018.

OLIVEIRA, R.D. **Geração de energia elétrica a partir do biogás produzido pela fermentação anaeróbia de dejetos de abatedouro e as possibilidades de mercado de carbono,** 2010, 98p. Disponível em: <http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180500/tce-26042010091847/?&lang=br>>. Acesso em: 22 set. 2018.

Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC. **Quinto Relatório de Avaliação: Mudança Climática 2014.** Disponível em: http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml. Acesso em: 08 set. 2018.

Portal Ministério do Meio Ambiente - MMA. **Efeito Estufa e Aquecimento Global.** Disponível em: www.mma.gov.br/informma/item/195-efeito-estufa-e-aquecimento-global . Acesso em: 11 nov. 2018.

INSPEÇÃO AVALIATIVA DO SISTEMA DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS DE UMA FÁBRICA CAFEIEIRA

Geórgia Conceição do Nascimento **PIMENTA**⁹

Yuri Lima **SILVA**¹⁰

Caio Cesar Sá dos **SANTOS**¹¹

Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**¹²

RESUMO

O objetivo deste trabalho é avaliar as condições de um Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA) de uma fábrica cafeeira localizada no município de Salvador (Bahia), cuja atividade econômica principal é a produção de café e chá. Para tanto foi realizada uma análise da documentação existente referente ao SPDA, a fim de verificar o atendimento as exigências aceitas pela Norma Brasileira - 5419 – Proteção de Edificações contra Descargas Atmosféricas. Também foi realizada uma vistoria minuciosa do sistema, verificando a existência, o estado e a funcionalidade do mesmo. Por fim foram executadas medições dos valores das resistências de aterramento dos pontos de descidas do sistema, constatou-se através da análise dos resultados que a edificação não atende alguns dos requisitos exigidos. A documentação apresentou-se incompleta e desatualizada, as inspeções anuais estavam atrasadas, o estado de conservação do sistema é precário e as medições da resistência de aterramento apresentaram valores acima do limite definido por norma.

Palavras-chave: Proteção. Atmosféricas. Resistência.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the conditions of an Air Discharge Protection System (SPDA) and briefly describe a plant located in the region of the city of Salvador (Bahia), whose main economic activity is the production of coffee. For this purpose, an analysis of the existing documentation related to the SPDA was carried out in order to verify if it met the requirements accepted by the standard NBR-5419 - Protection of Buildings against Atmospheric Discharges. A thorough inspection of the system was also carried out, verifying the existence, state and functionality of the system. Finally, measurements of the ground resistance values of the system drop points were carried out. It was verified through the analysis of the results that the building does not meet some of the required requirements. Documentation is incomplete and outdated, annual inspections are delayed, system maintenance is precarious and ground resistance measurements are above the standard limit.

Keywords: Protection. Atmospheric. Resistance.

⁹ Graduanda em Engenharia Elétrica pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: georgia.pimenta@hotmail.com

¹⁰ Graduando em Engenharia Elétrica pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: yuri.lsilva@hotmail.com

¹¹ Bacharel em Engenharia Elétrica pela Faculdade de Ciência e Tecnologia. Email: eng.caiosa@gmail.com

¹² Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Email: pauloribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Descarga elétrica atmosférica é um acontecimento da natureza absolutamente imprevisível e aleatório, tanto em relação às suas particularidades elétricas (intensidade de corrente, tempo de duração), como em relação as sequelas destruidoras decorrentes de sua incidência sobre as edificações.

A descarga começa quando o campo elétrico causado por estas cargas excede a capacidade isolante, também conhecida como rigidez dielétrica, do ar em um dado local na atmosfera, que pode ser dentro da nuvem ou próximo ao solo. Quebrada a rigidez, tem início um rápido movimento de elétrons de uma região de cargas negativas para uma região de cargas positivas. Existem diversos tipos de descargas, classificadas em função do local onde se originam e do local onde terminam (VISACRO, 2005).

As descargas que ocorrem dentro de uma nuvem ou entre duas nuvens, apesar de mais frequentes, têm maior importância para o projeto de aeronaves, e geralmente não condicionam o projeto de equipamentos próximos à superfície do solo, onde então costumam ser consideradas somente as descargas que ocorrem entre nuvem e solo (NEWMAN & ROBB, 1977).

Não há nada que se possa fazer para impedir a "queda" de uma descarga em determinada região. De tal modo, as soluções internacionalmente aplicadas buscam minimizar os efeitos destruidores a partir da colocação de pontos preferenciais de captação e condução segura da descarga para a terra.

Entre os requisitos para as edificações está o Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas (SPDA), sendo que o principal objetivo ao instalar um SPDA é dissipar a energia que vem dos raios para impedir qualquer tipo de prejuízo. Deste modo, este sistema tem a função de reduzir o impacto das descargas atmosféricas, especialmente em estruturas e edificações, como prédios e estabelecimentos industriais. Neste aspecto, o presente artigo analisa o arranjo, dimensões, condições e materiais empregados no SPDA de uma fábrica de café alocada no município de Salvador, Bahia, elucidando os critérios de instalação para uma proteção adequada e normas para instalação de para-raios em edificações. Antes de efetivar a inspeção na respectiva fábrica, o projeto e o último laudo

realizados nas instalações do SPDA foram verificados. Para esta medição foi utilizado um termômetro digital (modelo MTD 20KWe, fabricante Megabras).

O objetivo das inspeções é assegurar que o SPDA esteja de acordo com o projeto baseado na norma NBR-5419 (2015). Além disso, todos os componentes do SPDA devem estar em boas condições e capazes de cumprir suas funções, não apresentar corrosão. Qualquer nova construção ou reforma que altere as condições iniciais previstas em projeto além de novas tubulações metálicas, linha de energia e sinal que adentrem a estrutura e que estejam incorporados ao SPDA externo se enquadrem na norma.

A inspeção visual foi realizada nos principais pontos de conexão do SPDA acessíveis, de forma a identificar todas as possíveis não conformidades: rigidez da fixação dos conectores e dos condutores dos subsistemas do SPDA e a existência de condutores arrebentados ou frouxos; estado de conservação dos suportes e acessórios do SPDA/Aterramento; interligações entre os subsistemas de descidas SPDA com sistema de aterramento.

2. SISTEMAS DE PROTEÇÃO CONTRA DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

O raio elétrico é um fenômeno complexo, que expressa um fluxo de uma corrente impulsiva de alta intensidade e curta duração (VISACRO, 2005). Apenas no século XVIII, os pesquisadores começaram a associar o raio aos fenômenos da descarga elétrica das cargas acumuladas nas nuvens. Deste modo, o arco elétrico associado à descarga explicou a luminosidade do raio, sendo o ruído (trovoada) produzido pelo rápido aquecimento e expansão súbita do ar.

O mapa isoceráunico auxilia na verificação do número de dias com trovões por ano para o território em que se está projetando o Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas. Assim, um índice conhecido por índice ceráunico é gerado, sendo essencial para avaliar a necessidade de implantação de um SPDA.

O SPDA tem como objetivo básico evitar a incidência direta de raios na estrutura protegida, criando pontos preferenciais de incidência para as descargas que eventualmente atingiriam a estrutura na ausência do sistema. Além de captar a eventual descarga, o SPDA deve ser capaz de direcionar o fluxo da corrente

diretamente para o solo, segundo percurso definido pelos condutores do sistema de proteção (VISACRO, 2005). As características do SPDA estão diretamente ligadas aos níveis de proteção e aos dados da estrutura na qual o SPDA será instalado.

Ao escolher a classe de SPDA, alguns parâmetros são modificados, uma vez que os mesmos têm seus valores determinados a partir da classe utilizada. Os parâmetros que dependem da escolha da classe são os: parâmetros da descarga atmosférica, raio da esfera no método da esfera rolante, máximo afastamento dos condutores da malha para o método das malhas, ângulo utilizado no método do ângulo de proteção, distância entre os condutores de descida e dos condutores em anel, distância de segurança “s” e o mínimo comprimento dos eletrodos de terra (NBR 5419, 2015).

2.1 Continuidade da armadura de aço em estruturas de concreto armado

Quando se projeta um SPDA para uma estrutura, deve-se observar antes de qualquer coisa se esta estrutura possui armadura de aço eletricamente contínua dentro de uma estrutura de concreto armado, uma vez que está pode servir de condutor natural da corrente da descarga atmosférica (NBR5419, 2015).

Para verificar se há continuidade elétrica nesta armadura de aço, primeiramente, a mesma deve ter no mínimo 50% das conexões entre as barras verticais e horizontais conectadas de maneira muito firme, além das conexões (unidas com arame recozido, cintas ou grampos, ou serem soldadas) entre as barras verticais apresentarem sobreposição mínima de 20 vezes seu diâmetro. Depois de verificadas as conexões, é necessária a realização de um ensaio de continuidade, conforme Figura 1:

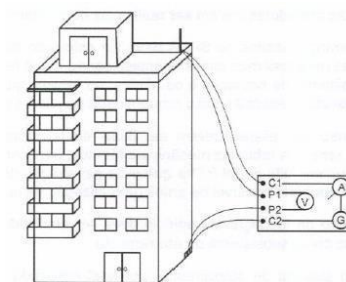


Figura 1 - Método de medição de continuidade elétrica
Fonte: ABNT NBR 5419 (2005)

2.2 Sistema externo de proteção contra descargas atmosféricas

O SPDA externo tem por finalidade dispersar as descargas atmosféricas que atingem diretamente o topo ou a lateral da estrutura para a terra. Este SPDA pode ser feito de componentes naturais, que são materiais condutores encontrados dentro ou na estrutura de forma definitiva (fazem parte da estrutura da construção), não podendo assim, ser modificados (vigas metálicas, armaduras de aço para concreto armado, entre outras) (ABNT NBR-5419, 2005).

2.3 Métodos de proteção

O subsistema de captação pode ser composto por hastes, condutores suspensos e/ou condutores em malha. O posicionamento desse subsistema é o responsável pelo volume da estrutura que vai ser protegido e deve estar de acordo com um dos três métodos previstos na norma: método do ângulo de proteção, método da esfera rolante ou método das malhas, (ABNT NBR-5419, 2005).

2.3.1 Método do ângulo de proteção ou método de Franklin

Este método é utilizado em estruturas com área horizontal pequena e altura limitada de acordo com a classe do SPDA a ser implementado (ABNT NBR-5419, 2005). O mesmo deve oferecer uma proteção que é efetivada através de um cone com vértice na extremidade superior do captor e cuja geratriz faz um ângulo α° com a vertical. Caso a área correspondente ao cone seja menor do que a área da edificação a ser protegida, mais de um captor deve ser instalado na edificação a fim de proteger a mesma em sua totalidade.

2.3.2 Método da esfera rolante

Este método é mais utilizado em construções com altura mais elevada e/ou formas arquitetônicas complexas. Neste método utiliza-se uma esfera fictícia a qual rola pela estrutura em todas as possíveis direções. Se nenhum ponto da estrutura,

com exceção do subsistema de captação, tocar na esfera fictícia, a área está protegida (NBR 5419, 2015).

2.3.3 Método das malhas ou método da gaiola de faraday

Este método é aconselhável para estrutura com uma grande área horizontal, diferentemente do Método de Franklin, além de ser apropriado para proteger superfícies planas laterais contra descargas atmosféricas (NBR 5419, 2015). O mesmo consiste em uma malha captora de condutores espaçados entre si de uma distância correspondente ao seu nível de proteção.

De acordo com a Norma NBR5419-3 (2015), alguns requisitos devem ser cumpridos:

Condutores captadores devem ser instalados:

- Na periferia da cobertura da estrutura;
- Nas saliências da cobertura da estrutura;
- Nas cumeeiras dos telhados, se o declive deste exceder 1/10;
- O conjunto de condutores do subsistema de captação deve ser construído de tal modo que a corrente elétrica da descarga atmosférica sempre encontre pelo menos duas rotas condutoras distintas para o subsistema de aterramento;
- Nenhuma instalação metálica, que por suas características não possa assumir a condição de elemento captador, ultrapasse para fora o volume protegido pela malha do subsistema de captação;
- Os condutores da malha devem seguir o caminho mais curto e retilíneo possível da instalação.

2.3.4 Captores para descargas laterais

A probabilidade de descargas atmosféricas atingirem as estruturas lateralmente apenas é considerada para construções com mais de 60 metros de altura, sendo mais prováveis em locais com pontas ou saliências (marqueses,

varandas, dentre outros). A captação lateral pode ser feita com elementos metálicos externos que devem cumprir os valores mínimos apresentados, ou com condutores externos de descida localizados nas arestas verticais da estrutura quando não houver a presença de condutores externos metálicos e naturais.

2.3.5 Captores para descargas laterais

O subsistema de captação deve ser posicionado de acordo com o material com que é feita a cobertura da estrutura. O caso da cobertura feita por material não combustível é a mais simples, já que neste caso o subsistema pode ser instalado diretamente na superfície da cobertura. No caso de coberturas feitas por materiais prontamente combustíveis, o subsistema deve manter certa distância da superfície. Para o caso de coberturas feitas de palha ou sapê, sem a presença de barras de aço sustentando o material, é sugerida uma distância de no mínimo 0,15 metros, enquanto que para os demais materiais combustíveis esse valor cai para 0,10 metros (ABNT NBR-5419, 2005).

2.3.6 Subsistema de descida

Este subsistema tem como principal função dispersar a corrente gerada pela descarga atmosférica para o solo, através de diferentes caminhos paralelos, que tenham o menor comprimento possível. Esses caminhos paralelos são espaçados de distâncias fixas, determinadas em função da classe do SPDA utilizado.

2.3.7 Aterramento e equipotencialização

De acordo com a ABNT NBR 5419 (2005), o princípio básico desta medida é ter um subsistema de aterramento eficiente que encaminhe toda a corrente proveniente da descarga atmosférica para o solo e uma malha de equipotencialização responsável por diminuir a diferença de potencial e reduzir a intensidade de campo magnético.

O subsistema de aterramento e a ligação equipotencial devem ser feitas através de uma malha que interligue partes dos sistemas internos ou elementos condutores da estrutura. A interligação das partes dos sistemas internos pode ser feita com duas configurações diferentes, estrela (S) ou malha (M).

Caso a configuração empregada seja a estrela, a mesma deve estar ligada ao subsistema de aterramento apenas através de uma única barra de equipotencialização, fazendo com que seus componentes metálicos fiquem isolados de tal subsistema.

Diferentemente da configuração estrela, a configuração em malha faz com que todos os componentes metálicos estejam em contato com diversos pontos de equipotencialização, sendo essa configuração preferível para grandes zonas ou até mesmo para toda uma estrutura que possua diferentes pontos de entrada de linhas.

3. ESTUDO DE CASO

3.1 Normas de referência

- NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- ABNT NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- ABNT NBR 5419/2015 – Proteção e Estruturas contra Descargas Atmosféricas.

3.2 Listas de verificação de não conformidades

Com base nos resultados das inspeções visuais, foram elaboradas listas de verificações para cada área e equipamentos inspecionados analisando se os mesmos estão em conformidade com as normas vigentes. Nos próximos subitens são apresentadas as tabelas com listagem dos itens verificados e a descrição das não conformidades de cada área e equipamento visitado.

Quadro 1 - Lista de verificação de não conformidade

ITEM	DESCRIÇÃO	NORMA/ITEM	SIM	NÃO	N/A	OBS
1	A edificação está protegida por SPDA?	NBR-5419, 2015	X			1
2	Existe projeto de SPDA completo?	NBR-5419, 2015		X		2
3	Caso exista projeto, possuem memória de cálculo apresentando o nível e risco do SPDA?	NBR-5419, 2015		X		3
4	As edificações possuem condutores de descidas, conforme o projeto? Quantas? Informar as distancias entre as descidas.	NBR-5419, 2015		X		4
5	Todos os condutores de descida (com exceção das descidas naturais ou embutidas) são providos de caixas de inserção, instalada próxima do ponto de ligação ao eletrodo de aterramento?	NBR-5419, 2015		X		5
6	As caixas de medição estão conectadas?	NBR-5419, 2015			X	
7	A malha de captação na cobertura está nas condições adequadas?	NBR-5419, 2015		X		6
8	O SPDA possui anel de equalização envolvendo a edificação?	NBR-5419, 2015		X		7
9	A malha de captação está tensionada?	NBR-5419, 2015		X		8
10	Os conectores da malha de captação (Split bolt, conectora angular) estão em bons estados?	NBR-5419, 2015		X		9
11	O mastro de Franklin está preso adequadamente?	NBR-5419, 2015			X	
12	O sinalizador do mastro está em funcionamento?	NBR-5419, 2015			X	
13	Existe antena ou equipamentos metálicos existentes sobre a cobertura? Esses	NBR-5419,			X	

	equipamentos estão aterrados?	2015				
14	Existe antena ou equipamentos metálicos existentes sobre a cobertura? Esses equipamentos estão aterrados?	NBR-5419, 2015		X		10
15	Existem equipamento sensíveis e se estão equipotencializado na barra de equipotencialização?	NBR-5419, 2015		X		11
16	Os painéis das edificações existem instalação e coordenação adequada de DPS (dispositivo de proteção contra Surtos)?	NBR-5419, 2015		X		12
17	Se a estrutura possuir captação natural, observar os seguintes itens: continuidade elétrica duradoura e espessura metálica	NBR-5419, 2015	X			

Fonte – Elaborado pelos autores, 2018.

3.3 Discussão

1. Detectamos existência de malha de SPDA no prédio, com sinais de não continuidade. Porém devido a atualização da ABNT NBR-5419 (2015), sugerimos nova avaliação com elaboração de memória de cálculos de SPDA (Análise de Risco e Dimensionamento de SPDA);
2. Detectamos existência de malha de SPDA nas estruturas do prédio, porém estão danificadas sem continuidade, cabos quebrados e conexões com existência de corrosão;
3. Foram encontrados desenho de SPDA e Aterramento, mas não existe memória de Cálculos do sistema de SPDA existente;
4. Verificamos a existência de descidas da malha superior do SPDA para interligação com o sistema de aterramento, porém em números menores que o necessário;

5. Não visualizamos na inspeção, em nenhuma descida caixa de medição. Em algumas descidas existem poço com haste de terra com terminais e outras com soldas exotérmicas, impossibilitando a medição de continuidade da malha superior;
6. Verificamos na inspeção visual que o Anel de captação de SPDA ou malha superior do prédio, possui trechos interrompidos, alguns captosres estão dobrados outros enferrujados e em alguns pontos faltando e não estão de acordo com a norma NBR-5419, 2015;
7. Pelo projeto de SPDA e aterramento existente tem um anel de aterramento que envolve o Prédio existente. Mas pelo levantamento de campo não foi possível constatar a existência do anel de aterramento envolvendo a edificação. Algumas medições foram realizadas e o nível de resistência estão adequadas dentro dos padrões, porém isso não determina a existência do anel;
8. De acordo com inspeção visual a malha de captação encontra-se interrompida, com falta de isoladores, captosres e até cabos em alguns pontos;
9. De acordo com inspeção visual, todos os captosres existentes estão com presença de corrosão, necessitando substituição;
10. Telhado da cobertura da área de descarregamento são captosres naturais, telhas e estruturas metálicas. Não foi visto aterramento para as estruturas metálicas, e malha de SPDA na parte superior. As telhas são metálicas porem não atendem espessura especificada na norma.
11. Verificamos na inspeção, instalação de refletores metálicos no mesmo pilar de descida dos cabos de SPDA, com muita proximidade e os cabos de alimentação em alguns casos cruzando o cabo terra. Verificamos nas portas e estruturas metálicas em toda o prédio sem estar interligado ao sistema de aterramento;
12. Os Painéis da Edificação não possuem DPS coordenados;

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com inspeção visual realizada à fábrica, em decorrência do grande número de não conformidades apresentadas, sendo que a maioria delas com relação a não apresentação do projeto de SPDA, por parte da contratada, o mais recomendado para adequação é novo projeto que atenda à exigência da NBR 5419 vigente.

Além disso, o sistema instalado no prédio é do tipo captor Franklin, percebendo-se que existe a malha de SPDA, com sinais de não continuidade, cabos quebrados e conexões com existência de corrosão, existem descidas da malha superior para interligação com o sistema de aterramento, porém em números inferiores ao necessário, e não existe documentação de Relatório da necessidade de uso do SPDA, o Nível de proteção utilizado e o Memorial de Cálculos.

Vale ressaltar que o tempo pode ocasionar desgaste nos equipamentos de segurança, e uma manutenção apropriada deve ser feita em intervalos periódicos, visando, dessa forma, assegurar a integridade e uma boa qualidade do SPDA.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5419-1: **Proteção contra descargas atmosféricas parte 1: princípios gerais**. Rio de Janeiro, 2015. 67 p.

NEWMAN, M. M.; ROBB, J.D. **Protection for Aircraft**. In: GOLDE, R. H, Lightning, 1. ed., v. 2, n. 21, New York, Academic Press. 1977.

VISACRO FILHO, Silvério. **Descargas atmosféricas: Uma abordagem de engenharia**. 1. Ed. São Paulo: Artliber Editora Ltda. 2005.

CONDIÇÕES DE ACESSIBILIDADE PARA DEFICIENTES FÍSICOS NO AEROPORTO LUÍS EDUARDO MAGALHÃES, SALVADOR-BAHIA

Camila Araújo dos **SANTOS**¹³
Rosineia Rodrigues Santos de **MELO**¹⁴
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**¹⁵

RESUMO

Este trabalho aborda, exclusivamente, a dificuldade de acessibilidade dos deficientes físicos no aeroporto Deputado Luís Eduardo Magalhães, localizado no município de Salvador-BA. O propósito aqui, baseado nas normas legais, é mostrar se o aeródromo é preparado para receber pessoas com deficiência física, e denotar sobre a importância da implementação de acessos, principalmente por se tratar de um aeroporto internacional. Neste aspecto, a partir dos resultados obtidos, observou-se, assim como em outros aeroportos do Brasil, que o aeroporto Internacional de Salvador, ainda precisa melhorar em muitos aspectos, no que diz respeito a acessibilidade. Entretanto, com o advento das reformas estruturais em voga, espera-se que a estrutura do aeroporto possa melhor atender a seus passageiros.

Palavras-chave: Dificuldade de acessibilidade. Deficiente físico. Deficiente visual. Aeroporto.

ABSTRACT

In this work, the difficulty of accessibility of the physically disabled at the airport Deputy Luís Eduardo Magalhães, located in the city of Salvador-BA, is addressed exclusively for the purpose of: based on the legal norms show if the airport is prepared to receive people with physical disabilities, talk about the importance of the implementation of this access mainly because it is an international airport. In this respect, based on the results obtained, it was concluded that other airports in Brazil, the International Airport of Salvador, still need to improve in many aspects and also when it comes to accessibility, however, has been undergoing reforms aimed at improving its structure to better serve its passengers.

Keywords: *Difficulty in accessibility. Physically handicapped. Visually impaired. Airport.*

¹³ Graduanda em Engenharia Civil pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: camila_araujo_s@yahoo.com.br

¹⁴ Mestre e Bacharel em Engenharia Civil pela Faculdade de Ciência e Tecnologia. Email: roseneia.engcivil@gmail.com

¹⁵ Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Email: pauloribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em 1925, o aeroporto de Salvador foi fundado, contudo somente em 1941 foi reconstruído pela Panair do Brasil, onde antigamente era conhecido por Santo Amaro do Ipitanga. Após 14 anos, o aeroporto passou a se chamar Dois de Julho e mudou para Aeroporto Internacional de Salvador em 1998. Neste mesmo ano, no mês de junho, o aeroporto passou por uma reforma e ampliação e foi alterado o nome para Aeroporto Internacional de Salvador Deputado Luís Eduardo Magalhães, onde em 1999 foi entregue sua primeira fase do projeto através da construção de acesso viário ao aeroporto (INFRAERO, 2009).

Em dezembro de 2000, foi concluída uma segunda etapa, onde fizeram ampliações em pátios e pista, além de construções do terminal de carga aérea, de “*Fingers*” com onze pontes do edifício-garagem e de embarque. Foi feita em sua última etapa uma ampliação no terminal de passageiros, com acréscimo das lojas, mais espaços para o desembarque internacional e posições de check-in (INFRAERO, 2009).

O terminal do Aeroporto Internacional Deputado Luis Eduardo Magalhães passou por várias mudanças visando sempre melhorias para os passageiros, além disso, vem dando importância sobre os níveis de acessibilidades de pedestre com deficiência física aos espaços, considerando as condições gerais da mobilidade de pessoa com grau de deficiência, nessa modalidade.

Neste contexto, um termo que é muito confundido quando se fala sobre acessibilidade é a mobilidade, onde segundo o dicionário Caldas Aulete, mobilidade significa a qualidade daquilo que se move, do que se consegue movimentar, já acessibilidade fala sobre qualidade do que é acessível, do que tem acesso. Segundo à NBR 9050 (ABNT, 2004), acessibilidade refere-se a condição de alcance, percepção e a autonomia de espaços, equipamentos urbanos, mobiliários, ao entendimento para utilização, com segurança, informação e comunicação, até mesmo em sistemas e tecnologias, além de serviços e instalações abertos ao público, seja esse público privado ou público de uso coletivo, seja na zona rural ou na urbana, por pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2015).

O termo acessibilidade pode abranger todas as parcelas de pessoas em determinada sociedade. Por tanto, acessibilidade é promover uma aproximação das pessoas nos locais com certo propósito, é ter o acesso a um conjunto de lugares ou a um lugar. A acessibilidade está intensamente associada ao direito de ir e vir do cidadão, conforme diz a Constituição Federal Brasileira de 1998, no inciso XV, do artigo 5º (SIGNIFICADOS, 2018). E os deficientes físicos possuem os mesmos direitos dos outros cidadãos, dessa forma, é essencial que se tenha um cuidado e respeito com os deficientes físicos para que os mesmos não sejam excluídos do convívio cotidiano em uma sociedade.

O Estado por sua vez, tem a responsabilidade de fornecer os mecanismos adequados para inserção das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida à sociedade, para que possam ter acesso a vários locais, tais como universidades, edifícios comerciais, áreas de lazer e cultura, assim como trata esse artigo, acesso à locais públicos como os aeroportos (LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIA, 2009).

A Procuradoria dos Direitos do Cidadão fiscaliza o cumprimento das leis que protegem os deficientes, leis essas como a Lei nº 10.098/2000, que garante o estabelecimento de normas e critérios gerais e básicos sobre a promoção da acessibilidade das pessoas deficientes ou com mobilidade reduzida, e a Lei nº 10.048/2000, que orienta a priorização do atendimento às pessoas com deficiência, idosos, gestantes, lactantes e mulheres com criança de colo.

A acessibilidade em aeroportos caracteriza-se pelo respeito ao direito dos pedestres com deficiências físicas de entrar e sair com total facilidade de deslocamentos pelas vias. O processo de acessibilidade de deficientes em um aeroporto tem todo um planejamento antes de ser executado, mas muitas das vezes ao analisar os aeroportos são encontradas dificuldades na acessibilidade aos mesmos, e nesse trabalho estudaremos sobre essa dificuldade voltada para o público com deficiência física (cadeirante). Neste aspecto, o presente artigo avaliou, tanto através da literatura como em campo, o nível de acessibilidade para pessoas com deficiência física (cadeirante) no Aeroporto Internacional Deputado Luís Eduardo Magalhães, Salvador-BA, tomando como base as normas de acessibilidade

à deficientes físicos e as normas de acessibilidade a passageiros que precisam de assistência especial (PNAE).

2. ACESSIBILIDADE DOS AEROPORTOS

A acessibilidade de um aeroporto é um assunto muito específico para cada aeroporto, contudo bastante importante. Ao fazer algumas pesquisas, foi possível verificar um pouco da realidade de alguns aeroportos, tanto no Brasil, como em outros países. Os artigos que este trabalho traz como referência, estabelecem parâmetros com vários índices que influenciam na acessibilidade aos deficientes como um todo, mas nesse caso de maneira particular é mostrado sobre os deficientes físicos, os cadeirantes.

O enfoque sobre a qualidade da acessibilidade dos aeroportos vai adotar uma estrutura que parte do julgamento do atendimento ao passageiro comum, um indivíduo somente com bagagem de mão ou sem bagagem. Onde o aeroporto oferece como condição mínima de atendimento, o que simula uma pessoa que tem todas as capacidades – intelectuais e físicas - imperiosas para fazer seu deslocamento. O próximo passo é examinar as alterações que se acionam quando esse indivíduo se encontrar com bagagens. Bem como as adaptações necessárias de acordo com as dificuldades específicas que devem ser analisadas, levando sempre em consideração usuários com dificuldades assim como os idosos, gestantes, deficientes visuais, estrangeiros e os cadeirantes.

São utilizados indicadores para a avaliação da estrutura existente, com base nas reclamações dos próprios usuários. No Quadro 1 é possível verificar os índices que os cadeirantes têm dificuldades, o que pode ajudar a essa categoria solicitar adequações, que em sua maioria das vezes não são atendidas.

De primeira instância, a longa distância dos centros urbanos aparenta ser o problema principal da acessibilidade. Através desta problemática, foram analisados os aeroportos que apresentam grande distância dos seus centros urbanos, como é o caso do aeroporto de Confins (próximo a Belo Horizonte) construído com intuito de substituir o aeroporto principal, visto que o aeroporto da Pampulha há muito vinha sendo questionado pelas más condições de acessibilidade (MAMEDE, 2009).

Quadro 1 – Indicadores para a avaliação da estrutura do aeroporto

INDICADORES	Cadeirantes
Tempo e custo	X
Sinalização	X
Meio fio	X
Distância do meio fio até o terminal de passageiros	X
Pré pagamento de táxi	X
Número de vagas no estacionamento	X
Sinalização	X
Número de vagas para específicas no estacionamento	X
Preço do estacionamento	X
Vaga e caminho coberto até o terminal Embarque e Desembarque	X
Caminho coberto do ponto de ônibus até o terminal	X
Número de linhas que atendem o aeroporto	X
Faixa de pedestres	X
Qualidade da calçada	X
Meio fio reservado pra deficiente	X
Distância do ponto até o terminal de passageiros	X
Entrada e saída adaptada	X
Veículo adaptado para cadeirante	X

Fonte: Adaptada de COELHO, 2012.

Um caso semelhante sobre falta de planejamento é encontrado no aeroporto de Londres (Heathrow), onde não existiam vias de acesso especial rodoviário ao terminal. Contudo seu sistema ferroviário que dá acesso aeroporto é tido como exemplo de sucesso. Além de ter o sistema de integração das linhas do centro que têm acesso direto ao aeroporto com o metrô (MACHADO, 2012). Método semelhante ao implantado em Salvador, onde foi implantado o sistema de integração entre as linhas de ônibus metropolitanas e municipais com o sistema do metrô, o que facilitou o acesso de muitos usuários ao aeroporto internacional de Salvador.

Coelho e Silva (2012) realizaram uma pesquisa sobre os índices de acessibilidade dos aeroportos, e analisaram o aeroporto Juscelino Kubitscheck, em Brasília, o aeroporto de Guarulhos, o aeroporto de Congonha, o aeroporto Viracopos, todos em São Paulo, o aeroporto Santos Dumont e o aeroporto Galeão, no Rio de Janeiro. Em sua pesquisa eles mostram que os aeroportos precisam ainda fazer mudanças para melhoria no quesito acessibilidade, conforto e segurança para seus passageiros. O aeroporto de Guarulhos, por exemplo, recebeu a menor nota para acessibilidade de estrangeiros, diferentemente do aeroporto Santos Dumont, que teve uma das melhores notas para o usuário estrangeiro. O aeroporto de

Congonhas teve uma melhor pontuação, para acessibilidade de usuários com deficiência visual e também para usuários com deficiências físicas e dificuldade de locomoção. Os aeroportos do Galeão (RJ), Juscelino Kubitschek (MG) e Viracopos (SP), tiveram notas menores para acessibilidade de usuários com deficiência visual, e mostram que não estão preparados para receber usuários com dificuldade de locomoção e estrangeiros.

Através da pesquisa feita em 6 aeroportos do Brasil, foi realizado um estudo o nível de acessibilidade em cada aeroporto citado. Na Figura 1 é possível visualizar os resultados obtidos na pesquisa dentro de uma escala que varia de 0 a 1,0 (SILVA e COELHO, 2012)

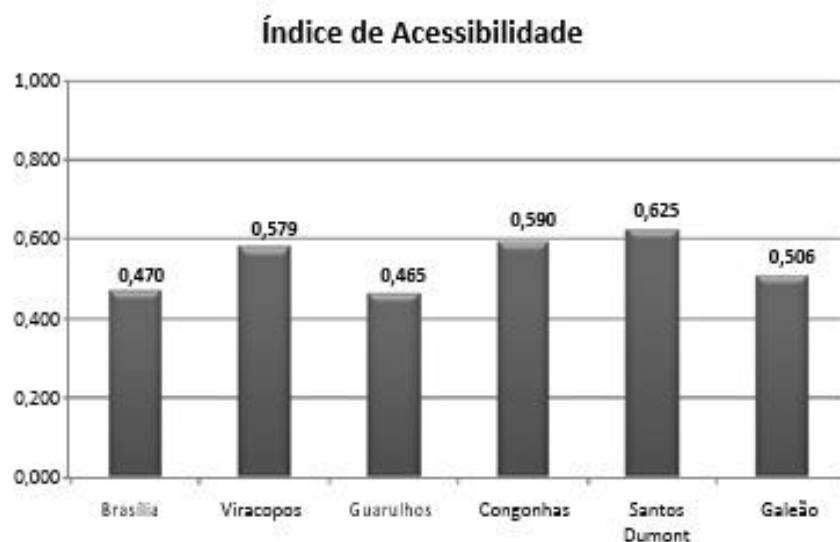


Figura 1 - Valores globais do Índice de Acessibilidade, para os aeroportos selecionados.

Fonte: COELHO, 2012

Segundo dados do Censo Demográfico de 2010, feito pelo Instituto Brasileiro de geografia e Estatística - IBGE, avaliam que 23,9% da população do Brasil tem alguma deficiência, onde as limitações físicas e limitações visuais, demonstram as taxas maiores, com 7% e 18%, respectivamente. O IBGE informa também que a maior parte desses deficientes estão presente no Nordeste, onde o Rio Grande do Norte, o Ceará e a Paraíba lideram o ranking (IBGE, 2012).

2.1 Estudo de acessibilidade no aeroporto internacional de Salvador Deputado Luís Eduardo Magalhães

A Figura 2 apresenta o Aeroporto Internacional de Salvador Luís Eduardo Magalhães.



Figura 3 - Aeroporto Internacional de Salvador Deputado Luís Eduardo Magalhães
Fonte: AEROFLAP, 2017.

Localizado no bairro de São Cristóvão em Salvador, próximo a cidade de Lauro de Freitas, possui uma área de cerca 7 milhões de metros quadrados, recebe em média 7,7 milhões de passageiros, tornando - se o aeroporto mais movimentado do estado, e ficando em 10º na relação dos 10 aeroportos mais movimentados no Brasil (INFRAERO, 2009).

Em 2007, passou por uma vistoria de manutenção, com o objetivo de efetuar uma manutenção preventiva fiscalizar as possíveis causa dos acidentes ocorrentes no setor aeroviário, com pretensão de analisar as inconformidades em suas

condições físicas, nos vários aspectos como: meio ambiente, atendimento as normas técnicas, segurança, salvaguarda dos usuários e acessibilidade.

Ao falar em acessibilidade, visavam trazer a garantia desta, através de soluções técnicas e seguir a NBR 9050 (acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos). Nesse sentido, foram avaliados e encontrados inconformidades nos seguintes setores: terminal de transbordo de ônibus, sanitários do terminal de transbordo de ônibus, entradas principais do aeroporto, áreas internas do aeroporto, saguões de Embarque e Desembarque, *Aeroshopping, check in*, triagem de bagagem, salão de embarque doméstico e internacional, sanitários internos do aeroporto, elevadores, auditório, *fingers* (pontes de embarque e desembarque), comunicação e sinalização e mobiliário. (CREA-BA, 2007).

Após Salvador ter sido escolhida para participar da Copa do Mundo em 2014, o aeroporto foi contemplado com reforma e adequação do terminal de passageiros, visando atender da melhor maneira o público que prestigiou o evento futebolístico. Foram investidos R\$ 43,30 milhões na obra de construção da torre de controle, obras de reforma do terminal de passageiros e ampliação das pistas e pátios (INFRAERO, 2009).

Em 2017, as estruturas do aeroporto, objeto deste estudo, já estavam sendo planejadas para passar por uma nova reforma, nesse caso com intenção de melhoria de ampliação do sistema *wifi* e no número de vagas no estacionamento, além da criação de um segundo ramal de *fingers* e um novo modelo da pista de pouso. A data programada para início das obras, no dia 03 de janeiro de 2018, coincidia com o dia que a nova concessionária assumiria a administração do aeroporto. A Companhia Francesa-*Vinci Airports* comprou o aeroporto por R\$ 1,59 bilhão, com proposta vencedora de contribuição inicial de R\$ 660 milhões, com prazo de concessão de 30 anos podendo prorrogar por mais 5 anos (AEROPLAP, 2017).

No desenvolvimento desta pesquisa foi possível verificar que o aeroporto ainda passa por reformas, sendo realizadas obras de melhoria na sua pista de acesso. Foi implementada também, a estação do metrô (ESTAÇÃO AEROPORTO), na qual a CCR metrô Bahia, em parceria com o aeroporto, disponibiliza um ônibus

que faz ligação do aeroporto até o metrô e vice e versa, de forma gratuita aos passageiros.

Em entrevista, um taxista da cooperativa de táxis do aeroporto de Salvador, que teve sua identidade não revelada, informou que existiu um projeto da prefeitura que iria regularizar os táxis para melhor atendimento dos deficientes físicos, mas que não foi colocado em prática. O profissional informou também que teve um prejuízo grande ao adquirir o automóvel adaptado, pois quando foi efetuar o emplacamento para ter autorização de utilizar como táxi, não foi permitido dele se utilizar. O caso encontra-se na justiça aguardando o julgamento da causa.

2.1.1 Do Terminal de Transbordo de Ônibus

Há uma grande distância a ser percorrida pelo usuário de ônibus comum (coletivo) até as dependências internas do Aeroporto, e agrava a situação quando é considerado o transporte de bagagens e a dificuldade de locomoção. Calçadas que apresenta lesões em sua pavimentação, precisando de manutenção. Carência de sinalização e de alerta em todo o percurso interno e externo ao aeroporto, incluindo sinalização de mobiliários como telefone público. Além disso, falta um sistema de sinalização, por meio de semáforos integrando informação sonora à luminosa que assegure todas as pessoas que atravessam entre plataformas sem riscos sobretudo crianças, pessoas com deficiência auditiva, visual, pessoas idosas, usuários de cadeira de rodas e todas as pessoas com dificuldade de locomoção.

2.1.2 Dos elevadores

Falta de corrimão lateral

2.1.3 Do Mobiliário

Os balcões de atendimento no check-in, inclusive de autoatendimento, não permitem aproximação frontal, de pelo menos uma cadeira de rodas com altura adequada. Existem várias lojas, alguns órgãos públicos, bancos, agência de

correios, locadoras dentre outras instituições no pavimento de desembarque, cujos balcões de atendimento não possuem altura recomendada pelas normas técnicas. Na praça de alimentação, apenas 2 lojas tem uma bancada adaptada para atendimento a pessoas com cadeiras de rodas. Ao questionar as companhias aéreas como era feito o atendimento para pessoas com deficiência física (cadeirantes), apenas as Companhias GOL e Azul informaram que prestam toda assistência necessária para o passageiro que se apresente com deficiência física ou com dificuldade de locomoção. Tanto a Gol quanto a Azul fornecem atendimento preferencial, desde a chegada do passageiro até a aeronave e vice e versa. As outras companhias estavam em atendimento e não poderiam tirar as dúvidas sobre este trabalho.

Em um ranking da Revista Abril em 2015, o aeroporto Internacional de Salvador, encontra-se em 10º lugar, no tocante a sensação de conforto e segurança. Com relação a espera na sala de embarque, essa posição muda para 14º lugar, e o 5º lugar (com nota 4,23), em relação ao atendimento ao cliente. Quando analisada a questão de acesso a rede Wifi, o aeroporto logrou o 2º lugar, ficando apenas abaixo do aeroporto de Curitiba que teve nota 4,11. Em contrapartida precisa melhorar muito a limpeza, pois ocupa o 14º lugar (com nota 3,93), a frente apenas do aeroporto de Cuiabá, que recebeu nota 3,31. No tocante ao estacionamento de veículos, o aeroporto recebeu a menor nota (2,57), entre os aeroportos avaliados, ficando em 15º lugar.

2.2 Sugestões e projetos

A acessibilidade urbana é temática recorrente e vem mostrando sua importância nos ambientes dedicados a sua implementação. De fato, os projetos e ajustes ainda são incipientes, contudo, já é possível ver pessoas, que há alguns anos tinham muita dificuldade para ir a lugares simples - tais como um supermercado - atualmente acessarem aeroportos, viajando de avião para qualquer lugar do mundo.

É notório que esse trabalho tem muito a melhorar. O projeto de Lei de 2014, decretado pelo Congresso Nacional, lança luzes para novos estudos a respeito da acessibilidade no Brasil:

Art. 1º Esta Lei altera a Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986 - Código Brasileiro Aeronáutico, tornando obrigatório a disponibilização de veículos adaptados com plataforma elevatória – *ambulift*, visando o embarque e desembarque de pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

O Art. 2º da Lei 7.565, de 19 de dezembro de 1986 – Código Brasileiro Aeronáutico, passa a vigorar acrescida dos seguintes artigos:

Art. 227- A. O passageiro com necessidade de assistência especial, deverá solicitar, no ato da compra do bilhete aéreo, atendimento especial quanto aos procedimentos relativos à acessibilidade.

Parágrafo Único. Após a solicitação prevista no *caput* deste artigo, a companhia aérea deverá requerer ao operador aeroportuário, o fornecimento do veículo adaptado com plataforma elevatória – *ambulift*, o qual deverá ser obrigatoriamente fornecido. (NR)

Art. 3º O descumprimento do disposto nesta Lei sujeitará o responsável ao pagamento de multa.

Art. 4º Esta Lei entra em vigor após decorridos 120 (cento e vinte) dias de sua publicação oficial.

Essa é uma conquista importante, visando um melhor atendimento aos usuários com deficiência, pois o país entre 2014 e 2016 se preparava para sediar a Copa do mundo de futebol e as Olimpíadas, respectivamente, e precisava dar mais atenção a essas questões. Pensando nessas melhorias, vários aeroportos do país, passaram por reformas inclusive o Aeroporto Internacional de Salvador-Luís Eduardo Magalhães, objeto desse estudo.

De acordo com Cruvinel (2014), faz-se necessário boa comunicação com o usuário portador de deficiência e que as aeronaves estejam preparadas para fazer o atendimento adequado a eles. Não é o bastante colocar rampas, evitando que os cadeirantes sejam carregados, muitas vezes junto a própria cadeira de rodas, causando neles desconforto e insegurança. Locais apropriados nas aeronave, que facilite o embarque e desembarque dos mesmos, deverão existir evitando assim que os portadores de algum tipo de deficiência – sobremaneira a física – sejam sempre

os primeiros a embarcar, mas muitas das vezes os últimos a sair, causando muitas vezes atrasos não só na decolagem, mas também na chegada ao local de destino.

Apesar de serem desenvolvidas várias ações no tocante a acessibilidade, muitas vezes, por exigências de órgãos de controle, ainda não há uma política federal voltada para o assunto, mesmo existindo um conjunto de normas a respeito. Assim, políticas públicas e mudança de cultura, sobre a temática acessibilidade urbana deveriam ser mais debatidos nos espaços acadêmicos e de gestão.

As associações que prestam atendimento aos deficientes devem continuar buscando um contato direto com o indivíduo com deficiência, desenvolvendo questionários que direcionem os funcionários que trabalham diretamente com os portadores de deficiência, dentro e fora da aeronave, visando entender melhor a rotina dessas pessoas. Podem, também, oferecer treinamento para os funcionários das companhias aéreas, com a mesma finalidade.

Passageiros com deficiência devem solicitar as companhias aéreas, poltronas adequadas e cômodas, com regulação dos assentos e apoio para os pés, além da presença de funcionários treinados, para auxiliar no seu transporte até a aeronave, e dela para o prédio do aeroporto. Os portadores de deficiência visual devem ficar atentos aos avisos de segurança durante o voo, solicitando para isso, atendimento individual.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da temática apresentada, no que tange a análise das condições de acessibilidade dos deficientes físicos no aeroporto internacional de Salvador, foi possível atingir o objetivo estabelecido por este trabalho. Mesmo não tendo autorização para acesso a todas as dependências do aeroporto, foi possível verificar um pouco de como se encontra a estrutura física e através de alguns índices de acessibilidade, verificar o que pode ser melhorado.

A revisão da literatura acerca da acessibilidade em aeroportos possibilitou, também, vislumbrar a situação de outros aeroportos no Brasil, e que infelizmente, a realidade não é muito diferente do aeroporto de Salvador. É possível verificar que os aeroportos do Brasil precisam melhorar bastante sua acessibilidade, lembrando que

existem outras questões que podem ser analisadas a fim de trazer melhorias no atendimento dos usuários dos aeroportos. Contudo, essa pormenorização não foi foco deste trabalho, mais especificamente dedicado a acessibilidade para com os deficientes físicos (cadeirantes).

Espera-se que a nova administração do Aeroporto Internacional de Salvador, conduzida pela empresa francesa *Vinci Airports*, possa administrar da melhor maneira o equipamento aeroviário tão importante, porta de entrada de milhares de passageiros, que chegam à capital baiana, trazendo a eles maior conforto e segurança, dentre outros benefícios e serviços.

REFERÊNCIAS

AEROFAP. Canal de aviação na internet, 2017. Disponível em: <https://www.aeroflap.com.br/>. Acesso em: 20 de setembro de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. Brasil, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro. Brasil, 2015.

COELHO, G.L. **Um índice de acessibilidade nos aeroportos que incorpora usuários com diferentes restrições de mobilidade**. Dissertação. Mestrado da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, SP, Brasil, 2012. 98p. Disponível em: <file:///C:/Users/Paulo/Downloads/MSc_LGC.pdf>. Acesso em: 22 de novembro de 2018.

CREA-BA. **Relatório da Fiscalização Preventiva e Integrada no Aeroporto Internacional de Salvador**. Salvador, BA, Brasil, 2007.

INFRAERO. **Aeroportos copa do mundo 2014**, 2009. Disponível em: <http://www.bibspi.planejamento.gov.br> . Acesso em: 01 de dezembro de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://censo2010.ibge.gov.br/> . Acesso em: 01 de dezembro de 2018.

Legislação Brasileira sobre Pessoas Portadoras de Deficiência, 2009. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/> . Acesso em: 30 de novembro de 2018.

MACHADO, T.C.I. . **Comparação do Desempenho dos Aeroportos Brasileiros de Médio Porte a Nível Internacional**. Dissertação. Mestrado de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ. Brasil, 2012. 103p. Disponível em: <<http://www.producao.ufrj.br/index.php/br/teses-e-dissertacoes/teses-e-dissertacoes/mestrado/2012/321--283/file>>. Acesso em: 20 de outubro de 2018.

MAMEDE, D.A.; ALVES, C.J.P. **Estudo sobre a acessibilidade de aeroportos no Brasil**. Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, Brasil, 2009

PLANEJAMENTO DO ORÇAMENTO DE OBRAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CUSTO ORÇADO x CUSTO DE EXECUÇÃO

Pedro Paulo Constantino dos **SANTOS**¹⁶
Eduardo **BARBOSA**¹⁷
Paulo Leonardo Lima **RIBEIRO**¹⁸

RESUMO

No âmbito da construção Civil, é possível observar diversas situações como planejamentos orçamentários inadequadamente compostos, superfaturamento de obras, profissionais com ou sem qualificação e/ou habilitação, com uma restrita percepção de como funciona a engenharia de custos, as quais podem vir contribuir para o andamento de atividades que futuramente serão desenvolvidas. Sendo assim, é interessante observar a relevância das etapas as quais antecedem a execução de obras, dentre as quais se destaca o processo de orçamentação, o qual influencia fundamentalmente nas atividades que compõe uma obra, seja ela pública ou privada. O orçamento, direciona, ritmiza e faz com que tudo que outrora foi planejado seja concretizado. Contudo, sua relação aqui descrita vai de sua organização até o custo orçado, onde se faz necessário bastante empenho e atenção, não só nessas, mas também em tantas outras etapas que serão aqui exemplificadas. Não obstante, este artigo tem como principal objetivo analisar a temática apresentada, justificando a necessidade do desenvolvimento de um orçamento bem estruturado.

Palavras-chave: Orçamento. Execução de Obras. Planejamento.

ABSTRACT

In the scope of civil construction, it is possible to observe several situations such as inadequately composed budget planning, overbilling of works, professionals with or without qualification and / or qualification, with a restricted perception of how cost engineering works, and etc., which can contribute positively / negatively to the progress of activities that will be developed in the future. Therefore, it is interesting to observe the relevance of the stages that precede the execution of works, among which the budgeting process is highlighted, which fundamentally influences the activities that make up a work, be it public or private. The budget directs, rhythms and makes everything that was once planned to be realized. However, its relation described here goes from its organization to the budgeted cost, where enough commitment and attention is needed, not only in these, but also in so many other steps that will be exemplified here. Nevertheless, this article has as main objective to analyze the presented theme, justifying the necessity of the development of a structured budget.

Keywords: Budget. Execution of works. Planning.

¹⁶ Graduando em Engenharia Mecânica pela Faculdade Dom Pedro II de Tecnologia. Email: pauloconstantinosantos@gmail.com

¹⁷ Bacharel em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Bahia e Especialista em Segurança do Trabalho pela Universidade de São Paulo. Email: beka.engenharia@gmail.com

¹⁸ Doutor e Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal da Bahia e Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Feira de Santana. Email: pauloribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O planejamento do orçamento é realizado tendo em mãos todos os projetos relacionados à obra, conhecendo todas as especificações e características dos insumos a serem utilizados, tomando como base referências disponibilizadas por algumas editoras e que oferecem coeficientes e demonstram como compor os serviços. As mesmas são: Tabelas de Composições de Preços – TCPO, editora PINI (2010); o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índice da Construção Civil – SINAPI (2014); o Sistema de Orçamento de Obras de Sergipe – ORSE, ou alguns softwares como o Volare da PINI, OrçaFascio e o próprio Excel.

É possível visualizar que a crise econômica pela qual o Brasil vem passando, alastrou-se e alcançou proporções consideráveis, sendo possível observar que todos os setores sentiram os efeitos proporcionados pelo abalo financeiro e viram muitas empresas decaírem por não terem um fundo orçamentário suficiente para seguir em operação. Sendo assim, viram a importância da identificação de artifícios os quais possam vir mantê-las firme no mercado altamente competitivo, como também para terem controle de seus gastos.

O setor que sofreu com grandes variações mercadológicas e teve sua estrutura abalada, foi o da construção civil; um dos principais carros chefe que converge para o crescimento do produto interno bruto (PIB) e, infelizmente, por má administração somada com a corrupção no país, veio diminuído o quantitativo de proletariado em seu meio, justamente porque as construtoras também estando abaladas com o período de recessão, perceberam que tendo seu fundo orçamentário em risco, a melhor saída era reduzir gastos. Faz-se necessário observar que um departamento de orçamento tem grande responsabilidade e o mesmo, deve ser composto por pessoas qualificadas, que tenham conhecimento, comprometimento e integridade, pois ele possibilita que todo planejamento efetuado, o estudo traçado em busca de executar um projeto da maneira mais correta, dentro do custo levantado, se solidifique. Deste modo, o objetivo deste trabalho é ressaltar a importância da elaboração de um orçamento preciso e planejado, como também elucidar aspectos relacionados à engenharia de custos, destacando algumas

metodologias concernentes ao processo de orçamentação, demonstrando as vantagens e desvantagens na composição de um orçamento de obras.

O presente artigo foi desenvolvido tendo como base as referências Mattos (2006); Dias (2011); Tisaka (2006); Fritz Gehbauer (2002); Norma Técnica IE – Nº 01-2011(2011), dentre outras, como também dos artigos de Santos (2015) e tese de doutorado de Fernandes (2009), além do Modelo de Planejamento e Controle de Custos de Empreendimentos desenvolvido por Parisi (2005). A revisão dessa literatura foram necessárias para a elaboração da pesquisa, pois tornou possível observar todas as fases que constituem uma obra, bem como a obtenção de informações precisas, a respeito da Engenharia de Custos.

2. PLANEJAMENTO

Planejar é antever tudo o que vier a ser efetuado, além de discernir todas as etapas pelas quais um projeto deverá passar para, enfim, ser executado. É a partir do mesmo que é visualizado e traçado todo o caminho de uma obra a ser realizada, onde se estuda as variações mercadológicas no que diz respeito à disponibilidade de material nas proximidades, como também a variação do preço dos insumos e quais os possíveis encargos incidentes sobre a mão de obra, detalhando com clareza tudo o que será necessário para o seu andamento.

Mattos (2010, p. 17) diz que “o Planejamento de obra é um dos principais aspectos do gerenciamento, conjunto de ampla concepção, que envolve também orçamento, compras, gestão de pessoas, comunicações, dentre outros”. E Oliveira (2007) complementa elucidando que o planejamento é um conjunto de medidas a serem tomadas em se tratando do que se pretende executar.

O planejamento corresponde ao estabelecimento de um conjunto de providências a serem tomadas pelo executivo para a situação em que o outro tende a ser diferente do passado; entretanto, a empresa tem condições e meios de agir sobre as variáveis e fatores, de modo que possa exercer alguma influência; o planejamento é, ainda, um processo contínuo, um exercício mental que é executado pela empresa independentemente de vontade específica de seus executivos”. (OLIVEIRA, 2007, p 06).

É nessa etapa que deverá ser traçado todo plano de ataque de uma obra, destacando quais as atividades de grande relevância e grau de prioridade das

mesmas; em busca de atenuar os percalços que porventura podem acontecer. Torna-se necessário observar com um olhar crítico no que se referem à natureza da construção, quais são as suas peculiaridades e de que tipo se trata: é uma construção de pequeno, médio ou grande porte? Têm-se os olhos voltados também para a obtenção de todos os projetos complementares e para um levantamento analítico, tendo como propósito uma melhor percepção no que se refere às características do local de implantação do empreendimento.

Em qualquer meio empresarial, é difícil realizar uma determinada atividade sem um planejamento prévio, sem um estudo primário em busca de implementar as melhores soluções adquiridas, com intuito de sanar possíveis danos tanto financeiro quanto material e físico. Por isso, várias empresas modificaram sua maneira de pensar, atentando-se ao bom planejamento e a importância que o mesmo tem; pois é ele quem vai determinar o que deverá ser feito, qual o tempo de execução de determinada situação, o custo e sua viabilidade.

Sendo assim, um planejamento bem elaborado tende a oferecer inúmeros benefícios, tanto para o gerente de uma determinada obra como para a empresa, pois o mesmo possibilita um melhor entendimento de todas as etapas pela qual a obra irá passar; a observação das situações desfavoráveis, como também uma maior relação com o custo levantado e uma padronização concernente à disciplina e unificação do entrosamento das equipes.

3. ORÇAMENTAÇÃO E ORÇAMENTO

Existem aspectos a serem observados a cerca destes dois termos, visto que, enquanto o processo de orçamentação baseia-se no desenvolvimento da coisa, na elaboração do que se almeja, o orçamento é a coisa em si, é simplesmente o produto final (documento) obtido após ser efetuada a elaboração orçamentária, onde se começa a preocupação referente à delimitação dos custos prováveis de aplicação da obra.

A orçamentação é uma técnica na qual é necessário efetuar inúmeras etapas: análise das plantas, leitura das especificações, levantamento das quantidades, elaboração dos custos e o cálculo final do empreendimento. Assim sendo, é preciso

reunir profissionais com elevado conceito técnico, conhecimento dos serviços e capacidade de interpretação detalhada dos projetos. Havendo grande possibilidade de obter um orçamento consistente e mais coerente, aproximando-se do que será gasto, sem deixar lacunas nas composições, como também considerações impróprias. Segundo Mattos (2010), orçar é uma atividade de grande responsabilidade, não sendo um mero exercício de futurologia ou de adivinhação.

3.1 Custo direto e indireto e despesas indiretas

É interessante como se dá o processo de levantamento de custos ao desenvolver um orçamento. É uma etapa que, assim como todas as outras, exige bastante atenção e empenho, pois é através dela que serão elencadas as atividades que compõe os custos diretos, indiretos e as despesas indiretas as quais convergem para uma grande influência no custo final de uma construção. Sendo assim, é necessário elencar e direcionar todos os valores existentes em relação aos respectivos serviços, efetuando a correta interpretação no que diz respeito as suas características, evidenciando-os, visto que, os custos diretos, são todos àqueles que estão diretamente ligados com o produto, os mesmos sendo constituído por mão de obra da produção (ou mão de obra direta), materiais e equipamentos, observando aspectos relacionados ao consumo dos insumos, pois os mesmos são obtidos através da experiência de cada construtora ou tendo em mãos tabelas direcionadas a composição de custos como as Tabelas do TCPO – Editora PINI e do SINAPI da Caixa Econômica Federal.

Já os custos indiretos são denominados por não estarem diretamente ligados aos serviços de campo, mas que são indispensáveis para que estes possam ser realizados, ou seja, é todo custo que não foi quantificado/considerado como custo direto. Mattos (2006) salienta que nessa fase é dimensionada toda a equipe técnica, de apoio e conhecida às despesas gerais da obra (contas, escritório, limpeza e materiais). Gehbauer (2002, p. 337), complementa dizendo que “os Custos indiretos da Obra compreendem todos aqueles custos que resultam de sua execução e que não podem ser incorporados nos custos de nenhum dos serviços individualmente”.

Por outro lado, as despesas indiretas normalmente se relacionam aos recursos destinados ao administrativo, o comercial e financeiro, pagamentos de tributações, a divisão de custos com a administração central, como também aqueles destinados aos gastos de comercializações. As mesmas não se relacionam diretamente com a produção, pois são de abrangência geral e destinam-se aos valores gastos com bens e serviços. Segundo a lei orçamentária (NT_01-2011, p. 15) as despesas indiretas “São todas as despesas da administração da sede central da empresa necessárias para a execução do objeto do contrato” e Tisaka (2006, p. 49) enfatiza que “São todas as despesas que não fazem parte dos insumos da obra e sua infraestrutura no local de execução, mas que são necessárias para a sua realização”. Desta forma, deve-se voltar toda atenção para o estudo dessas três fases, efetuando-se uma percepção analítica, pois são elas que irão nortear a determinação do preço final.

3.2 Atributos do orçamento

É plausível mencionar que todo orçamento é baseado em previsões, por isso, o mesmo é caracterizado como sendo um valor aproximado. Desta forma, um orçamento não necessita ser exato e sim preciso (MATTOS, 2006). Ao orçar uma obra, o orçamentista deve ficar bastante atento aos parâmetros aos quais ele possa vir utilizar para compor sua análise, pois como se torna quase impossível atingir o custo final da obra em cheio, é interessante que não se desvie muito do valor terminal, pois sua margem de erro será tanto menor quanto mais for fundamentado e apurado o processo de orçamentação.

Cada orçamento é único, tem características próprias e ponderações pertinentes ao mesmo. Logo, no processo de orçamentação tem-se que levar em consideração inúmeros fatores, visto que, é possível observar diversas mudanças concernentes à oscilação inflacionária, diferentes alíquotas de impostos na convenção coletiva do sindicato local, e com isso, os preços dos insumos sofrem constantes variações a depender da sua localidade. Por isso, ao compor um determinado serviço é interessante que se tenha bastante atenção, antes mesmo de inseri-lo em uma planilha orçamentária, pois, em se tratando de distintas regiões, é

possível visualizar que cada uma atribui valores e apreciação específica às mesmas. Mattos (2006, p. 25) diz que “O orçamento para a construção de uma casa em uma cidade é diferente do orçamento de uma casa igual em outra cidade”.

Em concordância com os outros atributos do processo orçamentário, esse quesito demonstra ter igual relevância e capacidade de influenciar de maneira direta no custo final do que se pretende obter. É destacado que orçamentos constituídos tempos atrás estão sujeitos a perderem seu prazo de validade, pois, todos os valores nele constituído já foram ultrapassados, assim sendo indispensável efetuar a revisão dos mesmos.

3.3 Etapas da orçamentação

3.3.1 Análise dos projetos

Deveras, é natural do ser humano a capacidade de investigação, o interesse em efetuar um exame detalhado sobre algo ou alguém, a inquietude no que se refere à ação de averiguar ou explorar minuciosamente alguma coisa. Portanto, em se tratando da engenharia de custos, essa preocupação não deve ser diferente. É preciso que se tenha uma atenção redobrada no que diz respeito ao estudo dos projetos, pois é nessa etapa que se analisa as características do mesmo, as especificidades como detalhamento do projeto de arquitetura e complementares (fundações, estrutura, instalações, entre outros), visto que, esse diagnóstico serve como um facilitador no momento da compatibilização dos projetos, tendo como principal finalidade solucionar possíveis interferências na execução da obra.

3.3.2 Estudos dos condicionantes

Estudar é a arte de aprender, entender algo que outrora não havia concebido determinado conhecimento, é estabelecer um exame, uma observação, uma apreciação de determinada questão antes de qualquer execução. Sendo assim, os estudos dos condicionantes são caracterizados por serem baseados nas interpretações efetuadas pelo orçamentista, visto que, é necessário conhecer as

especificações dos projetos, a identificação dos serviços, suas respectivas quantidades, o grau de relações entre as atividades, existência e procedência dos materiais e mão de obra a serem utilizadas, o local de implantação, a duração de cada etapa, restrições e de acesso; como também as dificuldades para realização das tarefas, pois é como Mattos (2006, p 27) enfatiza, “o entendimento do projeto depende muito da experiência do orçamentista e de sua familiaridade com o tipo de obra”.

3.3.3 Definição da estratégia de execução

Devido a grande complexidade ao elaborar um orçamento de obras, é interessante que se tenha bastante cuidado quando se pretende estabelecer ou definir um plano estratégico de execução dos serviços levantados, pois ter em mãos um bom planejamento e sendo o mesmo aplicado com êxito, poderá ser verificado e ter entendimento do que será feito, contribuindo positivamente para serem efetuadas decisões mais conscientes, sem ponderações impróprias. Pois, de certa forma, aproxima todos aqueles que participam do processo, de todo conjunto da obra; em se tratando da construção a ser realizada, como também dirimindo erros futuros, visto que, essa é uma prática comumente observada.

Vilela (2012, p. 29) diz que “O plano de ataque ou de execução – é a sequência racional do conjunto de atividades relevantes, que consiste a obra”.

É nessa fase que todos os técnicos envolvidos no projeto, tomarão ciência dos desafios que circundam o empreendimento e que possivelmente refletirão na composição dos custos, como também observará os aspectos básicos que devem ser estudados: se os recursos que estão disponíveis estão sendo utilizados conforme o programado; as equipes estão sendo supervisionadas; as atividades do projeto estão tendo acompanhamento? E, por fim, determinar uma avaliação dos trabalhos realizados.

3.3.4 Levantamento das quantidades dos serviços

O mesmo consiste na elaboração por parte do orçamentista, do levantamento

dos respectivos serviços e de suas quantidades, tendo como base, preferencialmente os projetos e suas especificações técnicas. Por isso, obter essas informações, ajuda na hora que for incluir na planilha voltada aos preços unitários, os itens listados e que irão compor o orçamento. Assim sendo, ter em mãos todos os cálculos dos insumos que serão incluídos nos serviços, influi em uma compatibilização de informações de maneira mais coerente, o que facilita o entendimento de todos os técnicos sobre o que cada elemento corresponde e torna o planejamento estratégico mais consistente, contendo uma maior gama de referências a ser ponderada.

3.3.5 Escolha e/ou elaboração das composições de preço unitário

Em se tratando do processo de elaboração das composições de preço unitário (CPU), é importante que se inicie tendo a percepção das características de cada insumo necessário para realização de cada serviço, como: para efetuar o serviço de execução de alvenaria em bloco cerâmico, é indispensável ter os materiais, a mão de obra e ferramentas e equipamentos, assim tendo o preço unitário de cada insumo, obterá o custo unitário de cada m² do mesmo serviço, sendo dessa maneira observado o processo de elaboração propriamente dito.

Para a formação do serviço, é observado que os mesmos são determinados de acordo com sua produção e respectivas unidades: metro quadrado (m²), metro cúbico (m³), homens-hora (HH), pois será necessário analisar que cada insumo inserido em uma atividade, se correlaciona com seu próprio elemento.

3.3.6 Elaboração da planilha de custo direto

De posse dos serviços que compõe os custos de uma obra, é constituída uma planilha orçamentária na qual estará especificado todos os itens necessários para a realização do objeto, tendo consigo seu código de identificação, a descrição dos serviços, unidades, quantidades, preço unitário, subtotal e o quanto será gasto com cada atividade, pois é através dela (a planilha orçamentária) que será possível

chegar ao custo direto total. Este valor será muito importante para a composição da taxa do BDI – Bonificação e Despesas Indiretas.

Nessa mesma etapa é analisado minuciosamente todos os quantitativos das atividades, pois cada uma em conjunto com sua própria unidade, tem consigo uma grande capacidade de influenciar positiva ou negativamente no custo final do produto; daí, a experiência e conhecimento dos técnicos responsáveis será um fator determinante para um processo orçamentário bem elaborado. Sendo decorridas todas as ponderações cabíveis, se chegará a um resultado final caracterizado por ser o total da planilha de custo direto, onde acrescido do custo indireto e da bonificação e das despesas indiretas (BDI) se tornará no preço de venda do empreendimento.

3.3.7 Levantamento de custos indiretos

O levantamento dos custos indiretos é realizado tendo em mãos uma planilha contendo os códigos de cada insumo e suas quantidades, a qual norteará na classificação de cada serviço de acordo com sua característica e unidade; necessitando ter a percepção que o fator tempo é determinante, sendo necessário demonstrar todos os custos dos insumos inseridos nas composições, devidamente atualizados. Deve-se ter bastante atenção, pois qualquer avaliação atribuída de maneira equivocada pode ocasionar futuros problemas, visto que, em determinados casos é difícil distinguir qual item se destina aos custos indiretos ou diretos.

É uma etapa que exige conhecimento técnico, pois é preciso estar familiarizado com cada atividade que será incluída na planilha, assim, sendo de certa forma mais coerente de acordo com as ponderações efetuadas. Segundo Dias (2011, p 142) “Os custos indiretos são decorrentes da estrutura da obra e da empresa e que não podem ser atribuídos diretamente à execução de um dado serviço”.

3.3.8 Definição das despesas indiretas

A elaboração do orçamento é um processo muito detalhado e de grande abrangência, visto que, são inúmeras as variáveis as quais o orçamentista deverá levar em consideração e avaliar a qual quadrante elas se destinam, pois contribuem para a formação do preço total da obra como custo (direto e indireto) ou despesas indiretas. Os profissionais responsáveis obtendo essas informações buscam definir as tais, tendo em vista o levantamento de suas quantidades e apoiando-se em suas especificações observam as características de cada uma, conhecendo os custos gerados por elas e assim buscam estimar a taxa de bonificação incidida nos serviços. Neste momento é pretendido conhecer todas as despesas indiretas: com a administração central, pagamentos de tributos e impostos, seguros, garantias, viagens, encargos financeiros do capital de giro, tributos municipais, entre outros. Para assim entender como elas se comportam, pois representam um percentual sobre o custo total do empreendimento.

3.3.9 Orçamento estimativo e orçamento definitivo

Um orçamento estimativo consiste em avaliar e calcular as composições, inserido-as em planilhas as quais evidenciam os seus Custos Unitários (Custo Direto), Custos Indiretos e o BDI; tendo em vista efetuar apenas uma aferição do valor total da obra e avaliação da viabilidade econômica, utilizando como subsidio o projeto básico e posteriormente sendo passível de alterações, pois os dados analisados são bastante imprecisos gerando certo grau de incerteza. No mesmo é observada a utilização de artifícios muito interessantes para obter o valor estimado, exemplo disso tem o índice: Custo Unitário Básico da Construção Civil – CUB, que segundo Mattos (2006, p 35), o mesmo “Representa o custo da construção, por m² de cada um dos padrões de imóvel estabelecidos”.

Diferenciando-se do primeiro, o orçamento definitivo como o próprio nome já diz, é a definição, ou seja, é como deve permanecer o preço de determinado produto, sendo a consumação final do que se pretende obter, fazendo as revisões cabíveis e posteriormente a aprovação para a contratação. Ele é calculado tendo em

mãos todo o projeto executivo juntamente com os complementares; assim, observando todas as quantidades, as respectivas unidades e características de cada item, são elaboradas todas as composições e em seguida tem-se a formação da proposta que se tornará em preço de venda.

3.3.10 Fechamento do orçamento

Observando os aspectos que constituem a construção de um empreendimento e visualizando as especificidades (método construtivo, insumos utilizados e realização dos serviços) do processo orçamentário, imprescindível para a sua consumação, o fechamento do orçamento é de grande responsabilidade dos profissionais envolvidos e traz consigo uma capacidade de influenciar de maneira positiva ou negativa na realização da proposta levantada. No mesmo, segundo Mattos (2006), são levados em consideração alguns itens:

- Definição da Lucratividade – onde tomando como parâmetro as condições ligadas ou não a obra, o empreiteiro estabelece a sua lucratividade pretendida com a obra em questão. Assim levando em consideração alguns quesitos como a concorrência, como também os riscos relacionados com o empreendimento.
- O cálculo do BDI – Em que, sendo percebido que o construtor irá participar de uma licitação a qual será do tipo concorrência, na qual as propostas têm como base os serviços contidos na planilha destinada a essa participação, ele terá que diluir sobre esses mesmos itens todos os custos que não estão especificados de maneira explícita, que representara os custos indiretos, lucro, além dos impostos incidentes.
- Desbalanceamento da planilha – Possibilitando o acréscimo dos preços dos serviços realizados no início da obra e diminuindo aqueles que estarão mais próximos do fim, majorando de certa forma aqueles que tendem ter um quantitativo mais elevado e depreciando os que tendem a serem menores. Mattos (2006, p 30) diz que “O desbalanceamento é uma jogada de preços na planilha, sem alteração do preço de venda”.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de ter um controle de custos não é uma novidade surgida há pouco tempo, é sim um fator histórico e que vem progredindo cada vez mais, sendo algo intrínseco a todos os setores da economia. Dessa forma, entender que estabelecer; conhecer e controlar todos os gastos de uma empresa esteja ela inserida em qualquer atividade é imprescindível e só oferece benfeitorias. Sendo assim, decorrida a elaboração deste artigo, foi observada a grande valia de ter um setor constituído por profissionais altamente responsáveis, qualificados e experientes, que tenham verdadeiramente o conhecimento indispensável para assim, estabelecer uma orçamentação mais precisa e coerente, tendo como embasamento as normas e bibliografias existentes. Por outro lado, também é apresentado o quão é interessante dar valor a todas as etapas as quais culminam ao documento final (o orçamento), pois elas trazem consigo uma enorme representatividade e cada uma é específica da fase em questão, influenciando no preço final obtido.

As empresas, engenheiros e/ou estudantes interessados no assunto e detentores de conhecimento, deveriam propor a sociedade uma gama maior de eventos técnicos e/ou científicos: Workshops, palestras, simpósios, os quais teriam como intuito tratar da engenharia de custos; expor em que ela se fundamenta, os benefícios ao ser aplicado seus conceitos, pois mesmo nas instituições de ensino superior, dificilmente se observa debates relacionados ao tema. Assim, tanto construtores quanto clientes terão uma visão ampla sobre o assunto, consolidando talvez um entendimento pré-concebido e a sociedade se sentirá mais embasada, pois teria uma percepção ampla de como deve ser elaborado um orçamento de obras e segura para questionar aos órgãos públicos e seus governantes, no que diz respeito às verbas destinadas as construções públicas.

De certa forma, esse trabalho é uma contribuição técnica para a sociedade, pois é carregado de informações voltadas ao processo de orçamentação e aproxima aqueles que porventura pretendem conhecê-lo, de um mundo cheio de novidades como o da Engenharia de Custos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: **NBR 16633 - 4**: Elaboração de orçamentos e formação de preços de empreendimento de infraestrutura: Parte 4 Execução de infraestrutura. Rio de Janeiro, 2017.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos: metodologia de orçamentação para obras civis**. 9ª ed. Rio de Janeiro: IBEC, 2011. 219 p.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Novo conceito de BDI: Obras e serviços de Consultoria**. 5ª ed. Rio de Janeiro: Editora IBEC, 2011. 104 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Normas de apresentação tabular do IBGE**. 3.ed. Rio de Janeiro, 1993. 62 p.

INSTITUTO DE ENGENHARIA: **Elaboração de orçamento de obras de construção civil. Norma técnica IE – Nº 01/2011**. São Paulo, 2011.

GEHBAUER, Fritz. **Planejamento e Gestão de Obras: um resultado prático da cooperação técnica**. Curitiba: CEFET-PR, 2002. 520 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: Editora Pini, 2010. 420 p.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentista, estudos de caso e exemplos**. São Paulo: Editora Pini, 2006. 281p.

MANUAL TÉCNICO ORÇAMENTÁRIO (MTO). **Manual técnico de orçamento do MTO**. Edição 2018. Brasília, DF, 2018.166p.

OLIVEIRA, Djalma de Pinho Rebouças de. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. 23ª ed. São Paulo: Atlas, 2007. 314 p.

PAZ, Manoel; FILHO, Silva. **Manual de obras e serviços de engenharia: fundamentos da licitação e contratação**. Brasília: AGU, 2014. 140 p.

SANTOS, Naiane Marques dos. **Orçamento na Construção Civil**. 2015. 15 p. MBA Gerenciamento de Obras, Tecnologia e Qualidade da Construção. Instituto de Pós-Graduação – IPOG, ribeirão Preto, SP, 2015. Disponível em: <http://www.ipog.edu.br/download-arquivo-site.sp> . Acesso em 08 de Maio 2018.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa e Índices da Construção Civil. Brasília: Caixa Econômica Federal, 2014. 128 p.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Custo Unitário Básico (CUB/m²):** principais aspectos. Belo Horizonte: SINDUSCON-MG, 2007. 112 p.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada a construção civil.** 2014. 63 p. Projeto de graduação – UFRJ / Escola Politécnica / Curso de Engenharia Civil, Rio de Janeiro, 2014.

TCPO, **Tabelas de Composição de Preços Para Orçamentos.** 13. ed. São Paulo: Editora Pini, 2010. 630 p.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução / Maçahiko Tisaka.** São Paulo: Editora Pini, 2006. 367 p.

EMPHASIS



Expediente

EDITORA-PRESIDENTE: Cláudia Cristina Rios Caxias da Costa

COMISSÃO EDITORIAL: Alaíde Barbosa Martins, Bianca Daébs Seixas Almeida, Sandra Virginia A. Hohlemwenger, Valmir Farias Martins.

REVISORES: Bruno Luiz Teles de Almeida (coordenação)

SITE EMPHASIS: Anderson Assis

COLABORADORES: Daniela Santana Musse, Nilton Rosado Filho e Paulo Ribeiro

ESTAGIÁRIA: Laíse Souza