

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM O USO DE SÉRIES TEMPORAIS

SOLID WASTE MANAGEMENT IN CIVIL CONSTRUCTION WITH THE USE OF TEMPORARY SERIES

Recebido em: 30/09/2017.

Aceito em: 05/12/2017.

Icaro Yuri Pereira Dias¹

Bárbara Natália de Andrade Araújo²

Danillo Gonçalo Sousa³

Caroline Farias de Araújo⁴

José Renato Barros Esteves Lins⁵

Julyana Kelly Tavares de Araújo⁶

RESUMO

Com o avanço da indústria da construção civil, diariamente milhares de empreendimentos geram grandes quantidades de resíduos sólidos. Reformas, demolições, ampliações, dentre outros processos são os grandes responsáveis pela produção de entulhos no interior de uma obra. Na maioria dos casos, esse material acaba sendo descartado de maneira clandestina em terrenos baldios, vias públicas ou áreas de preservação ambiental, afetando a sociedade e o meio. No ano de 2007, a Autarquia Municipal de Limpeza Urbana da cidade de João Pessoa (EMLUR) abriu a Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (USIBEN), com objetivo de receber o descarte de resíduos sólidos e destiná-los da maneira correta. Baseado nas informações fornecidas pela Usina do período de 2013-2017, será realizado um estudo estatístico baseado no uso de séries temporais e médias móveis, realizando uma projeção de entrada desses materiais no local até 2021, com o objetivo de melhorar os processos de previsão de demanda, planejamento e reorganização da estrutura física para o recebimento do descarte de resíduos das obras.

¹ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).
E-mail: icaroyuripb@gmail.com

² Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).
E-mail: barbara_nathalia@live.com

³ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).
Email: danillogoncalo@gmail.com

⁴ Graduanda em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).
E-mail: caroline01araujo@gmail.com

⁵ Graduando em Engenharia Civil pelo Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ).
E-mail: renatolinssestevess@hotmail.com

⁶ Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB).
Docente do Centro Universitário de João Pessoa (UNIPÊ). Email: julyana_tavares@unipe.br

Palavras-chave: Resíduos sólidos. Séries temporais. Descarte de resíduos. Usiben.

ABSTRACT

With the advance of the building industry, everyday thousands of buildings creates a big quantity of solid residues. Reforms, demolitions, extensions and other kinds of processes are the most responsible to produce rubbles in construction work. In most of the cases, these materials discarded in forbidden areas around the city like empty lands, public ways or environmental areas where they cannot throw things, affecting the society and the places. In 2007, João Pessoa's County Autarchy of Urban Cleaning (EMLUR) created the Solid Residues Processing Plant (USIBEN), with the objective of receiving solid residues and do the correct job to discard this one. Based in pieces of information from 2013 to 2017, it will be done an study based in time series and moving averages, doing an projection of input and output of this material until 2021, with the objective of improve the process of prediction, planning and reorganization of physical structure to receive all of construction work's residues and do the correct discard.

Keywords: Solid residues. Time series. Discard of residues. Usiben.

INTRODUÇÃO

O setor da construção civil se destaca como a atividade que mais afeta o meio ambiente, no consumo de recursos naturais e na produção de resíduos sólidos. Os altos índices de perdas durante o processo construtivo devem-se à falta de cultura de reutilização e reciclagem no Brasil (MELLO, 2010). A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição - ABRECON estima que 60% do lixo sólido das cidades provêm da construção civil.

Segundo MELLO (2010), no Brasil, em média 50% de todo o material desperdiçado (cerca de 850 mil toneladas de entulho por mês) é depositado sem critérios em lixões ou aterros sanitários. A prática de reuso e reciclagem pode ser encarada do ponto de vista da viabilidade econômica para revenda desses materiais. Para AZEVEDO E AMORIM (2013), o descarte irregular provoca não somente danos ambientais, mas também custo de limpeza pública e alguns dos impactos citados são visíveis e provocam comprometimento total/parcial do meio urbano e desordem no tráfego de veículos e pedestres.

Dentre as várias estratégias possíveis para atenuar o efeito da geração excessiva de resíduos na construção civil, pode-se destacar o reuso e a reciclagem desses resíduos, visto que de acordo com a ABRECON, 70% do resíduo total da construção civil poderia ser reutilizado, criando oportunidades que se traduzam em sustentabilidade social e ambiental.

No estado da Paraíba, a Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP) contribui para a devida destinação de resíduos da construção civil, reaproveitando materiais como restos de tijolo e argamassa e utilizando-os na pavimentação de vias da Capital. A iniciativa é realizada através da Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (USIBEN), criada pela Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR), funcionando no bairro do José Américo.

Através de uma coleta de dados, o artigo propõe um modelo de previsão de demanda de médio e longo prazo, usando o método estatístico de séries temporais para a USIBEN. Este tipo de estudo é uma etapa fundamental, visando a melhoria do processo de previsão de demanda para aprimorar o processo de planejamento da capacidade da empresa e atuação na cidade de João Pessoa.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Aplicar métodos estatísticos para coleta, disposição e processamento de dados utilizando ferramenta computacional para propor soluções na área da Engenharia Civil.

Objetivos Específicos

Conscientizar acerca dos problemas causados pela má destinação dos resíduos sólidos da construção civil; ressaltar a importância da reciclagem e reutilização desses materiais; mostrar o trabalho da Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos de João Pessoa (USIBEN); utilizar um método estatístico para realizar a projeção de demanda da Usina que servirá como ajuda no planejamento e melhora do processo e estrutura do local.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Resíduos sólidos da construção civil

Pode-se definir como resíduo tudo o que não é aproveitado nas atividades humanas, oriundo de residências, indústrias, comércio e construção civil. São identificados como Resíduos da Construção e Demolição (RCD), conforme Art. 2º da (RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, DE 5 DE JULHO DE 2002) os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da 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, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, comumente chamados de entulhos, calça ou metralha.

Os descartes irregulares de tais materiais são danosos ao meio ambiente, visto que grande parte ainda são descartados em terrenos baldios ou áreas não destinadas a receber o material específico, consumindo o espaço público e favorecendo a proliferação de doenças. O mau gerenciamento do RCD gera custo, pois o grande volume de entulho desprezado poderia ser reutilizado em construções que requeressem esse material, como é o exemplo da terraplenagem.

Um dos problemas mais graves dos RCD é variabilidade de composição, e conseqüentemente de outras propriedades desses agregados reciclados (ÂNGULO, 2000; ZORDAN, 1997, p. 6). Há a necessidade da separação dos materiais no próprio canteiro de obras, que facilitaria seu reaproveitamento e destinação correta.

Quanto à sua classificação e segundo o art. 3 da resolução nº 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), os RCD estão inseridos na categoria A de classificação.

“Art. 3º Os resíduos da construção civil deverão ser classificados, para efeito desta Resolução, da seguinte forma: I - Classe A - são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como: a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;” (CONAMA, 2002, p. 3)

Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (USIBEN)

A Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção e Demolição (USIBEN) é um complexo de reciclagem e reaproveitamento de RCD localizado no bairro José Américo, na cidade de João Pessoa (PB). Foi inaugurada em 11 de dezembro de 2007, instalada pela Prefeitura Municipal da capital, através da Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana (EMLUR).

A Usina possui a função de receber de obras em geral os resíduos que as mesmas produzem e fazer o descarte correto desse material. Ao invés das empresas descartarem de forma errônea em terrenos baldios, margens de rios, etc., eles pagam uma quantia para a Usina depositar seus resíduos no lugar correto.

O local possui dois equipamentos que trituram os resíduos e tem a capacidade de processar 20 toneladas por hora de metralha, que fornecerá matéria-prima suficiente para a construção de casas, pavimentação de ruas e avenidas. Também contribui com a sustentabilidade, tornando a cidade mais limpa e evitando o acúmulo de entulho e as conseqüências que essa ação traz para a sociedade (proliferação de doenças, obstrução de estradas, rios) e meio ambiente de um modo geral.

Séries temporais

Pode-se definir uma Série Temporal como o conjunto de dados sobre uma variável observada em um determinado período de tempo (REIS, 2015). VIALI (2016), pode-se citar os valores diários do preço de ações na bolsa de valores, as máximas e mínimas temperaturas de uma cidade, o índice mensal da inflação e as alturas das marés de uma cidade litorânea como exemplos de situações em que as séries temporais são utilizadas. “O objetivo da análise de séries temporais é identificar padrões não aleatórios na série temporal de uma variável de interesse, e a observação deste comportamento passado pode permitir fazer previsões sobre o futuro, orientando a tomada de decisões.” (REIS, 2015, p.1).

Séries Temporais geralmente são compostas de quatro padrões:

- **Tendência (T):** É a forma como a série se comporta em longo prazo, podendo ser causada por variação do crescimento demográfico, mudança gradual de hábitos de consumo ou qualquer outro aspecto que afete a variável em longo prazo. Pode ser feita de três formas: Modelo de regressão, médias móveis ou ajuste exponencial;
- **Variações Cíclicas ou Ciclos (C):** São mudanças nos valores das variáveis acima de um ano e que se repetem numa certa periodicidade. Podem ser caracterizadas como mudança na economia (períodos de crescimento ou recessão), ou até fenômenos climáticos, como o El Niño;
- **Variações Sazonais ou sazonalidade (S):** São variações menores que um ano e que se repetem todos anos, geralmente em função das estações do ano;
- **Variações Irregulares (I):** São as variações inexplicáveis como resultado de fatos fortuitos e inesperados, como por exemplo, o atentado de 11 de setembro de 2001 no World Trade Center, nos EUA.

É importante entender que nem sempre a série temporal será composta dos quatro modelos padrões, podendo ser composta apenas por uma, duas ou até as quatro.

O que norteia a análise de séries temporais é que existe um sistema causal que se repete, relacionado com o tempo que influenciou no passado e pode continuar atuando no futuro. O sistema costuma atuar causando padrões não aleatórios que podem ser mostrados num gráfico. Como seu objetivo é analisar os dados passados que possuem características constantes, pode-se fazer uma previsão de comportamento futuro para tomada de decisões.

Como exemplo prático sobre o assunto, SILVA, LIMA E GROppo (2016) realizaram um estudo sobre a vazão do Rio Doce, localizado em Minas Gerais, do período de 1950 a 2016 foi realizado, através de testes de para análise de tendências temporais, diagnosticando a situação anual e quantificação da disponibilidade de água no rio ao longo dos anos. Foram analisados dados obtidos através da ANA - Agência

Nacional das Águas, a vazão foi testada em comparação dos dados obtidos em estações diferentes do mesmo rio.

As estações estudadas apresentaram tendências negativas, sendo bem significativas, causando mudança na média da vazão no ano de 1985. Este fato ocorreu em duas cidades, no município de Belo Oriente e Galiléia. A tendência negativa significa diminuição da água no rio e afeta 3,5 milhões de pessoas, podendo estar associado com o crescimento populacional, industrial, a urbanização e o assoreamento. O estudo ajudou numa análise do passado para que pudesse realizar um planejamento para o futuro, já que a população e a cidade vêm crescendo.

Previsão e médias móveis

Tem como definição a estimação de um valor de uma determinada variável ou conjunto delas para um determinado instante de tempo futuro. A previsão geralmente auxilia na tomada de decisões no planejamento para o futuro. O controle de estoque, a política de investimento e econômica, dentre outras, são considerados exemplos de previsão, todas com base em dados passados onde estima-se um comportamento do futuro da variável em questão.

Ainda pode-se dividir a previsão em dois tipos: a qualitativa, onde não há um modelo matemático, pois, os dados não são representativos para decisões futuras, e a quantitativa, que disponibiliza os dados históricos da variável em estudo. É baseado em um estudo histórico dos dados da variável específica e outras que tenham relação com a série temporal. Existem alguns métodos qualitativos, como Delphi ou opinião de especialista, pressupostos gerenciais, pesquisas de mercado, dados externos ou sondagens e pesquisas (MUN, 2010 apud BERTOLO, 2009).

Pode-se considerar que as médias móveis são uma forma alternativa para a obtenção da tendência ou nível de uma série temporal. Nessa forma é calculada a média dos primeiros n períodos da série, colocando o resultado no centro deles. Em seguida, é acrescentado de forma progressiva um período seguinte e desprezado o primeiro da média anterior, que vão se movendo até o final da série. O número de períodos (n) é chamado de ordem da série.

Uma previsão através de médias móveis pode ser realizada por dois modos: médias móveis simples e duplas. “O método da média móvel simples é indicado para previsões de curto prazo onde as componentes de tendência e sazonalidade são inexistentes ou possam ser desprezadas.” (MAKRIDAKIS; WHEELWRIGHT; HYNDMAN, 1998 apud BERTOLO, 2009, p.6). Já nas médias móveis duplas, é utilizado o mesmo método das médias móveis simples, entretanto aplicado duas vezes, sendo a primeira com os dados originais, e a segunda com os valores resultantes da primeira média móvel (BERTOLO, 2009).

O software Microsoft Excel é uma ótima ferramenta para o desenvolvimento de gráficos envolvendo médias móveis. Através da aplicação das equações que

compõem uma média móvel, é possível obter gráficos com linha de previsão. Para BERTOLO (2009), as equações de médias móveis simples e dupla, respectivamente, que geralmente são utilizadas no software são:

$$MMS = \frac{y_t + y_{t-1}}{2} \quad (1)$$

$$MMD = \frac{MMS_t + MMS_{t-1}}{2} \quad (2)$$

Onde:

- **MMS** – Média Móvel Simples;
- **MMD** – Média Móvel Dupla;
- Y_t e Y_{t-1} – Dados;

METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS

Visita técnica à USIBEN

Para entender o processo de funcionamento do descarte e reaproveitamento (beneficiamento) do RCD na cidade de João Pessoa, foi realizada uma visita técnica à Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, localizada na Rua Antoniêta Sátiro – nº 60, no bairro do José Américo. Através dessa visita, pode-se entender os processos de entrada, saída, beneficiamento e uso desses materiais.

Para descarregar o material na USIBEN, as empresas/proprietários de caminhão do tipo caçamba têm que realizar um cadastro na EMLUR, passando por uma análise técnica que vai desde a documentação do caminhão, até uma vistoria técnica das condições físicas do mesmo. Realizada a análise técnica, o veículo poderá iniciar com o processo de descarga do material no local.

Além do cadastro prévio, é preciso emitir um CTR (Controle de Transporte de Resíduos) para cada carregamento dos materiais. O CTR é um documento emitido pela autarquia em três vias, onde constam dados do proprietário do caminhão que está realizando o transporte, da empresa que está executando a obra, bem como os dados da obra, além de constar o tipo de resíduo que está sendo transportado. Caso o veículo venha a ser abordado transportando o material sem a posse do CTR, tanto o proprietário do caminhão, quanto a construtora serão multados em aproximadamente R\$ 10.000,00 (dez mil reais). Em relação ao valor do resíduo na Usina, cada m³ de resíduo custa em média R\$ 65,00 (cinco reais) para a empresa que fará o descarte na USIBEN.

Das três vias do CTR, uma ficará na Usina, no momento da descarga do material, e das outras duas vias, uma fica com o proprietário do caminhão e a outra com a construtora que realizou o descarte correto do material, que servirá de anexo aos documentos da obra para a retirada do habite-se da obra. O tipo de material que pode ser descarregado na Usina é o Classe A, de acordo com a resolução nº 307 CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente).

Grande parte dos resíduos vem acompanhada de restos de ferragem de suas obras de origem. Para isso, há o processo de peneiração, onde são retirados os restos desses metais. O processo se dá com o uso de uma pá carregadeira para uma esteira com um eletroímã, onde são retirados pregos e outros materiais metálicos. Em seguida, é feita a separação final do material para seguir para o beneficiamento, que é a diminuição do tamanho dos agregados, resultando no material final que é utilizado pela SEINFRA (Secretaria Municipal de Infraestrutura) como sub-base de vias e nos serviços de reparos das vias públicas na operação “Tapa Buracos”.

Figura 1 - Material Beneficiado.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tendo em mente o funcionamento do beneficiamento dos resíduos, partiu-se para a análise dos dados coletados na autarquia. A pesquisa classifica-se como descritiva, pois busca realizar a análise sobre os resíduos, investindo no levantamento de dados quantitativos e uso de ferramentas estatísticas com a finalidade de analisar os dados coletados para a previsão da demanda de resíduos na USIBEN do município de João Pessoa.

Quanto à metodologia, optou-se pelo método histórico, justificada pelo fato da pesquisa analisar a demanda da USIBEN dos anos anteriores, tratando os dados coletados a partir do método estatístico de séries temporais para prever as tendências para os próximos anos. A partir do tratamento estatístico desses dados no Microsoft EXCEL, as análises foram organizadas de modo que foram previstas coletas para os próximos quatro anos com base nos últimos anos.

Procedimentos

Primeiramente foi realizada a visita técnica à USIBEN, tanto para o conhecimento do processo utilizado por eles no tratamento dos resíduos sólidos, como também para a respectiva coleta dos dados. No entanto, a coleta dos dados não foi realizada na Usina, mas na EMLUR, responsável pela gestão e controle do local e relatórios. Através de ofício, obteve-se uma planilha contendo quantidade de toneladas de resíduos sólidos que foram recebidos pela USIBEN de janeiro de 2013 até abril de 2017, incluindo a saída geral do material beneficiado do local e a saída do material por tipos, sendo bica corrida, peneirado/triturado, metralha e diversos. Para a respectiva pesquisa, utilizaram-se apenas os valores correspondentes à entrada de materiais, onde estão contidos na tabela 1:

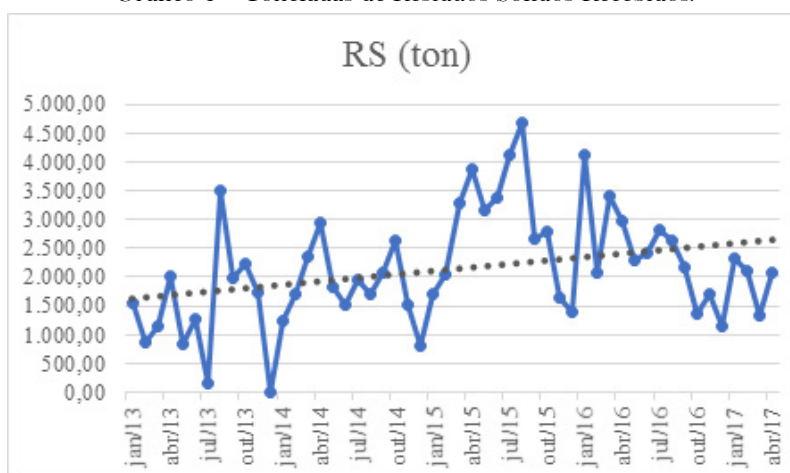
Tabela 1 – Quantidade de material recebido pela USIBEN (Toneladas).

MÊS/ANO	2013 (ton)	2014 (ton)	2015 (ton)	2016 (ton)	2017 (ton)
Janeiro	1.542,00	1.227,00	1.699,00	4.124,40	2.332,80
Fevereiro	876,00	1.703,00	2.050,00	2.085,60	2.101,20
Março	1.145,00	2.354,00	3.300,00	3.423,40	1.327,20
Abril	2.006,00	2.944,00	3.889,00	2.970,00	2.070,00
Maiο	849,00	1.836,00	3.167,00	2.282,40	-
Junho	1.284,00	1.523,00	3.370,00	2.416,80	-
Julho	161,00	1.961,00	4.135,00	2.808,00	-
Agosto	3.498,00	1.712,00	4.667,50	2.624,40	-
Setembro	1.974,00	2.081,00	2.651,00	2.168,00	-
Outubro	2.220,00	2.645,00	2.797,00	1.375,20	-
Novembro	1.725,00	1.519,00	1.650,00	1.692,00	-
Dezembro	0,00	804,00	1.385,00	1.159,20	-
TOTAL	17.280,00	22.309,00	34.760,50	29.129,40	7.831,20

Fonte: USIBEN – João Pessoa, 2017.

Após a coleta dos dados foi possível fazer um tratamento estatístico e organizá-los em um gráfico para fazer a análise das séries temporais. Esse e os demais gráficos foram gerados no programa Microsoft EXCEL. O gráfico 1 representa a quantidade de resíduos sólidos recebidos pelo local.

Gráfico 1 – Toneladas de Resíduos Sólidos Recebidos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Com a construção do gráfico tornou-se possível analisar a série temporal, pois a partir dele é possível perceber que os dados não são sazonais, mas possuem uma tendência crescente conforme a linha pontilhada presente no gráfico. A partir disso, optou-se por usar o modelo de previsão de curto prazo (6 meses) com média móvel simples e o modelo de previsão de longo prazo (5 anos) com média móvel dupla.

Começando para a previsão de curto prazo, primeiramente foi atribuída uma previsão para cada mês, no qual o resultado dessa era correspondente à média das quantidades de resíduos recebida nos dois meses anteriores. Depois foram calculados os erros que consistem no valor absoluto entre a diferença do recebido real e a previsão dividida pelo recebido real e depois transformada em percentual. A partir da equação a seguir, os valores calculados encontram-se na tabela 2:

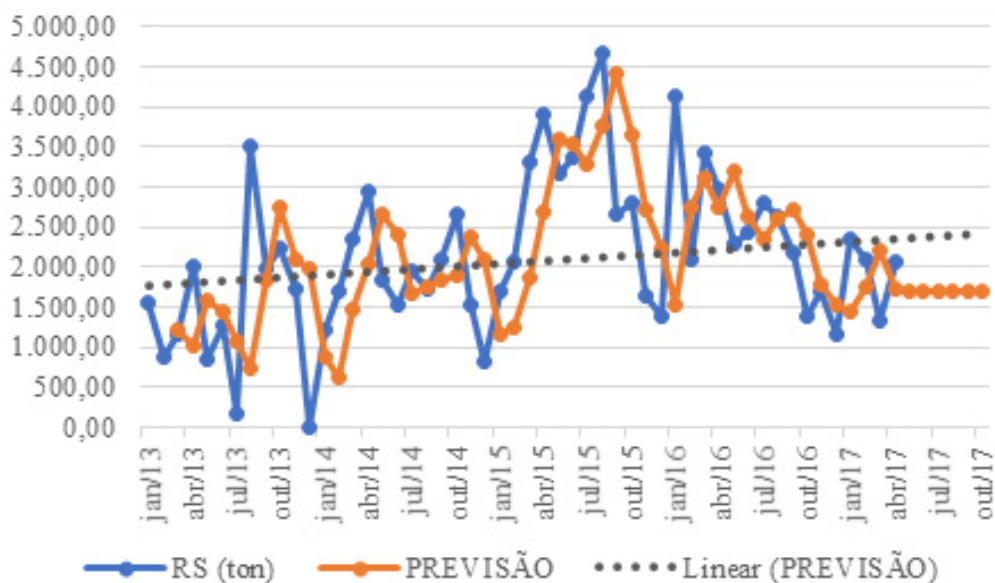
$$E = \frac{Vrr - P}{100 \times Vrr} \quad (3)$$

Onde:

- **E** – Erro (%);
- **Vrr** – Valor recebido real (T);
- **P** – Previsão Mensal (T).

A partir dos dados da tabela 2, foi gerado o gráfico 2 com as previsões de entrada de resíduos para os próximos seis meses:

Gráfico 2 – Previsão até Outubro de 2017.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Tabela 2 – Previsões e Erros.

MÊS/ANO	RS (ton)	PREVISÃO	ERRO	MÊS/ANO	RS (ton)	PREVISÃO	ERRO
jan/13	1.542,00			jun/15	3.370,00	3.528,00	5%
fev/13	876,00			jul/15	4.135,00	3.268,50	21%
mar/13	1.145,00	1.209,00	6%	ago/15	4.667,50	3.752,50	20%
abr/13	2.006,00	1.010,50	50%	set/15	2.651,00	4.401,25	66%
mai/13	849,00	1.575,50	86%	out/15	2.797,00	3.659,25	31%
jun/13	1.284,00	1.427,50	11%	nov/15	1.650,00	2.724,00	65%
jul/13	161,00	1.066,50	562%	dez/15	1.385,00	2.223,50	61%
ago/13	3.498,00	722,50	79%	jan/16	4.124,40	1.517,50	63%
set/13	1.974,00	1.829,50	7%	fev/16	2.085,60	2.754,70	32%
out/13	2.220,00	2.736,00	23%	mar/16	3.423,40	3.105,00	9%
nov/13	1.725,00	2.097,00	22%	abr/16	2.970,00	2.754,50	7%
dez/13	0,00	1.972,50	100%	mai/16	2.282,40	3.196,70	40%
jan/14	1.227,00	862,50	30%	jun/16	2.416,80	2.626,20	9%
fev/14	1.703,00	613,50	64%	jul/16	2.808,00	2.349,60	16%
mar/14	2.354,00	1.465,00	38%	ago/16	2.624,40	2.612,40	0%
abr/14	2.944,00	2.028,50	31%	set/16	2.168,00	2.716,20	25%
mai/14	1.836,00	2.649,00	44%	out/16	1.375,20	2.396,20	74%
jun/14	1.523,00	2.390,00	57%	nov/16	1.692,00	1.771,60	5%
jul/14	1.961,00	1.679,50	14%	dez/16	1.159,20	1.533,60	32%
ago/14	1.712,00	1.742,00	2%	jan/17	2.332,80	1.425,60	39%
set/14	2.081,00	1.836,50	12%	fev/17	2.101,20	1.746,00	17%
out/14	2.645,00	1.896,50	28%	mar/17	1.327,20	2.217,00	67%
nov/14	1.519,00	2.363,00	56%	abr/17	2.070,00	1.714,20	17%
dez/14	804,00	2.082,00	159%	mai/17		1.698,60	
jan/15	1.699,00	1.161,50	32%	jun/17		1.706,40	
fev/15	2.050,00	1.251,50	39%	jul/17		1.702,50	
mar/15	3.300,00	1.874,50	43%	ago/17		1.704,45	

abr/15	3.889,00	2.675,00	31%	set/17		1.703,48	
mai/15	3.167,00	3.594,50	13%	out/17		1.703,96	

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Para a previsão de longo prazo, foi utilizado o mesmo procedimento duas vezes, calculando a Média Móvel Dupla. Os dados obtidos nos cálculos estão na tabela 3:

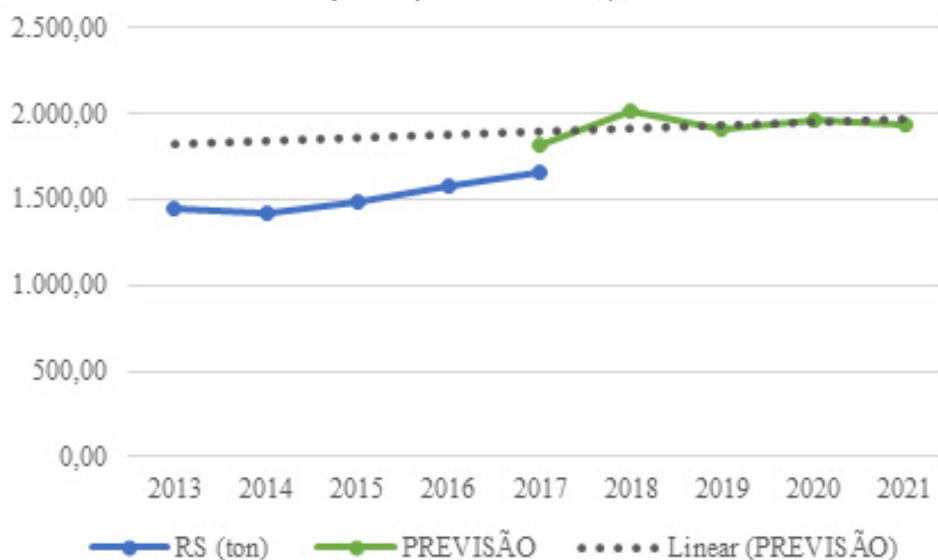
Tabela 3 – Médias Móveis, Previsões e Erros (Toneladas).

ANO	RS	MM	MM2	A	B	PREVISÃO
2013	1440,00					
2014	1413,67					
2015	1482,67	1426,88				
2016	1583,42	1448,21				
2017	1661,58	1533,04	1437,54	1628,542	191	1819,542
2018		1622,50	1490,63	1754,375	263,75	2018,125
2019		1661,58	1577,77	1745,396	167,625	1913,021
2020			1642,04			1965,573
2021						1939,297

Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

A partir das informações da tabela 3, foi construído o gráfico 3 com as previsões para os próximos 5 anos:

Gráfico 3 – Previsão até 2021.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para efeitos de resultado, para uma projeção dos próximos seis meses do ano de 2017, os valores de entrada de resíduos sólidos na Usina serão bastante semelhantes

aos meses anteriores. Já com relação à projeção até o ano de 2021, percebeu-se que os valores de entrada possivelmente poderão chegar numa média de aproximadamente 2.000 toneladas. O principal objetivo desse artigo foi a projeção dessa demanda e conseqüentemente, um alerta para ajudar a autarquia na previsão da quantidade de materiais que eles possivelmente iriam receber, pois suas instalações ainda são consideradas pequenas para demandas maiores.

Todavia, como os valores da previsão não aumentaram consideravelmente, a princípio não se faz necessário o investimento na compra de novos equipamentos, visto que os que estão no local atendem as suas necessidades. No entanto, para um estudo mais direcionado ao tipo e composição de material que entram no local, faz-se necessária a realização de uma pesquisa mais específica e a nível municipal. A partir dessa pesquisa, obtiveram-se os valores que entram na usina, mas sabe-se que nem todos os estabelecimentos que produzem resíduos sólidos descartam de maneira e no local corretos. Um estudo envolvendo os bairros da capital que produzem mais resíduos, quem são as principais empresas que depositam esses materiais e onde são depositados os materiais que não são levados para a Usina são questionamentos que ajudariam o local a se preparar e investir em novas tecnologias de reaproveitamento, tornando essa pesquisa um pontapé para futuras análises.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo realizado, observou-se a importância da Usina de Beneficiamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil, que se destaca pelo fato de proporcionar a devida destinação de resíduos da construção civil reaproveitando materiais e fazendo com o que o meio ambiente não seja afetado por isso.

Dessa forma, vale ressaltar que esse planejamento facilita na estatística de que 70% dos resíduos totais da construção civil podem ser reutilizados durante os procedimentos e assim, melhorar a cada dia a cidade de João Pessoa, livrando-a dos riscos poluentes ambientais, visando um futuro melhor e proporcionando uma melhoria de vida para todos.

Todavia, não são todas as construções civis que adquirem esse método, mas grande parte que adere visa à economia de materiais ao invés da prevenção da poluição, pois a reutilização é essencial para a não degradação do meio ambiente.

Além disso, o estudo pode contribuir para um preparo da Usina em futuras demandas de descarte de Resíduos, mostrando através do método de projeção para os anos vindouros o que eles possivelmente podem receber. Com isso, eles podem aumentar sua estrutura, melhorar o processo, e planejarem suas atividades.

REFERÊNCIAS

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E.; JOHN, V. M. **Desenvolvimento sustentável e**

a reciclagem de resíduos na construção civil. PCC – São Paulo. 2001. 13 f. Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. Disponível em: < <http://www.casoi.com.br/hjr/pdfs/rdc.pdf>>. Acesso em 26 de maio de 2017.

ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos de Construção Civil e Demolição, Entulho. Disponível em: <www.abrecon.org.br/entulho/>. Acesso em 27 de maio de 2017.

AZEVEDO, A. M. G.; AMORIN, E. F. **Estudo de modelagem estatística aplicada a quantificação de resíduos de construção e demolição para uso em obras viárias.** IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, Currais Novos/RN, p. 2533-2542, 2013.]

BERTOLO, Luiz Antonio. **Métodos Básicos de Previsão no EXCEL.** Apostila do Instituto Municipal de Ensino Superior de Cantaduva-SP. Disponível em: < <http://www.bertolo.pro.br/MetodosQuantitativos/Simulacao/MetodosBasicosDePrevisaoDeSeriesTemporaisNoExcel.pdf> >. Acesso em 27 de maio de 2017.

LIMA, Raissa Kely Ferreira da; LIMA, Élide Kécia Nunes; GROPPPO, Juliano Daniel. **Análise da tendência das séries temporais na vazão na bacia do Rio Doce.** XIV Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. 3 páginas. Disponível em: < <http://www.meioambientepocos.com.br/anais-simposio/anais-simposio/trabalhos/273.pdf>>. Acesso em 30 de outubro de 2017.

MELLO, Michel. **Reutilização de materiais de construção.** Massa Cinzenta – 01/12/2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/reutilizacao-de-materiais-na-construcao/>>. Acesso em: 25 de maio de 2017.

Prefeitura Municipal de João Pessoa. **Usina de Beneficiamento da PMJP Auxilia na Sustentabilidade da Cidade.** Disponível em: < <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 27 de maio de 2017.

REIS, Marcelo Menezes. **INE 7001 – Análise de séries temporais.** 55 págs. Disponível em: < <http://www.inf.ufsc.br/~marcelo.menezes.reis/Cap4.pdf>>. Acesso em: 26 de maio de 2017.

Resolução nº 307 CONAMA. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 27 de maio de 2017.

VIALI, Lorí. **Série Estatística Básica – Séries Temporais.** Apostila de Graduação – PUC-RS. 27 págs. Disponível em: < <http://www.pucrs.br/>>. Acesso em: 26 de maio de 2017.