

REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA  
VOLUME 4, NÚMERO 1 - ISSN 2526-4141

REVISTA CIENTÍFICA



ISSN 2526-4141

**REVISTA ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA**

**Volume 4, número 1**

**Vitória**

**2019**

## **EXPEDIENTE**

**Publicação Semestral**

**ISSN 2526-4141**

**Temática: Tecnologia**

### **Revisão Português**

Adriana do Sacramento Silva dos Santos

#### **Capa**

*Marketing* Faculdade Brasileira Multivix- Vitória

Elaborada pela Bibliotecária Alexandra B. Oliveira CRB06/396

Revista Esfera Acadêmica Tecnologia Faculdade Brasileira. – Vitória,  
ES: Multivix, 2019.

Semestral  
ISSN **2526-4141**

1. Ciências Tecnológica- Produção científica I. Faculdade  
Brasileira/Multivix.

CDD.610

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

### **Correspondências**

**Coordenação de Pesquisa e Extensão Faculdade Brasileira Multivix- Vitória**

Rua José Alves, 135, Goiabeiras, Vitória/ES | 29075-080

E-mail: [pesquisa.vitoria@multivix.edu.br](mailto:pesquisa.vitoria@multivix.edu.br)

**FACULDADE BRASILEIRA MULTIVIX - VITÓRIA**

**DIRETOR GERAL**

Leila Alves Côrtes Matos

**COORDENAÇÃO ACADÊMICA**

Michelle Oliveira Menezes Moreira

**COORDENADOR ADMINISTRATIVO E FINANCEIRO**

Hêmyle Rocha Ribeiro Maia

**CONSELHO EDITORIAL**

Alexandra Barbosa Oliveira  
Caroline de Queiroz Costa Vitorino

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio  
Michelle Moreira  
Patricia de Oliveira Penina

**ASSESSORIA EDITORIAL**

Karine Lourenzone de Araujo Dasilio  
Denise Simões Dupont Bernini

Leandro Siqueira Lima  
Patricia de Oliveira Penina

**ASSESSORIA CIENTÍFICA**

Andrielly Moutinho Knupp  
Denise Simões Dupont Bernini  
Poline Fernandes Fialho  
Ronimar Espindula Volkers  
Guilherme Ventrorm Ferrao  
Vinicius Scardua Dellacqua

## **APRESENTAÇÃO**

A Revista Científica ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA é uma revista científica que tem como objetivo contribuir para o entendimento aprofundado das diferentes tecnologias na sociedade, mediante a divulgação de trabalhos de pesquisa e análises teóricas que possam subsidiar as atividades acadêmicas e a ação profissional em diferentes organizações.

Esta edição traz contribuições das áreas tecnológicas, reunindo estudos das diferentes Engenharias. Dessa forma, a Revista Científica ESFERA ACADÊMICA TECNOLOGIA, da Faculdade Multivix – Vitória, pretende contribuir com o estímulo à pesquisa e para divulgação e geração do conhecimento.

Boa leitura!

## SUMÁRIO

<b>ESTUDO DO ÍNDICE ESCLEROMETRICO EM CONCRETO DE PILARES.....</b>	<b>06</b>
Gabriel Agrisi Paigel, Danielli Cristina Borelli Cintra	
<b>UTILIZAÇÃO DE Allium cepa COMO BIOINDICADOR NA AVALIAÇÃO DE CITOTOXICIDADE DO SOLO E DA ÁGUA EM UM PONTO DE DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO DISTRITO DE NOVA ALMEIDA, SERRA-ES.....</b>	<b>20</b>
Fabiana França de França de Carvalho Ferreira, Fernanda Barbarioli Ribeiro, Francirlei da Silva, Lavínia Bahia da Silva Narciso, Luiza Souza de Bulhões, Caio Simão de Lima	
<b>APLICAÇÃO DA CONJECTURA DE COLLATZ NO EXCEL.....</b>	<b>32</b>
Laudiceia Silva Chultes; Bruno Barreiro Mercurio	
<b>ANÁLISE DE CUSTO DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS.....</b>	<b>44</b>
Caio César Siman Ribeiro; Diego Klemenz Cardoso; Andrielly Moutinho Knupp	
<b>AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE EMBARCAÇÕES MARÍTIMAS QUE ATRACAM NO PORTO DE VITÓRIA – ES.....</b>	<b>62</b>
Lahis Engelhardt dos Santos; Mariana Soares Paiva; Andrielly Moutinho Knupp	

## ESTUDO DO ÍNDICE ESCLEROMETRICO EM CONCRETO DE PILARES

Gabriel Agrisi Paigel<sup>1</sup>, Danielli Cristina Borelli Cintra<sup>2</sup>

Graduado em Engenharia Civil na Faculdade Brasileira.

Mestre em Engenharia Civil, Docente na Faculdade Brasileira MULTIVIX.

### RESUMO

Os pilares são considerados os elementos de maior responsabilidade estrutural numa edificação e ensaios não destrutivos podem fornecer elementos para avaliar a qualidade do material e o desempenho da estrutura. A homogeneidade do concreto e a estimativa de sua resistência à compressão podem ser avaliadas pelo ensaio de esclerômetro de reflexão, de acordo com a NBR 7584 (ABNT, 2012). O objetivo do presente estudo é avaliar a influência do adensamento, consistência e altura de pilares na qualidade do concreto endurecido por meio de índices esclerométricos e da resistência à compressão do concreto obtida por ensaios em testemunhos extraídos de oito pilares de seção transversal de 19cm x 19cm e 170cm de altura, sem armadura. A partir de materiais e dosagens praticadas na região de Vitória, Espírito Santo, os pilares foram moldados em laboratório, utilizando-se concretos de classe de consistência S100 e S200, vibrados e não vibrados, lançados a uma altura de queda de 2m, totalizando duas réplicas de cada tipo de pilar. A resistência à compressão e o índice esclerométrico do concreto foram determinados em três diferentes alturas dos pilares, com idade de 100 dias. Os resultados foram analisados por meio de planejamento fatorial, indicando que os valores de dureza superficial e resistência à compressão têm significativa variação ao longo da altura dos pilares, sendo que o concreto da base possui melhor qualidade. Também é apresentada a curva de correlação entre índice esclerométrico e a resistência à compressão do concreto utilizado.

**Palavras-chave:** índice esclerométrico, pilar, concreto.

### ABSTRACT

Pillars are considered the elements of greater structural responsibility in a building and non-destructive testing can provide elements to evaluate the quality of the material and the performance of the structure. The homogeneity of the concrete and the estimation of its resistance to compression can be evaluated by the sclerometer test, according to NBR 7584 (ABNT, 2012). The objective of the present study is to evaluate the influence of the density, consistency and height of pillars on the quality of the hardened concrete by means of sclerometric ratings and the compressive strength of the concrete obtained by tests in testimonies extracted from 8 columns of 19cm x 19cm cross section and 170cm high, without armor. From materials and dosages practiced in the region of Vitória, Espírito Santo, the pillars were molded in a laboratory, using S100 and S200 consistency class concretes, vibrated and not vibrated, launched at a drop height of 2m, totaling two replicas of each type of pillar. The compressive strength and the sclerometric ratings of the concrete were determined at three different heights of the pillars, aged 100 days. The results were analyzed by means of factorial planning, indicating that the value of surface hardness and compressive strength have significant variation along the height of the pillars, being that the concrete of the base has a better quality. The correlation curve between the sclerometric ratings and the compressive strength of the concrete used is also presented.

**Keywords:** rebound hammer, column, concrete.

### INTRODUÇÃO

A resistência à compressão do concreto e a homogeneidade do material são propriedades de fundamental importância para a durabilidade da construção e sua segurança, uma vez que os

parâmetros mecânicos do material têm relação direta com a resistência à compressão, validando o modelo estrutural adotado em projeto.

A extração de testemunhos é um método bastante utilizado e confiável para a determinação da resistência à compressão do concreto em estruturas já existentes. Mesmo sendo um ensaio de fácil execução, ele apresenta algumas limitações por causar dano à estrutura. Dessa forma, em situações em que uma estrutura pronta precisa ser avaliada, os métodos destrutivos podem prejudicar a utilização e durabilidade da construção. São nessas ocasiões que os ensaios não destrutivos passaram a ganhar destaque.

Os ensaios não destrutivos são aqueles que, por meio de processos mais rápidos, simples e econômicos, permitem obter informações sobre propriedades do concreto e não provocam danos à estrutura investigada. Muitos métodos não destrutivos já foram desenvolvidos para obter informações da estrutura, porém seus resultados geralmente possuem menor confiabilidade do que as técnicas destrutivas.

A esclerometria é um método de ensaio não destrutivo que mede a dureza superficial do concreto, fornecendo elementos para a avaliação da qualidade do concreto endurecido, segundo a NBR 7584 (ABNT, 2012). Consiste na utilização de um equipamento denominado esclerômetro de reflexão, também conhecido como martelo de Schmidt (Figura 1).

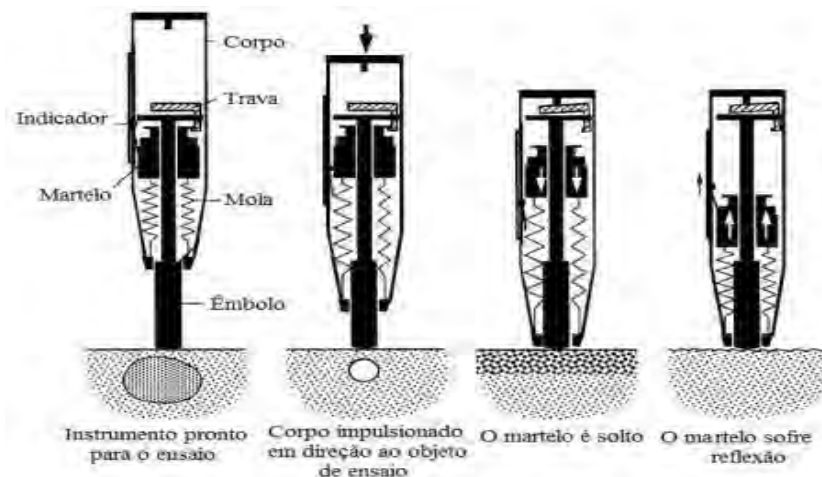


Figura 1: Esquema do ensaio de esclerometria (PALACIOS, 2012).

O equipamento é composto por um sistema massa-martelo impulsionado por uma mola, que se choca com a superfície do concreto por meio de um êmbolo de impacto que possui uma ponta esférica. Depois de solta, a massa-martelo sofre uma reflexão pelo êmbolo ainda em contato com a superfície do material. A energia do impacto é, em parte, utilizada na deformação permanente provocada na área de ensaio e, em parte, conservada elasticamente propiciando o retorno da massa-martelo.

O método de ensaio consiste em submeter uma superfície de concreto a um impacto padronizado, conhecido como "*rebound hammer method*", que mede o valor do ricochete, isso é, a distância percorrida no retorno da massa, denominada índice esclerométrico (IE). O ricochete depende do valor da energia cinética antes do impacto e quanto dessa energia é absorvida durante o impacto, sendo a energia absorvida relacionada à resistência e à rigidez do concreto (ACI 228, 2003).



Vale frisar que o ensaio esclerométrico apenas mede propriedades da região superficial do concreto, sendo que ela deve estar lisa durante o momento da análise para maior precisão do dado recolhido. A grande vantagem do esclerômetro se deve ao fato de ser um equipamento leve, barato e de fácil manuseio.

A aplicação da esclerometria em estruturas tem a capacidade de verificar a homogeneidade do material e apesar de ser uma técnica recomendada para a determinação da resistência à compressão, existem inúmeros fatores que influenciam nos resultados do ensaio. As superfícies devem ser secas ao ar, limpas e, preferencialmente, planas. Superfícies irregulares, ásperas, curvas ou talhadas não fornecem resultados homogêneos e devem ser evitadas, conforme a NBR 7584 (ABNT, 2012).

O presente trabalho estuda a influência dos fatores consistência, adensamento e altura do pilar nos resultados da dureza superficial e da resistência à compressão do concreto por meio de um método estatístico denominado planejamento fatorial. Os dados foram determinados a partir da medição de índices esclerométricos e ensaios de ruptura axial de testemunhos extraídos de três alturas diferentes de um total de oito pilares moldados em laboratório por Cintra (2013), com seção transversal de 19cm x 19cm e 170cm de altura, sem armadura, utilizando-se concretos com relação água/cimento de 0,52 em massa, de classe de consistência S100 e S200, vibrados e não vibrados, lançados a uma altura de queda de 2m, totalizando duas réplicas de cada tipo de pilar.

Também é analisada a correlação entre os valores do índice esclerométrico e da resistência à compressão dos testemunhos de pilares para verificar a possibilidade de utilizar o ensaio de esclerometria como estimativa da resistência do concreto utilizado na pesquisa.

## **METODOLOGIA**

### Planejamento fatorial

Considerando-se os fatores controláveis variando conjuntamente, por meio das combinações entre seus níveis, o planejamento fatorial busca a eficiência e economia do processo experimental, desde que os seguintes princípios sejam adotados: a replicação, a aleatoriedade e a blocagem, conforme Montgomery (2005).

A variável resposta é a dureza superficial do concreto, medida pelo índice esclerométrico. Os fatores controláveis são: a classe de consistência do concreto, que varia em dois níveis (S100 e S200); altura do pilar, variando em três níveis (base, meio e topo); e o adensamento interno mecânico, que varia em dois níveis (vibrado e não-vibrado). Os demais fatores relevantes são considerados constantes. As variáveis aplicadas ao planejamento fatorial para concretos com abatimento estão indicadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Variáveis aplicadas ao planejamento fatorial

Variável resposta	Fatores controláveis		Fatores constantes
Dureza superficial do concreto	Consistência do concreto	S100	Características geométricas dos pilares; altura de lançamento; origem dos componentes do concreto; relação água/cimento; equipe de concretagem; idade das amostras.
		S200	
	Altura no pilar	Base ( $0$ )	
		Meio ( $\ell/2$ ) Topo ( $\ell$ )	
Adensamento mecânico	Sim (V) Não (NV)		

### Pilares

O programa experimental é composto por quatro tipos de pilares diferentes, com duas réplicas de cada pilar, totalizando oito pilares, com seção transversal de 19cm x 19cm, altura de 170cm (Figura 2) e sem armadura para evitar a interferência das barras de aço nas propriedades do concreto a serem estudadas. Todo trabalho experimental foi desenvolvido no Laboratório de Ensaio em Materiais de Construção, da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes).

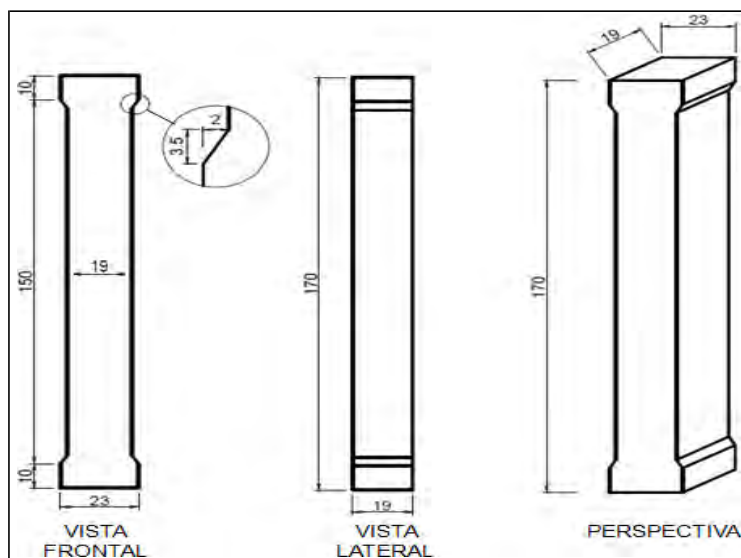


Figura 2: Geometria dos pilares (CINTRA, 2013)

### Materiais

O concreto utilizado na fabricação dos pilares foi preparado em betoneira estacionária de eixo inclinado. Em cada betonada, cerca de 175 litros, foram moldados dois pilares e 12 corpos de prova cilíndricos de diâmetro  $\Phi 100$ mm. Em todas as betonadas foram realizados os ensaios de controle e aceitação do concreto, conforme a NBR 12655 (ABNT, 2015), que são ensaios de consistência em estado fresco e ensaio de resistência à compressão, em estado endurecido, esse realizado conforme a NBR 5739 (ABNT, 2007). Para os concretos com consistência S100 e S200 foram feitos ensaios de abatimento do tronco de cone, conforme a NBR NM 67 (ABNT, 1998), realizados após o final da mistura e também antes da moldagem dos corpos de prova, que ocorreu entre as concretagens do primeiro e do segundo pilar.

No total, foram executadas quatro betonadas de concreto. Os traços adotados foram testados antecipadamente e estão apresentados na Tabela 2, sendo que os materiais são de fornecimento comum na região da Grande Vitória, ES.

Tabela 2 - Composição dos concretos produzidos

Consistência do concreto	Relação água/cimento a/c	Consumo de materiais em massa (kg) por m <sup>3</sup> de concreto					
		Cimento CP III – 40 RS	Areia de jazida	Brita 0	Brita 1	Água	Plastificante
S 100	0,52	350	822,85	299,95	819,98	182	-
S 200	0,52	350	822,85	299,95	819,98	182	3,50

### Concretagem

Os pilares foram moldados na vertical, com dois conjuntos idênticos de formas de madeira compensada plastificada de 20mm de espessura, enrijecidas com gravatas de madeira e tirantes metálicos. O lançamento do concreto na forma foi feito com baldes de 10 litros, despejados sobre uma calha de madeira previamente umedecida, posicionada no topo da forma, conferindo uma altura de queda do concreto de 2m.

A moldagem do primeiro pilar de cada betonada foi feita com o lançamento do concreto em camadas de aproximadamente 25cm de altura, totalizando sete camadas, atendendo à prescrição do item 9.6 da NBR 14931 (ABNT, 2004) sobre a altura máxima de camadas para vibração de concreto, que é  $\frac{3}{4}$  do comprimento da agulha do vibrador ou 50cm, o que for menor.

Cada camada de concreto foi adensada durante 12 segundos por vibrador de imersão com agulha de diâmetro de 25mm e 33cm de comprimento. Foram feitas marcações no mangote do vibrador para controlar a profundidade de penetração da agulha nas camadas de concreto, já que o operador do vibrador praticamente não tinha visibilidade das camadas inferiores dentro da forma, considerando-se que a ponta da agulha penetrasse cerca de 5cm na camada inferior, a fim de promover a costura de aderência entre as camadas, procedimento chamado de revibração do concreto (ANDRIOLO, 1984 e CINTRA *et al*, 2013). A moldagem do segundo pilar de cada betonada foi feita com o lançamento contínuo do concreto, sem nenhum tipo de adensamento.

Por fim, os pilares foram cobertos com lona plástica para evitar a perda de água do concreto por evaporação precoce. No terceiro dia após sua concretagem os pilares foram transportados com um guincho para o local de armazenamento e em seguida desformados.

### Ensaio Esclerométrico

Cerca de cem dias após as concretagens dos pilares, foram realizados os ensaios de esclerometria, conforme NBR 7584 (ABNT, 2012). A calibração do equipamento foi realizada de acordo com o procedimento indicado pelo fabricante.

A Norma Americana C 805-97 destaca, também, que superfícies porosas ou rugosas devem ser evitadas, sendo que nesse ensaio, a superfície dos pilares foi lixada e limpa. Em seguida, foram marcadas as referências para medição, como é apresentado na Figura 3.



Figura 3: Marcação dos pontos de medição na superfície do pilar (PAIGEL et al., 2015)

As medições de dureza superficial foram feitas na base, no meio e no topo do pilar, na face frontal e também na face posterior, sempre pelo mesmo operador de equipamento. A Figura 4 ilustra os pilares utilizados na pesquisa.



Figura 4: Pilares moldados em laboratório

#### Testemunhos

A forma mais confiável de se avaliar a resistência do concreto de uma estrutura é por meio do ensaio de compressão em amostras extraídas do material da própria estrutura, denominados testemunhos. Após os testes dos índices esclerométricos, iniciou-se o processo de extração de testemunhos dos pilares, conforme NBR 7680 (ABNT, 2015), com a utilização de uma sonda

HILTI DD 130 e broca HILT 102mm/4". Todos os cuidados foram tomados no processo de extração para obter testemunhos íntegros, isentos de fissuras, segregação e ondulações (Figura 5).



Figura 5: Extração de testemunhos dos pilares

Vale ressaltar que antes da extração foram definidos os pontos para corte, sendo eles dois no topo, dois no meio e dois na base, totalizando seis testemunhos por pilar de concreto, que foram identificados e armazenados em tanque de água e cal, numa câmara úmida. Dez dias após essas amostras terem sido colocadas no tanque, elas foram retiradas e tiveram superfícies retificadas para o ensaio de compressão.

## RESULTADOS

### Concreto

Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos seguintes ensaios: consistência do concreto pelo abatimento do tronco de cone, conforme a NBR NM 67 (ABNT, 1998), e resistência à compressão do concreto aos 28 e 100 dias, conforme a NBR 5739 (ABNT, 2007), realizados em corpos de prova cilíndricos de diâmetro  $\Phi 100\text{mm}$ .

Tabela 3 – Resultados dos ensaios para controle e aceitação do concreto.

Betonadas	Estado fresco		Estado endurecido		
	Parâmetro de referência	Consistência obtida	Idade (dias)	Resistência média - fcm (MPa)	Desvio padrão - s (MPa)
1	Consistência S100	Abatimentos: 90mm/90mm	28	39	0,2
			100	46	1,5
2		Abatimentos: 95mm/95mm	28	34	1,0
			100	39	0,9
3	Consistência S200	Abatimentos: 200mm/195mm	28	36	0,6
			100	41	1,4
4		Abatimentos: 185mm/180mm	28	34	0,6
			100	35	0,8

De acordo com os resultados obtidos, considera-se que as propriedades requeridas para os diferentes concretos da pesquisa foram atendidas, tanto no estado fresco como no endurecido.

### Índices Esclerométricos

A média dos resultados dos índices esclerométricos para as diferentes alturas de pilares com concreto de abatimento está representada na Figura 6. Observa-se que o concreto da região da base dos pilares apresenta os maiores valores de índices esclerométricos e, portanto, de maior dureza superficial do concreto, exceto para o concreto S200 não vibrado. Segundo Paigel (2015), tal fenômeno é atribuído à maior pressão sofrida nessa região durante a concretagem, conferindo uma compactação mais efetiva do concreto, considerado um efeito de revibração.

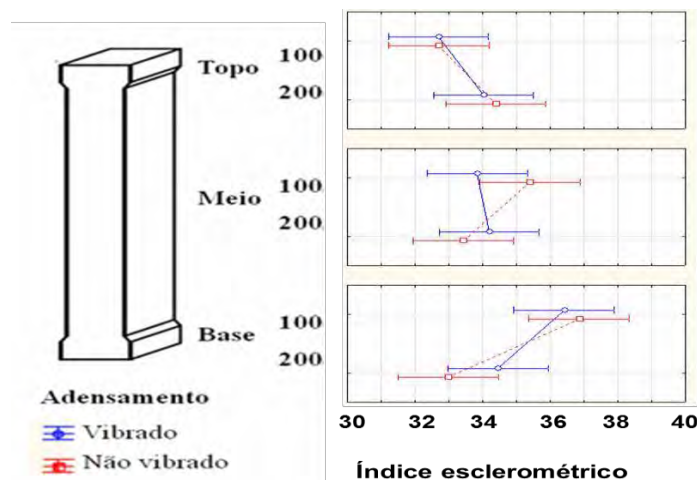


Figura 6: Valores médios de índice esclerométrico em diferentes alturas de pilares, concretos de classe de consistência S100 e S200, vibrado e não vibrado - barras horizontais denotam 0,95 de intervalo de confiança (PAIGEL et al., 2015)

Na Tabela 4 é apresentada a análise de variância (ANOVA), feita no programa Statistica, versão 10, que avalia a importância que cada fator tem nos resultados e quais combinações entre fatores exercem maior influência, adotando-se um nível de significância estatística  $\alpha = 0,05$ . Observa-se que a altura do pilar, além da interação entre os fatores consistência e altura, influenciaram significativamente os resultados dos índices esclerométricos do concreto.

Tabela 4 – Análise de variância (ANOVA) do índice esclerométrico do concreto em relação aos fatores controláveis e suas interações, nível de significância  $\alpha = 0,05$ , dos concretos com consistência S100 e S200 (PAIGEL et al., 2015)

Variável Resposta	Fatores controláveis	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Valor p	Significância
Índice esclerométrico	Consistência	6,57	1	6,57	3,07	0,0885	Não
	Adensamento	0,00	1	0,00	0,00	0,9637	Não
	Altura	23,75	2	11,88	5,54	0,0080	Sim
	Consistência x adensamento	5,00	1	5,00	2,33	0,1354	Não
	Consistência x altura	39,33	2	19,66	9,17	0,0006	Sim
	Consistência x altura	1,81	2	0,91	0,42	0,6587	Não
	Consistência x altura x adensamento	4,12	2	2,06	0,96	0,3923	Não
	Erro	77,16	36	2,14	-	-	-

Na Figura 7 são apresentadas as médias dos índices esclerométricos ao longo da altura dos pilares para os diferentes tipos de concretos considerados na pesquisa. A região do topo dos pilares apresentou os menores valores de dureza superficial do concreto, sendo notável que as amostras retiradas da base apresentam maior resistência à compressão. O concreto da base dos pilares apresenta melhor qualidade devido à maior pressão sofrida nessa região durante a concretagem, conferindo uma compactação mais efetiva do concreto.

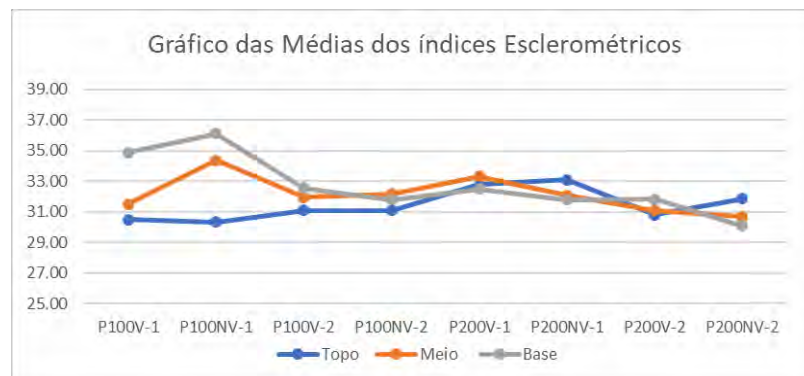


Figura 7: Valores médios dos índices esclerométricos relacionando os diferentes tipos de concretos

A nomenclatura dos pilares descritos no gráfico acima é atribuída de acordo com a classe de consistência do concreto, que varia em dois níveis (S100 e S200), e o adensamento interno mecânico, que varia em dois níveis (vibrado e não-vibrado). Foram moldadas duas réplicas de cada tipo de pilar, totalizando oito pilares de seção transversal de 19cm x 19cm e 170cm de altura, sem armadura.

#### Resistência à Compressão de Testemunhos

Na Tabela 5 é apresentado uma média dos valores de resistência à compressão do concreto na idade de 100 dias obtida com o rompimento dos testemunhos. Observa-se novamente que a altura do pilar, além da interação entre os fatores consistência e altura, influenciaram significativamente os resultados obtidos nos testes à compressão. Tal fenômeno é atribuído à maior pressão sofrida nessa região durante a concretagem, conferindo uma compactação mais efetiva do concreto, resultando em maior resistência.

Tabela 5 – Resistência média à compressão dos testemunhos

Consistência do concreto	Adensamento mecânico	Altura no Pilar	Resistência média à compressão - $f_c$ (MPa)
S 100	V	Topo	32.9
		Meio	34.6
		Base	38.3
	NV	Topo	36.3
		Meio	40.2
		Base	41.8
S 200	V	Topo	30.9
		Meio	34.7
		Base	32.5
	NV	Topo	33.3
		Meio	39.2
		Base	38.1

Na Tabela 6 é apresentada a análise de variância (ANOVA), feita no programa Statistica, versão 10, que avalia estatisticamente a importância que cada fator tem nos resultados da resistência à compressão e quais combinações entre fatores exercem maior influência, adotando-se um nível de significância estatística  $\alpha = 0,05$ . Observa-se que o adensamento e a altura do pilar influenciaram significativamente os resultados da resistência à compressão do concreto dos testemunhos.



Na Figura 8 são apresentadas a resistência média de compressão dos testemunhos para os diferentes tipos de concretos considerados na pesquisa. Novamente, o concreto da base dos pilares apresenta melhor qualidade, confirmando a compactação mais efetiva do mesmo.

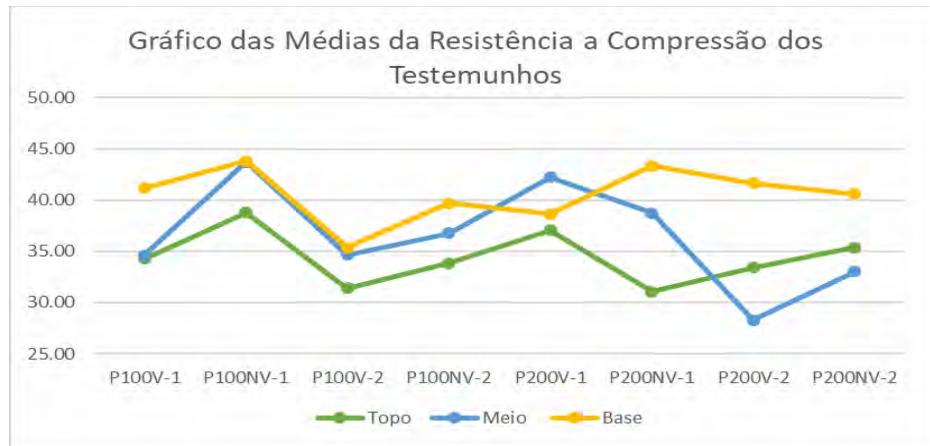


Figura 8: Valores médios da resistência a compressão dos testemunhos relacionando os diferentes tipos de concretos

A nomenclatura dos pilares descritos no gráfico acima também é atribuída de acordo com a classe de consistência do concreto e o adensamento interno mecânico.

Tabela 6 – Análise de variância (ANOVA) da resistência à compressão do concreto dos testemunhos extraídos dos pilares em relação aos fatores controláveis e suas interações, nível de significância  $\alpha = 0,05$ , dos concretos com consistência S100 e S200

Variável resposta	Fatores controláveis	Soma quadrática	Graus de liberdade	Média quadrática	Teste F	Valor P	Significância
Resistência à compressão dos testemunhos	Consistência	0,35	1	0,35	0,026	0,873966	Não
	Adensamento	88,25	1	88,25	6,398	0,015947	Sim
	Altura	297,52	2	148,76	10,784	0,000214	Sim
	Consistência x adensamento	25,42	1	25,42	1,843	0,183054	Não
	Consistência x altura	4,41	2	2,2	0,160	0,852989	Não
	Consistência x altura	31,28	2	15,64	1,134	0,333013	Não
	Consistência x altura x adensamento	8,89	2	4,45	0,322	0,726528	Não
	Erro		496,59	36	13,79	-	-

## Curvas de Correlação

Foram desenvolvidas técnicas especiais para medir algumas propriedades do concreto diferente da resistência à compressão para depois serem correlacionadas. Algumas dessas propriedades são a capacidade de permitir a propagação de ondas ultrassônicas, dureza superficial e resistência à penetração (QASRAWI, 2000).

O ACI 228.1R (ACI,2003) cita que é preferível desenvolver curva de correlação empregando-se a extração de testemunhos do concreto na estrutura, pois ensaios feitos em corpos de prova cilíndricos podem levar a erros devido às diferentes condições de umidade entre os cilindros e o concreto *in loco*.

A ASTM C805 (ASTM, 1985) cita que, preferencialmente, os índices esclerométricos devem ser correlacionados com resultados de ensaios de resistência obtidos em testemunhos extraídos da estrutura, e que esse ensaio deve ser empregado para uma rápida investigação em grandes áreas de concreto com a mesma composição. Na tabela 7 é apresentado o estudo de correlação entre a resistência à compressão dos testemunhos com as grandezas medidas nos ensaios.

Tabela 7 – Correlação entre índice esclerométrico e a resistência à compressão dos testemunhos.

Correlação entre índice esclerométrico e a resistência à compressão dos testemunhos

Correlação	Regressão	Equação	R <sup>2</sup>
IE x fc	Linear	$y = 0.1719x + 25.715$	R <sup>2</sup> = 0.2591
	Exponencial	$y = 26.439e^{0.0052x}$	R <sup>2</sup> = 0.2544
	Logaritimica	$y = 6.0554\ln(x) + 10.251$	R <sup>2</sup> = 0.2406
	Polinomial	$y = 0.0226x^2 - 1.5002x + 56.219$	R <sup>2</sup> = 0.3463
	Potencial	$y = 16.561x^{0.1831}$	R <sup>2</sup> = 0.2365

Segundo Palacios (2012), as curvas mais indicadas por diversos autores para representar a relação IE x fc são as polinomiais e linear. A Figura 9 apresenta a curva com o maior coeficiente de correlação proposto, além de todos os dados experimentais obtidos, sendo essa uma curva de regressão polinomial.

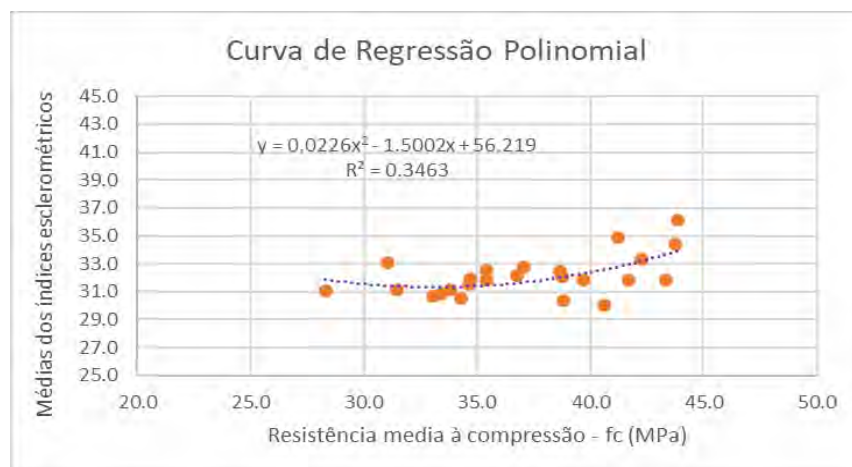


Figura 9: Correlação entre os índices esclerométricos e resistência à compressão dos testemunhos

## CONCLUSÃO

O programa experimental apresentado analisou a influência dos fatores adensamento, consistência e altura de pilares nos resultados da resistência à compressão e dureza superficial do concreto, por meio de ensaios esclerométricos e de ruptura à compressão axial em testemunhos de oito pilares moldados em laboratório, de acordo com as boas práticas recomendadas por normas e bibliografia técnica, sem armadura, com concretos de classe de consistência S100 e S200, vibrados ou não, e as conclusões do trabalho são apresentadas a seguir: a região do topo dos pilares apresentou os menores valores de resistência à compressão do concreto na idade de 100 dias obtida com o rompimento dos testemunhos, com uma redução média de 11,75% em relação à base, indicando que o concreto da base dos pilares apresenta melhor qualidade devido à maior pressão sofrida nessa região durante a concretagem, conferindo uma compactação mais efetiva do concreto; a região do topo dos pilares também apresentou os menores valores de dureza superficial do concreto, com redução de até 13% em relação à base, confirmando que o concreto da base dos pilares apresenta melhor qualidade devido à maior pressão sofrida nessa região durante a concretagem, conferindo uma compactação mais efetiva do concreto; com exceção dos concretos de classe de consistência S200, é notável que os testemunhos retirados da base apresentam maior resistência à compressão, confirmando a compactação mais efetiva do concreto; em uma análise dos dados recolhidos, tanto do índice esclerométrico como do rompimento dos testemunhos, percebe-se que os valores do rompimento dos testemunhos foram mais consistentes em comparação com os valores obtidos pelo ensaio esclerométrico. Porém, em uma análise geral, ambos os resultados recolhidos foram considerados satisfatórios para a pesquisa; no estudo de correlação entre os dados de rompimento dos testemunhos e os índices esclerométricos, observa-se uma taxa de correlação muito abaixo da desejada, indicando que tais métodos possuem uma baixa confiabilidade quando correlacionados e tal fato deve ser atribuído ao grande número de parâmetros que influencia nos resultados do ensaio de esclerometria, como os vazios presentes na superfície dos pilares de concreto, que comprometem uma leitura com maior precisão do martelo de Schmidt; a altura do pilar, além da interação entre os fatores consistência do concreto e altura do pilar, influenciaram significativamente os resultados do índice esclerométrico; o adensamento do concreto e a altura do pilar influenciaram significativamente os resultados da resistência à compressão dos testemunhos.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI). **In-place methods for determination of strength of concrete**. ACI 228.1R, Detroit, 2003.

AMERICAN STANDARD TEST METHOD (ASTM). Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete. C 805-97

ANDRIOLO, F.R. Construções de concreto: manual de práticas para controle e execução. São Paulo: Pini, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT), **NBR 5739**.

Concreto – ensaios de compressão de corpo-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

\_\_\_\_\_. **NBR 7584**. Concreto endurecido - Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.

\_\_\_\_\_. **NBR 7680-1** – Concreto – Extração, preparo, ensaio e análise de testemunhos de estruturas de concreto. Parte 1 – Resistência à compressão axial. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 12655** – Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_. **NBR 14931**. Execução de estruturas de concreto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 67**. Concreto – determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

CINTRA, D.C.B. **Análise experimental de emenda em armadura longitudinal de pilares curtos de concreto**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2013.

CINTRA, D.C.B. et al, Estudo de procedimentos de adensamento do concreto por vibradores de imersão em obras na Grande Vitória-ES. **55º Congresso Brasileiro do Concreto**. Gramado-RS, 2013. p. 8.

MONTGOMERY, D.C. **Design and analysis of experiments**. 6. ed. Danvers: John Wiley & Sons, 2005.

PAIGEL, G.A. et al. Estudo da dureza superficial do concreto em diferentes alturas de pilares. **57º Congresso Brasileiro do Concreto**. Bonito-MS, 2015.

PALACIOS, E. et al. **Emprego de ensaios não destrutivos e de extração de testemunhos na avaliação da resistência à compressão do concreto**. Tese de Mestrado em Estruturas e Construção Civil. Universidade de Brasília. Brasília, 19 de Abril de 2012.

PEREIRA, E. et al. Ensaio de “Pull Off” para avaliar uma resistência à compressão do concreto: uma alternativa aos ensaios normalizados no Brasil. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*. 2012, v.5, n. 6, p. 757-780.

QASRAWI, H. Y. Concrete strength by combined nondestructive methods Simply and reliably predicted. *Cement and Concrete Research*, n.30, January, 2000, pp.739–746.

UTILIZAÇÃO DE *Allium cepa* COMO BIOINDICADOR NA AVALIAÇÃO DE CITOTOXICIDADE DO SOLO E DA ÁGUA EM UM PONTO DE DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO DISTRITO DE NOVA ALMEIDA, SERRA-ES.

Fabiana França de França de Carvalho Ferreira<sup>1</sup>, Fernanda Barbarioli Ribeiro<sup>1</sup>, Francirlei da Silva<sup>1</sup>, Lavínia Bahia da Silva Narciso<sup>1</sup>, Luiza Souza de Bulhões<sup>1</sup>, Caio Simão de Lima<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Ambiental da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

<sup>2</sup> Mestre em Ciências Biológicas, UFES. Docente da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória

## RESUMO

O descarte irregular de resíduos sólidos em áreas urbanas, fruto do aumento e consumo da população, representam efeitos nocivos ao meio ambiente, em especial a água e o solo, devido à presença de compostos químicos. O *Allium cepa* possui utilização como bioindicador, sendo utilizado para avaliar a qualidade da água e solo, por meio da investigação dos processos de divisão celular. Neste sentido, este trabalho teve por objetivo analisar a potencial citotoxicidade e mutagenicidade da água e solo coletados em perímetro urbano no distrito de Nova Almeida, ES. Para tal, bulbos de cebola foram cultivados e expostos a dois tipos diferentes de tratamento, além do tratamento de controle, em água destilada, sendo analisadas 3700 células para cada. Os dados obtidos para o índice mitótico foram tratados estatisticamente e comparados à detecção de anomalias mitóticas, o que permitiu verificar efeito citotóxico e mutagênico nos tratamentos realizados. A partir dos resultados obtidos, pode-se verificar que o teste com *Allium cepa* mostrou-se eficiente para detecção de agentes citotóxicos e mutagênicos nas amostras investigadas.

**Palavras-chaves:** Teste *Allium cepa*, citotoxicidade, anomalias, índice mitótico.

## Abstract

Irregular disposal of solid waste in urban areas, due to the increase and consumption of the population, represents harmful effects on the environment, especially water and soil, due to the presence of chemical compounds. *Allium cepa* is used as a bioindicator and is used to evaluate the water and soil quality by investigating the processes of cell division. In this sense, this work aimed to analyze the potential cytotoxicity and mutagenicity of water and soil collected in an urban perimeter in the district of Nova Almeida - ES. For this, onion bulbs were cultured and exposed to two different types of treatment, in addition to the control treatment, in distilled water, with 3700 cells analyzed for each. The data obtained for the mitotic index were treated statistically and compared to the detection of mitotic anomalies, which allowed to verify cytotoxic and mutagenic effects in the treatments performed. From the results obtained, it can be verified that the test with *Allium cepa* proved to be efficient for the detection of cytotoxic and mutagenic agents in the investigated samples.

Keywords: *Allium cepa* test, cytotoxicity, anomalies, mitotic index.

## INTRODUÇÃO

A forma dinâmica em que as regiões urbanas têm se desenvolvido, ligado ao modelo atual de produção e consumo, contribui para problemática no enfrentamento aos impactos causados ao

meio ambiente. Tal preocupação se dá, além de outros fatores, por consequência do descarte inadequado de resíduos sólidos, de maneira que a exposição gradual, além de afetar a população com doenças potencialmente graves, traz sérios problemas de degradação ao solo, com a contaminação por íons metálicos, bem como das águas doces superficiais (ARAÚJO, 2014; ALVES, 2016). A Resolução CONAMA 420/2009, em seu 3º artigo, lista algumas funcionalidades do solo, dentre elas: manter o ciclo da água e dos nutrientes, proteger águas superficiais e subterrâneas, agir como filtro natural, etc. Quando uma dessas funções sofre alterações, sejam elas físicas, químicas ou biológicas, pela ação antrópica, é possível dizer que houve a degradação do solo e da água. Para Van Straalen (apudLANEIRO, 2012), essas funções básicas socioeconômicas e ecológicas são altamente vulneráveis, visto que são as mais complicadas para a preservação e recuperação, especialmente quanto à presença de poluentes químicos.

Para analisar a presença de toxicidade presentes no solo e na água, a utilização de *Allium cepa* como modelo bioindicador tem sido amplamente utilizada como forma de complementar as análises físico-químicas e apresentar resultados em pouco tempo e de baixo custo (FISKESJÖ, 1985). Além de apresentar a possibilidade de medição de parâmetros microscópicos e macroscópicos e elevada sensibilidade na detecção de agentes químicos ambientais, como o potencial de genotoxicidade (LEME; MARIN-MORALES, 2008).

O *Allium cepa* trata-se de um vegetal eficiente na identificação de mutagênicos ambientais e na avaliação do quadro de poluição e contaminação ocasionada por substâncias químicas em ecossistemas terrestres e aquáticos. De acordo com Matsumoto & Marin-Morales (2004), *Allium cepa* é um bioindicador amplamente utilizado desde a década de 1940, já que é de fácil armazenamento e manuseio, e reconhecido pela Organização Mundial de Saúde. A raiz dessa planta é responsável por entrar em contato com os poluentes do solo ou da água e auxiliar na identificação de poluentes contidos em águas superficiais, lodos, efluentes industriais e domésticos e poluentes oriundos de atividades agrícolas (GUPTA *et al.*, 2005).

Os efeitos de mutagenicidade em *Allium cepa* podem ser observados pela inibição de divisão celular, no crescimento e alterações morfológicas celulares em suas raízes, identificando a presença qualitativa de toxicidade “em sua fase inicial”, utilizando-se como indicativo de possíveis anomalias a outros tipos de celulares, em especial a célula humana (BARBÉRIO *et al.*, 2009). Conforme estudos de toxicidade com *A. cepa*, as alterações relacionadas com o crescimento da raiz e índice mitótico são parâmetros indicativos de citotoxicidade, entretanto, alterações como anomalias cromossômicas caracterizam genotoxicidade (FISKESJÖ, 1985).

Dessa maneira, o presente estudo teve por objetivo verificar possível efeito citotóxico na área de descarte de resíduos, por meio da investigação citológica do crescimento das raízes de *Allium cepa* cultivadas em água do córrego José Camilo e no solo da área ao entorno do córrego.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa resultou de um estudo do tipo experimental, de pesquisa exploratória, com informação quantitativa e descritiva. A área estudada de disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos está localizada na rua Coronel Augusto Calmon, no bairro de São João, no distrito de Nova Almeida, situado à nordeste do município de Serra, ES, georreferenciada pelas coordenadas UTM 375023,20E 7781626,24N 24K. A área é estimada em 6.800m<sup>2</sup>, e está próxima ao córrego José Camilo, localizado nas coordenadas de Latitude 20°3'29.43" Sul e Longitude 40°11'45.41 Oeste, inserido na bacia hidrográfica do rio Reis Magos (Figura 1). Por fim, segundo moradores mais antigos do bairro, a área pertence a Prefeitura Municipal da Serra, e ao longo dos anos tem sido utilizada pela população como via pública não pavimentada.



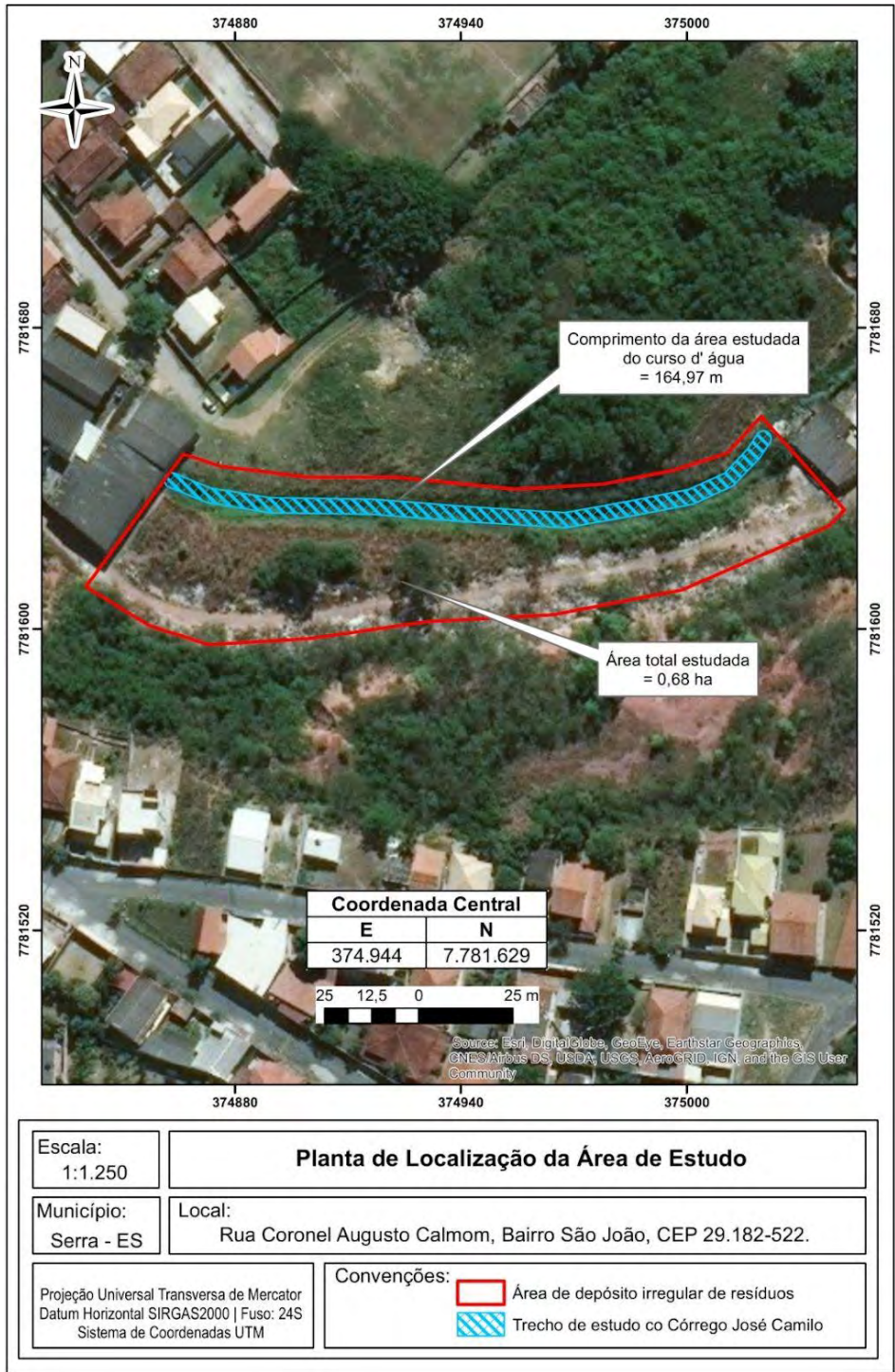


Figura 1 - Localização da área estudada.

Fonte: Sara Nunes (2018).

## Local de Coleta

Foram estabelecidos a coleta de duas amostras distintas. Sendo a Amostra A da água do córrego José Camilo, onde coletou-se 1,5 litros de água, e a Amostra B, de 500 gramas de solo, em cinco pontos distintos em toda extensão da área em questão. Sendo apresentada na Tabela 1, a localização de cada amostra coletada.

**Tabela 1** - Amostras e localização das coletas de água e solo, Serra - ES

Tratamento	Referencial dos pontos de coleta	Localização	
		Latitude	Longitude
Amostra A	Córrego José Camilo	-20.058135°	-40.196591°
	Coleta de Solo 1	-20.058217°	-40.196625°
Amostra B	Coleta de Solo 2	-20.058458°	-40.196528°
	Coleta de Solo 3	-20.058327°	-40.196115°
	Coleta de Solo 4	-20.058447°	-40.195702°
	Coleta de Solo 5	-20.058233°	-40.195345°

Fonte: Fernanda Barbarioli, 2018.

## Amostragem de Água

A metodologia de coleta e preservação de amostras de água foi baseada na instrução técnica contida na ABNT NBR 9898 (1987). As amostras foram coletadas no período de 09/09 a 09/10, em um único ponto do córrego José Camilo (Tabela 1), pois havia riscos de segurança para coleta no decorrer de sua trajetória. Foram utilizados três recipientes de polietileno inertes e devidamente vedados com capacidade de 500ml cada. Eles foram alocados em caixa térmica, contendo gelo, para manter as amostras sob refrigeração de aproximadamente 4°C, a fim de preservá-las até a realização do experimento.

## Amostragem de Solo



Figura 2 - Área demarcada pela coleta das amostras de solo e água. Datum: WGS84



Fonte: Luiza Bulhões (2018)

Por se tratar de um solo heterogêneo, utilizou-se da análise composta, conforme descrito pela ABNT na NBR 10007 (2004). Onde dividiu-se a área em glebas uniformes, identificando os pontos a serem coletados, demarcando-os em ziguezague (Figura 2), de forma a percorrer toda a área estudada. Foram feitas três coletas, no período de 09/09 a 09/10, na qual retirou-se cinco amostras em torno de 500g de porções do solo por coleta, de aproximadamente 0-10 cm de profundidade. Elas foram misturadas para a obtenção de uma amostra homogênea e, com auxílio de uma pá, somente 500g da mistura foi reservada em um recipiente de polietileno para ser utilizada na lavagem do solo.

#### Percolação da lavagem do solo

Da amostra do solo coletada pesou-se 300g colocando-a em uma garrafa de politereftalato, invertida, com o fundo retirado e tendo no “bico” filtro de papel, para que somente a água percolada fosse capaz de atravessar. Adicionou-se 1 litro de água destilada e aguardou-se o processo de percolação finalizar-se (FOGAÇA et al., 2014), a fim de se obter uma solução para o crescimento das raízes do bulbo de *Allium cepa* para tratamento.

#### Cultivo para o teste *Allium cepa*

Para análise da possível citotoxicidade, foi realizado o cultivo de nove bulbos de *Allium cepa* por coleta, sendo eles divididos para cada tratamento adotado, ficando: três bulbos para o cultivo em água destilada, três bulbos para o cultivo em água do córrego e três bulbos para o cultivo em água da lavagem do solo. Foram realizadas três coletas com repetição do sistema de cultivo acima citado, totalizando ao final do experimento o cultivo de 27 bulbos de *Allium cepa*. Antes de colocá-las no meio para crescimento, as raízes já existentes nos bulbos de *Allium cepa* foram retiradas, a fim de que as células analisadas fossem todas de raízes crescidas no meio investigado. Os vegetais foram colocados em recipientes com 300ml para cada solução, de maneira que apenas a parte inferior do bulbo estivesse em contato com seu meio de cultivo. Em seguida, acompanhou-se o crescimento radicular de cada tratamento por aproximadamente três dias, tendo seu crescimento entre 1 a 5cm, logo podendo seccionar suas extremidades para o preparo das lâminas (FISKEJÖ, 1993).

#### Preparo das lâminas

A extração da meristema das raízes foi executada no período das 15h30 às 17h, sendo lavadas com água destilada para remover possíveis sujeiras e algas existentes. Em seguida, as mesmas foram dispostas num tubo de ensaio tampado com 10ml do fixador de Carnoy por aproximadamente 24h. Após esse período, as raízes novamente foram lavadas com água destilada para remover resquícios do fixador. Numa placa de Petri, as raízes foram colocadas junto a 5ml do corante de orceína/acética a 2%, a seguir, levadas a chama do bico de bunsen, para que por meio do aquecimento da solução, as raízes pudessem ser coloridas. Em seguida, cada meristema da raiz foi posta em cima de uma lâmina de microscopia, adicionando uma gota do corante para em seguida esmagá-la ao sobrepor a lamínula (GUERRA & SOUZA, 2002). Para a conservação das lâminas, utilizou-se de esmalte incolor para vedar as extremidades da lamínula de cada lâmina preparada, e todas as lâminas foram identificadas mediante à raiz contida de cada tratamento. As amostras foram analisadas no Laboratório de Microbiologia da Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.

### Análise dos dados

As lâminas, após serem produzidas, foram observadas em microscópio óptico com objetiva de 40x. Utilizando-se do método de contagem direta, foram analisadas para cada tratamento quatro lâminas, tendo o total de 12 lâminas analisadas, sendo contabilizadas para cada tratamento 3700 células, determinada pelo somatório das células apuradas nas quatro lâminas analisadas. Assim, todas foram identificadas, e as que se encontravam em divisão mitótica e as que apresentaram anomalias foram fotografadas e registradas. Depois da contagem de todas as células e da identificação do número de células em divisão mitótica, empregou-se o cálculo do índice mitótico para avaliação da citotoxicidade, que é dado pela equação (1):

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ de células em mitose}}{N^{\circ} \text{ de células totais}} \times 100$$

Os dados foram submetidos à análise da variância e do teste de Tukey (P=0,05), para a comparação das médias do índice mitótico, utilizando o programa estatístico IBM SPSS Statistics 23.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o Índice Mitótico (IM) das Amostras A, B e do Tratamento de Controle, em cada lâmina analisada, encontram-se na Tabela 2. Esses dados serviram de base para, por intermédio do Teste de Tukey, estabelecer parâmetros que possibilitem evidenciar diferenças significativas entre os diferentes tipos de tratamento, ao nível de significância a P<0,05.

**Tabela 2** - Índice Mitótico por lâmina encontrado nas células meristemáticas radiculares de *Allium Cepa*.

Tratamento	Lâmina 1	Lâmina 2	Lâmina 3	Lâmina 4
Controle	3,22	6,92	2,77	3,18
A	25,53	17,55	15,11	12,73
B	41,45	33,33	22,69	17,19

Fonte: Fernanda Barbarioli, 2018.

Conforme observado na Tabela 3, o Índice Mitótico que apresenta o maior valor entre os tratamentos expostos foi o da Amostra B (27,11%) e o menor no tratamento de Controle (3,59%).

**Tabela 3** - Índice Mitótico e porcentagem (%) de anomalias encontradas em células da meristema das raízes de cebolas tratadas

Tratamento	Total de Células Analisadas	Nº de Células em Mitose	IM (%)	Anomalias (%)
Controle	3700	133	3,59 c	-
A	3700	608	16,43 b	6,58
B	3700	1003	27,11 a	1

Fonte: Fernanda Barbarioli, 2018.

Nota: Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem estatisticamente entre si a significância P<0,05 pelo Teste de Tukey.

Os tratamentos, quando comparados entre si, apresentam diferenças estatísticas significativas (Tabela 3). Se comparados ao tratamento de controle, as Amostras A e B apresentam um elevado índice mitótico. Zortéa *et al.* (2015) em estudos nos rios do Município de Carlinda, MT, também averiguou o aumento do índice mitótico dos tratamentos quando comparados ao tratamento de Controle. De acordo com Maschio (2009), o grau de citotoxicidade de um experimento pode ser estabelecido pelo aumento ou decréscimo do índice mitótico. Segundo

Grippa *et al.* (2010), o aumento no índice mitótico, como identificado nesta pesquisa, aponta que houve estímulo na divisão celular, que pode ser prejudicial às células, pois a proliferação desequilibrada pode provocar a disseminação de doenças.

O aumento da divisão celular visto nos resultados das amostras A e B pode ter sido provocado pela presença de compostos orgânicos, pois nos pontos de coleta há a deposição de resíduos sólidos urbanos, comumente apresentando compostos orgânicos, sendo eles fontes de nutrientes (RUPPENTHAL; CASTRO, 2005), que podem provocar a indução da divisão celular dos meristemas radiculares de *Allium cepa*. A pesquisa realizada por Dusman *et al.* (2012), que avaliaram amostras das águas dos ribeirões da cidade de Maringá, PR, pelo mesmo sistema-teste, reforça a hipótese que o aumento do índice mitótico está associado com poluentes de origem orgânica.

Adicionalmente na análise das 3.700 células/tratamento da Amostra A (Tabela 3), obteve-se uma porcentagem de 6,58% de anomalias nas células em divisão mitótica. Com base nesse dado, junto com o índice mitótico já mencionado (16,43%), as células das raízes expostas a esse tratamento indicam que possa existir algum agente citotóxico que cause aumento na divisão celular. Zortéa *et al.* (2015) relatam que situações em que o índice mitótico é maior quando comparado ao controle denotam a reprodução descontrolada das células, podendo haver uma má formação das células, comprometendo características de herdabilidade, o que proporciona implicações diretamente à saúde dos organismos expostos.

O material analisado da Amostra B foi o que obteve o menor número de células em interfase, o que demonstra uma alta atividade na divisão celular, que está associado ao efeito proliferativo das células mitóticas (FASCHINETTO, 2007). É notável a presença de células anômalas em todos os estágios mitóticos (Figura 3: E, F, G e H), desde a prófase à telófase, possibilitando evidenciar que os agentes citotóxicos podem agir em qualquer fase da mitose. Esse resultado fora encontrado por Miranda *et al.* (2013), que ao analisarem a genotoxicidade notaram a presença de fases anômalas em solo contaminado por detritos domésticos em todos os estágios mitóticos.

Destaca-se a presença de micronúcleos como uma das anomalias mais observadas, aparecendo em quase todos os estágios mitóticos, devido aos eventos clastogênicos, quando origina ou induz a ruptura ou quebra dos cromossomos, e aneugênicos, quando se origina de cromossomos inteiros que não completaram a formação durante a separação das cromátides irmãs (GALVÃO *et al.*, 2013). De acordo com Marcano e Del Campo (1995), esses micronúcleos são indícios comuns da ação tóxica sobre o material genético, o que remete a efeitos irreversíveis para a célula, que podem ser reparados pela própria célula, mas originam mutações cromossômicas e gênicas quando reparadas erroneamente ou não reparadas. Nota-se no estágio de telófase (Figura 3H) a existência de um micronúcleo, que configura o resultado de mutação cromossômica pela qual gera a criação de um núcleo pequeno ao lado do núcleo original da célula (UMBUZEIRO & ROUBIECEK, 2003).

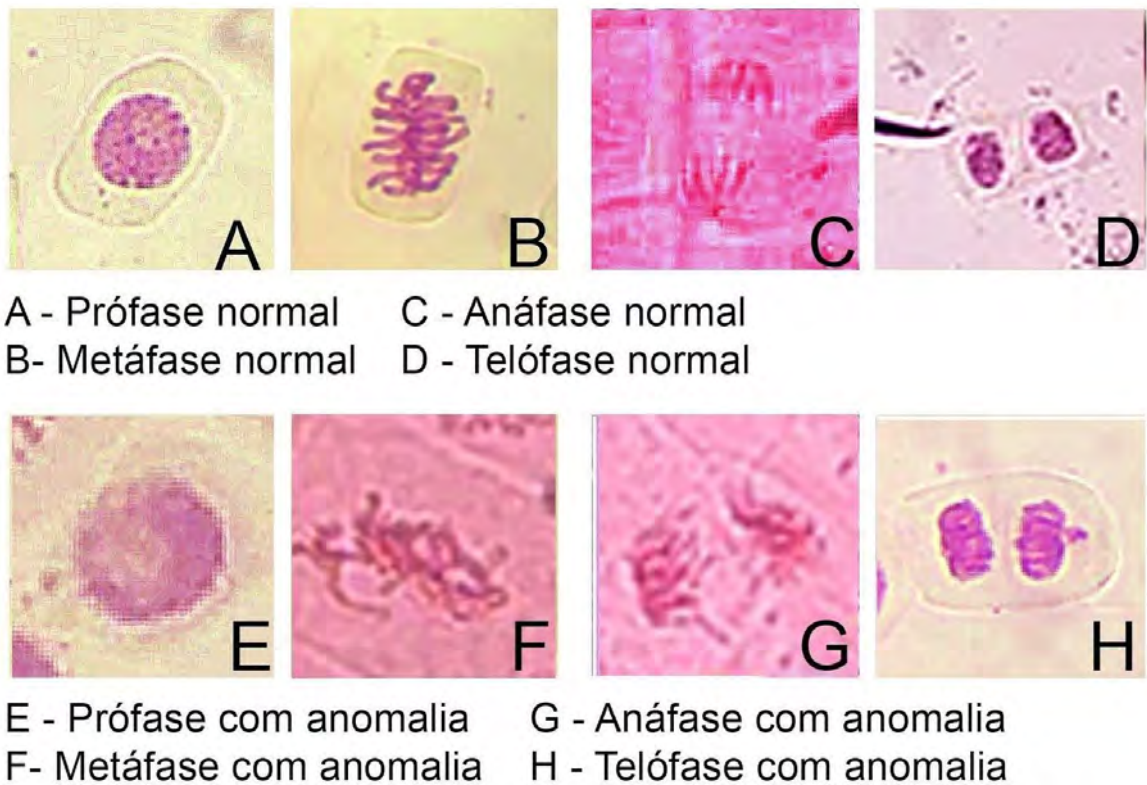


Figura 3 -Fases da divisão celular.

Fonte: Luiza Bulhões (2018)

A fase de prófase apresentou maior percentual das células em mitose nas amostras A e B (Tabela 4), sendo também a de maior porcentagem de anormalidades cromossômicas. Fato possivelmente explicado por ser a fase de maior expansão no processo mitótico e pelo momento do crescimento em que foram feitas as coletas das raízes (MONARCA et al., 2000). Para Leme & Martin-Morales (2009), as aberrações cromossômicas em células de *Allium cepa* são parâmetros eficazes para a apuração do potencial citotóxico nas águas contaminadas, uma vez que fornecem informações essenciais que devem ser destacadas no biomonitoramento ambiental.

**Tabela 4** - Percentual por fase da divisão mitótica de células normais e anômalas de cada tratamento

Tratamento	Prófase (%)		Metáfase (%)		Anáfase (%)		Telófase (%)	
	Normais	Anômalas	Normais	Anômalas	Normais	Anômalas	Normais	Anômalas
Controle	89,5	-	5,3	-	2,3	-	3,0	-
A	88,3	4,1	3,3	2,3	0,5	0,2	1,3	-
B	98,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,6

Fonte: Fernanda Barbarioli, 2018.

Conforme já evidenciado em bibliografia (FISKEJÖ, 1993), o teste *Allium cepa* mostrou ser um procedimento eficiente, de baixo custo e rápido na realização dos bioensaios, visto que os tratamentos analisados permitiram a identificação de anomalias cromossômicas. Os tratamentos apontaram efeito citotóxico, mutagênico e aumento no índice mitótico em relação ao tratamento de controle nas células meristemática de *Allium cepa*, possibilitando verificar possíveis evidências da existência de substâncias químicas capazes de provocar alterações em organismos vivos, além de representarem riscos ambientais. Os efeitos tóxicos e mutagênicos verificados para o organismo teste do estudo funcionam como um alerta para os possíveis efeitos aos demais organismos vivos e seres humanos na área estudada. Em especial por tratar-se de área povoada que convive com descarte irregular de resíduos.

## CONCLUSÕES

Os dados observados nesta pesquisa possibilitam concluir que os bioensaios realizados, utilizando-se do teste *Allium cepa*, mostraram-se eficientes para identificar o potencial de citotoxicidade nas amostras ambientais coletadas. Eles são evidenciados pela porcentagem de anomalias registradas e o aumento do índice mitótico das amostras analisadas em comparação ao tratamento de controle. Cabe ressaltar que o presente trabalho aponta para a necessidade de estudos complementares para se chegar a verdadeira magnitude dos impactos ocasionados aos diferentes ambientes em que a *Allium cepa* estava exposto, bem como para identificar quais os agentes causadores da toxicidade dos tratamentos, principalmente do córrego.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9898: Preservação e técnicas** de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 1987.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10007: Amostragem de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.

ALVES, Giovana. **Degradação do Solo em Área de Disposição Irregular de Resíduos Sólidos no Semiárido Tropical**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2016. 84 f. A

ARAÚJO, Cristiane. **Qualidade do Solo da Camada de Cobertura Final em Área de Disposição de Resíduos no Semiárido Tropical**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal. 2014. 41f.

BARBERIO, A.; BARROS, L.; VOLTOLINI, J.C.; MELLO, M.L.S. Evaluation of the cytotoxic and genotoxic potential of water from the River Paraíba do Sul, in Brazil, with the *Allium cepa* L. test. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/PDF/bjb/v69n3/v69n3a10.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2018.

BELLEZONI, R. A. **Caracterização de impacto ambiental no solo em um aterro de pequeno porte**. 2012. 81 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, 2012.

BRAGATO, M. Tratamento *in-situte* solo contaminado por derivados de petróleo em metais. Tese de Doutorado, São Paulo, 2006.

BRASIL. Resolução Conama nº 420, de 28 de dezembro de 2009. “Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Publicada no DOU nº 249 de 30/01/2009. Págs 81-84. Disponível em:

<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso em: 08 set. 2018.

BRILHANTE, O.M. ; CALDAS, L.Q.A. Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental, Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ. Rio de Janeiro, 1999.

CABRERA G.L.; RODRIGUEZ D.M.G. Genotoxicity of soil from farmland irrigated with wastewater using three plant bioassays, 1999.

CÂNDIDO, Jacqueline Bonfim et al. Diagnóstico Ambiental e Análise Temporal dos Impactos Ambientais causados por um Depósito de Resíduos Sólidos no Município de Cariri do Tocantins – TO. Revista Científica da Fundação Educacional de Ituverava. Tocantins, 2017.

CASTILHOS J.R.; Armando Borges de et al. Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para Municípios de Pequeno porte. Rio de Janeiro: ABES, 2003.

CIRCUNVINS, B. C.; HECK, C. M.; VICENTINI, V. E. P. **Investigação do potencial citotóxico das águas superficiais do ribeirão Atlântico (Mandaguaçu-PR) em *Allium cepa* L.** SaBios: Revista Saúde e Biologia., V.7, n.3, p.7-14, set-dez., 2012.

CETESB- COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** 2.ed, CETESB, São Paulo, 2001.

CONOR, J. A.; FERGUSON, M. A. Essential medical genetic. **Smith Blackwell Scientific Publications**, London, 1993.

COSTA, L. B.; ALVES, A. M. **Contaminação de água por resíduos sólidos: uma perspectiva geomorfológica nos municípios de Dr. Severiano e Encanto-RN.** GeoTemas, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v. 1, n. 1, p. 79-90, jan./jun., 2011.

COSTA, R.M.A.; MENK, C.F.M. Biomonitoramento de mutagênese ambiental. Biotecnologia: ciência e desenvolvimento. São Paulo, 2000.

DUSMAN, E.; GONÇALVES, L. A.; REUSING, A. F.; MARTIN, P. G.; MARIUCCI, R. G.; VICENTINI, V.

E. P. Cytotoxic potential of Waters of the streams Mandacaru, Maringá Miosótis and Nazareth in the urban area of Maringá, Paraná state, Brazil. **Acta Scientiarum.** v.34, n.3, p. 311-318, Jul./Set., 2012

FASCHINETO, J.M.; BAGATINI, M.D.; DURIGON, J.; SILVA, A.C.F.; TEDESCO S.B. Efeito das infusões de *Achyrocline satureioides* DC (Asteraceae) sobre o ciclo celular de *Allium cepa*. Revista Brasileira de Farmacologia, 2007.

FISKESJÖ, Geirid. Allium test on river water from Braan and Sexan before and after closure off a chemical factory. **Ambio**, v.14, p. 99 – 103, 1985.

FISKEJÖ, G. The *allium* test an alternative in environmental studies: the relative toxicity of metal ions. Mutation Research. Amsterdam, 1988.

- FISKEJÖ, G. *Allium test I: A 2-3 day plant test for toxicity assessment by measuring the mean root growth of onions (*Allium cepa* L.)*. **Environmental Toxicology and Water Quality**, Nova Iorque, 1993.
- FLORES-LOPES, Fábio. Monitoramento ambiental da bacia hidrográfica do Lago Guaíba – RS – Brasil, através da utilização de diferentes metodologias aplicadas à toxicoses de peixes. Tese (Doutorado em biologia animal) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- FOGAÇA, L. B. V.; MARTINS, B. F.; AMORIM, L. L. G.; ALMEIDA, F. P. Comportamento de percolação de hidrocarbonetos em função da textura do solo. **V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. IBEAS- Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. Belo Horizonte/ MG. 24-27 de novembro de 2014.
- FRANÇA, Rosiléia Garcia; RUARO, Édina Cristina Rodriguês. Diagnóstico da Disposição final dos Resíduos Sólidos Urbanos na região da Associação dos Municípios do Alto Irani (AMAI), Santa Catarina. Santa Catarina, 2009.
- GALVÃO, M.; MIRANDA, D. P.; COSTA, G. M.; SILVA, A. B. da; KARSBURG, I. V. Índice de genotoxicidade por *Allium cepa* no teste de bioindicador em águas poluídas por dejetos químicos no município de Alta Floresta. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.21, p. 2373-2383, 2015.
- GRANT, W.F. Chromosome aberration assays in *Allium cepa*. A report of the U.S. Environmental Protection Agency Genetox Program. **Mutation Research**, Amsterdam, 1999.
- GRIPPA, G. A.; MOROZESK, M.; NATI, N.; MATSUMOTO, S. T. Estudo genotóxico do surfactante Tween 80 em *Allium cepa*. **Revista Brasileira de Toxicologia**, v. 23, n.1-2, p. 11-16, 2010.
- GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. 5º Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.
- GUERRA, M.; SOUZA, M.J. **Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana**. Ribeirão Preto: FUNPEC, 2002.
- GUPTA, S. K.; SRIVASTAVA, R.; KUMAR, D. Bioremediation of municipal sludge by vermitechnology and toxicity assessment by *Allium cepa*. *Bioresource Technology*, Leiden, v. 96, n. 17, p. 1867-1871, 2005.
- LANEIRO, C. F M. Avaliação da biodisponibilidade de metais em solos contaminados por atividades mineiras: métodos químicos, bioquímicos e ecotoxicológicos. Dissertação de Mestrado, Engenharia do Meio Ambiente – Instituto Politécnico de Beja – Escola Superior Agrária. p.129, 2012.
- LEME, D.M.; MARIN – MORALES, M. A. Chromosome aberration and micronucleus frequencies in *Allium cepa* cellsexposed to petroleum polluted water – a case study. *Mutation Research*. *Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis*, v. 650, p. 80 – 86, 2008.
- MARCANO, L.; DEL CAMPO, A. Estudio ultraestructural del nucléolo en poblaciones meristemáticas de cebolla *Allium cepa* L. tratadas con inhibidores metabólicos. *Ciência*, v.3, p.73-82, 1995.

MATHIAS.N.D.; COSTA. W. Estudo químico de alguns pontos do solo superficial do aterro controlado do Botuquara. 2012.

MATSUMOTO, S. T. Estudo sobre a influência de efluentes potencialmente genotóxicos, derivados de curtume, na contaminação de recursos hídricos da região de Franca/SP. Tese de doutorado Universidade Estadual Paulista. São José do Rio Preto - SP, 2004.

MATSUMOTO, S.T.; MARIN-MORALES, M.A. Mutagenic potential of the water of a river that receives tannery effluent using the *Allium cepa* test system. *Cytologia*. 69: 399-408. 2004, apud

AMARAL, A. de M.; BARBÉRIO, A.; VOLTOLINI, J.C.; BARROS, L. Avaliação preliminar da citotoxicidade e genotoxicidade, da água da bacia do rio Tapanhol (SP-Brasil) através do teste *Allium* (*Allium cepa*). *Revista Brasileira de Toxicologia*. V. 20, n.1 e 2, p. 65-72. 2007.

MIRANDA,D.P.; VIEIRA, A.; MELLO, V. DOS SANTOS. De.; TEIXEIRA, A.D.; KARSBURG, I.V.

Genotoxicidade de solo coletado em presença de detritos domésticos com uso do sistema *Allium cepa*. in: Seminário de Biodiversidade e agroecossistemas amazônicos, 2013, Alta Floresta. **Anais...** Alta Floresta. Universidade do Estado de Mato Grosso. CD.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; **Áreas contaminadas**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/areas-contaminadas.html>>. Acessoem: 23/10/2018.

MONARCA, S.; FERETTI, D.; COLLIVIGNARELLI, C.; GUZZELA, L.; ZERBINI, I.; BERTANZA, G.E.; PEDRAZZANI, R. The influence of different disinfectants on mutagenicity and toxicity of urban wastewater. **WaterResearch**, Londres, 2000.

OLIVEIRA, A. L. et al. Análise qualitativa dos impactos ambientais no meio abiótico em um depósito de resíduos sólidos. *Revista Enciclopédia Biosfera*. Goiânia, v. 11, n. 22, 2015.  
PAULA, R. P.; BUENO, S. S. S.; SCHMITT, K. F. M.; ROSSI, A. A. B. Sistema teste de *Allium cepa* como bioindicadores de citotoxicidade e genotoxicidade em *Aristolochiaelegans* Master. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer- Goiânia, v.11, n.21. p 1749-1756, 2015.

RUPPENTHAL, A. M. C. Efeito do composição de lixo urbano na nutrição e produção de gladiolo. *Revista Bras. Ci. Solo*, 29:145-150, 2005.

SILVA, C.; SCHOENNHALS, M.; CORNELI, V. M.; ARANTES, E. J. Diagnóstico da contaminação do solo e aplicação do índice de qualidade de aterros de resíduos da CETESB na área de disposição de resíduos sólidos de Peabirú-PR. *Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal*, v.9, n.2, p. 252-270, abr/jun. 2012.

UMBUZEIRO, G.A.; ROUBICEK, D.A.; **Genotoxicidade Ambiental**. In: ZAGATO, P.A.; BERTOLETTI, E. *Ecotoxicologia Aquática – Princípios e Aplicações*. São Carlos: Rima, 2003, p. 327-344, 2003.

ZORTÉA, K. É. M.; LEMES, J. S.; NASCIMENTO, M.; TAFARELO, A. P.; ROSSI, A. A. B. Potencial citotóxico e genotóxico da água de rios do município de Carlinda, Mato Grosso, Brasil, por meio do teste *Allium cepa* L. **AgrarianAcademus**, Centro Científico Conhecer -Goiânia, v.2, n.03, p.71-80, 2005.



## APLICAÇÃO DA CONJECTURA DE COLLATZ NO EXCEL

Laudiceia Silva Chultes<sup>1</sup>; Bruno Barreiro Mercurio<sup>2</sup>

Docente na Faculdade Brasileira – Multivix/Vitória.  
Acadêmico de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira - Multivix/Vitória.

### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo entender, de forma aprofundada, a Conjectura de Collatz e o seu desenvolvimento, bem como fornecer técnicas para a criação de um algoritmo no Excel capaz de aplicar tal conjectura, de forma rápida e eficiente. No estudo das sequências e séries, a Conjectura de Collatz ganha destaque por se tratar de uma sequência não padronizada a qual nenhum estudioso conseguiu ainda provar ou refutar. O presente trabalho também buscou desenvolver gráficos de dispersão de algumas sequências geradas pela Conjectura a partir de quatro números pré-determinados: 33, 90, 721, 1000. A metodologia utilizada foi uma combinação do programa Visual Basic e do recurso *Desenvolvedor* do Excel. Acreditamos que a partir desses gráficos de dispersão podemos analisar de forma detalhada cada sequência gerada e perceber a sua variação.

Palavras-chave: Conjectura de Collatz. Conjectura. Excel. Gráficos.

### ABSTRACT

The present work aims to understand, the Collatz conjecture and its development, as well as provide techniques for the creation of an algorithm in Excel able to apply such conjecture, quickly and efficiently. In the study of sequences and series, the Collatz conjecture wins featured because it is a non-standard sequence which no scholar managed to still prove or disprove. The present work sought to also, scatter charts development of some sequences generated by conjecture from four predetermined numbers: 33, 90, 721, 1000. The methodology used was the combination of Visual Basic and excel developer resource. We believe that from such scatter charts can analyse in detail each string generated and realize its variation.

Keywords: Collatz Conjecture. Conjecture. Excel. Graphics.

### INTRODUÇÃO

Uma conjectura é uma inferência, ou seja, uma dedução de que algo é provável, com base em uma hipótese ou uma suposição. Neste caso, trabalhamos aqui com uma conjectura matemática. Elas têm a capacidade de criar conexões, possibilitando (ou não) a descoberta de novos teoremas matemáticos.

A Conjectura de Collatz foi desenvolvida pelo matemático alemão Lothar Collatz, onde, escolhendo-se um número natural inicial  $n$ , onde  $n > 0$ , os seguintes critérios serão obedecidos: Se  $n$  for par o seu sucessor será a metade e se  $n$  for ímpar o seu sucessor será o triplo mais um, gerando então um novo número. Esse processo repete-se até que se atinja o número 1.

Vejamos o exemplo dos critérios da Conjectura de Collatz aplicada ao número 6. Nesse caso, trata-se de um número par, assim sendo temos  $[6/2=3]$ . Então, o seu sucessor será 3. Aplicando-

se novamente os critérios da dita conjectura, 3 é um número ímpar, assim sendo temos  $[3*3+1=10]$ .

Então, o seu sucessor será 10. Essa sequência é realizada até que se encontre o número 1. Nesse caso, partindo do número 6, seriam necessários 8 passos [3, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1].

Crato nos diz, em uma publicação no *Expresso*, de 29 de março, que um investigador português, na tentativa de provar a Conjectura de Collatz, verificou “um grande número de hipóteses, começando no número 1 e ultrapassando o número 27 mil milhões de milhões. Não encontrou nenhum caso em que a sequência não atingisse 1. É um resultado importante, mas não basta aos matemáticos. Pode muito bem acontecer que haja um número ainda não explorado que falhe a conjectura. Sem uma demonstração rigorosa ou sem encontrar tal hipotético número, continuamos sem o saber” (A MATEMÁTICA ANDA POR AI, 2008, s.p.).

Por tudo isso, podemos afirmar que se trata de uma conjectura, pois nenhum número foi encontrado que quebrasse essa sequência. Por outro lado, não se pode afirmar também que todos os números terão uma sequência.

A fim de melhor entender sobre a Conjectura de Collatz, buscamos desenvolver um código no Microsoft Excel 2010 que pudesse testar com facilidade uma quantidade de número aplicando os critérios da mesma e nos informar a quantidade de passos obtidos para se chegar ao número 1. Inicialmente, optamos por escrever a fórmula dentro de cada célula do Excel, contudo, tal método mostrou não ser o mais apropriado para nossos objetivos. Por isso, criamos um novo método, combinando o programa Visual Basic e do recurso *Desenvolvedor* do Excel, como veremos no decorrer do trabalho.

Por fim, foram desenvolvidos gráficos de dispersão de algumas sequências geradas pela Conjectura de Collatz a partir de quatro números pré-determinados: 33, 90, 721, 1000. Percebemos que a partir deles é possível analisar de forma detalhada cada sequência gerada e perceber a sua variação, embora esta análise não seja nosso objetivo no presente momento.

## DESENVOLVIMENTO

O Excel 2010 possui inúmeras funções pré-definidas para facilitar o desenvolvimento de aplicações. Mas ele permite que criemos nossas próprias funções em seu ambiente de desenvolvimento do Visual Basic.

Criando uma função no ambiente de programação do Visual Basic, ela poderá ser salva e depois carregada em qualquer computador que possua o Excel 2010 ou superior instalado. Isso facilita determinadas ações, pois quando estamos trabalhando com alguns códigos grandes e complexos não precisamos digitá-lo várias vezes dentro de cada célula do Excel, apenas criamos a função desejada no Visual Basic, carregamos, e depois é só chamar na célula do Excel com o nome dado.

Para abrir o ambiente de desenvolvimento do Excel precisamos habilitar a aba *Desenvolvedor* que fica oculta no menu do programa.

## HABILITANDO A ABA DESENVOLVEDOR NO EXCEL

Abra o Excel 2010, na barra de ferramentas clique no menu **Arquivo**. Logo em seguida clique em

**Opções** e uma caixa de diálogo será exibida como o da figura 1.

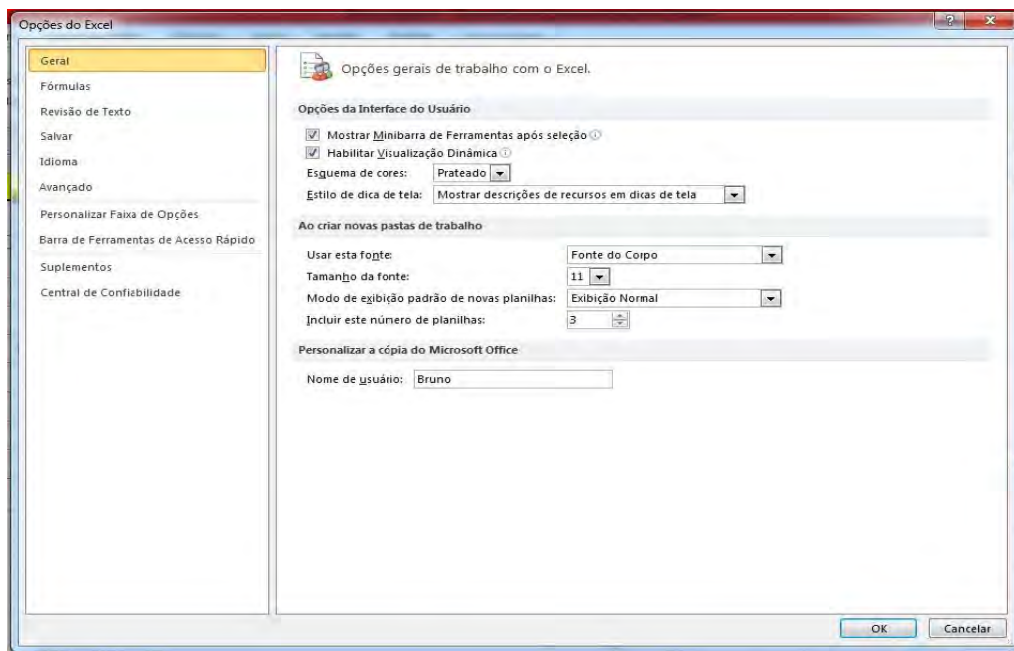


Figura 1 – Menu opções do Excel.

Depois clique na aba **Personalizar a Faixa de Opções**, em seguida, na janela **Guias Principais** e marque a opção **Desenvolvedor**. Clique em **Ok**.

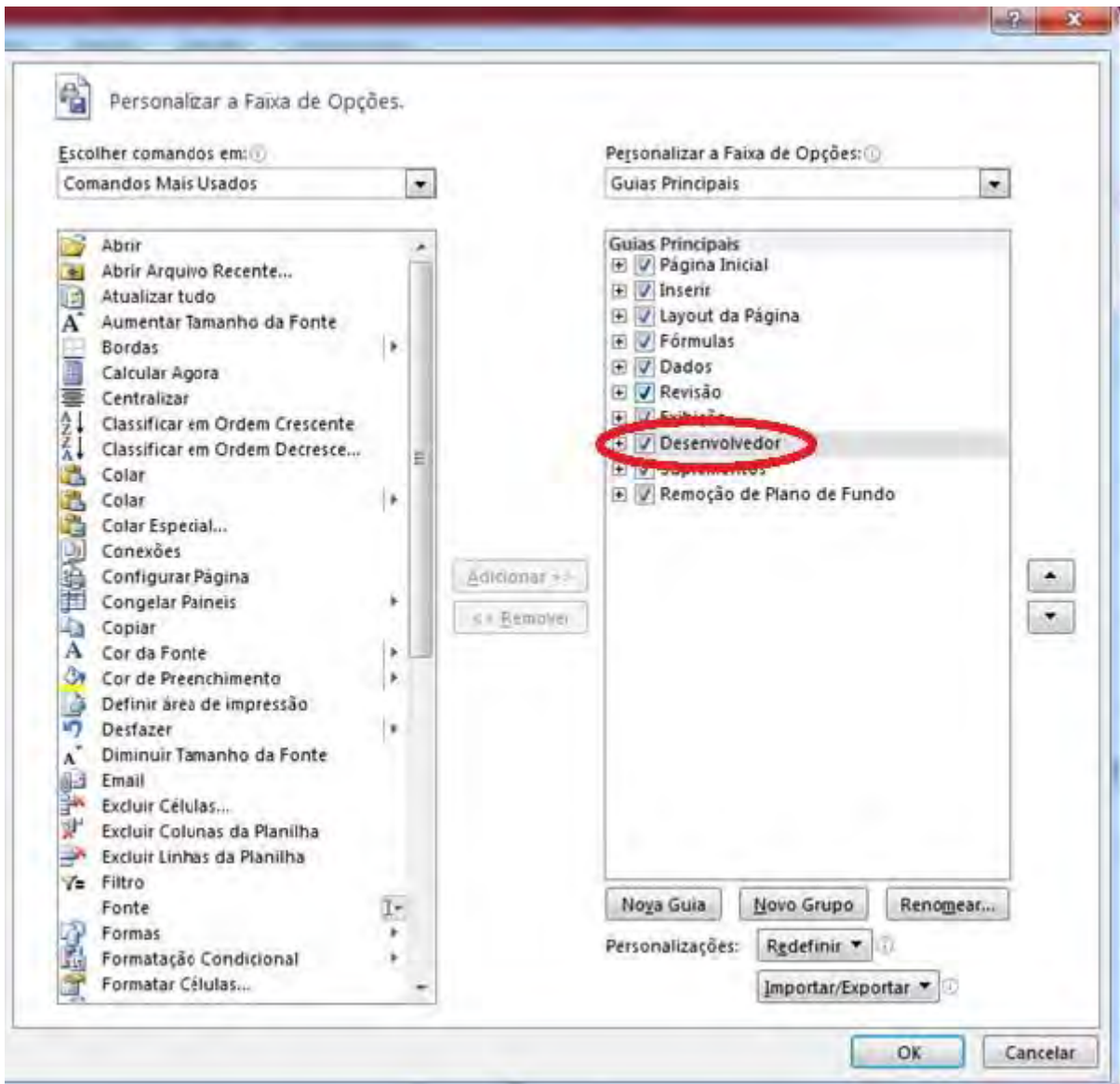


Figura 2 – Personalizar a faixa de opções.

Como mencionamos anteriormente, o Visual Basic possibilita que possamos inserir o algoritmo dentro as fórmulas padrões para aplicar a Conjectura de Collatz de forma automática. Agora, com a barra desenvolvedor ativa, podemos começar a trabalhar.

### CRIANDO A FUNÇÃO CONJECTURA NO VISUAL BASIC

Para começar a desenvolver a função conjectura, clique na aba **Desenvolvedor** que ativamos no tópico acima, em seguida, clique em **Visual Basic**. Repare que ao clicar você será redirecionado para outra tela que é o ambiente de programação VBA (Visual Basic).

Dentro do VBA, na barra de ferramentas, clique em **Inserir** e logo depois em **Módulo**. A janela **Propriedade do Módulo** será ativada no canto inferior esquerdo da tela. Nela, renomeie o módulo para **Conjectura\_de\_Collatz**, sem utilizar espaço conforme a Figura 3.



Figura 3 – Propriedades do módulo.

Agora precisamos inserir um procedimento para que o VBA saiba que estamos trabalhando com funções. Na barra de ferramentas clique em **Inserir** e depois clique em **Procedimentos**. Isso abrirá uma janela como na figura 4.

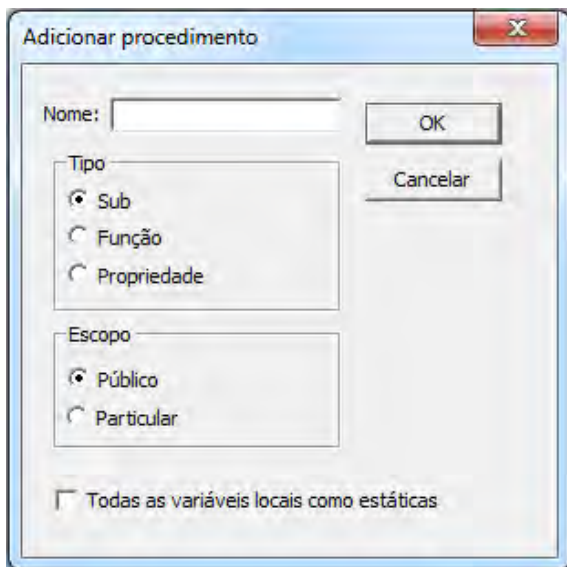


Figura 4 – Adicionando procedimentos.

Dê o nome de **Conjectura**, e em tipo marque a opção **Função**. Clique em **OK**.

Repare que duas linhas de códigos foram inseridas no ambiente de programação VBA. Essas linhas de códigos são responsáveis em informar que estamos criando uma função e que o nome dela a ser chamado dentro de cada célula do Excel é Conjectura.

Agora estamos prontos para começar a escrever nosso código.

## ESCREVENDO O CÓDIGO DA FUNÇÃO CONJECTURA

Essa é a parte mais importante do desenvolvimento, pois é nela que são inseridos os comandos que a função irá seguir.

A Conjectura de Collatz testa um número e dentro do VBA precisamos passá-lo como parâmetro para que ele saiba o número a ser testado.

Repare que dentro do código que está criado no ambiente de programação existem dois parênteses, dentro deles é que se declaram todos os parâmetros que precisamos. Para a Conjectura de Collatz vamos declarar apenas um parâmetro e nomeá-lo de *numero*. Veja a Figura 5.

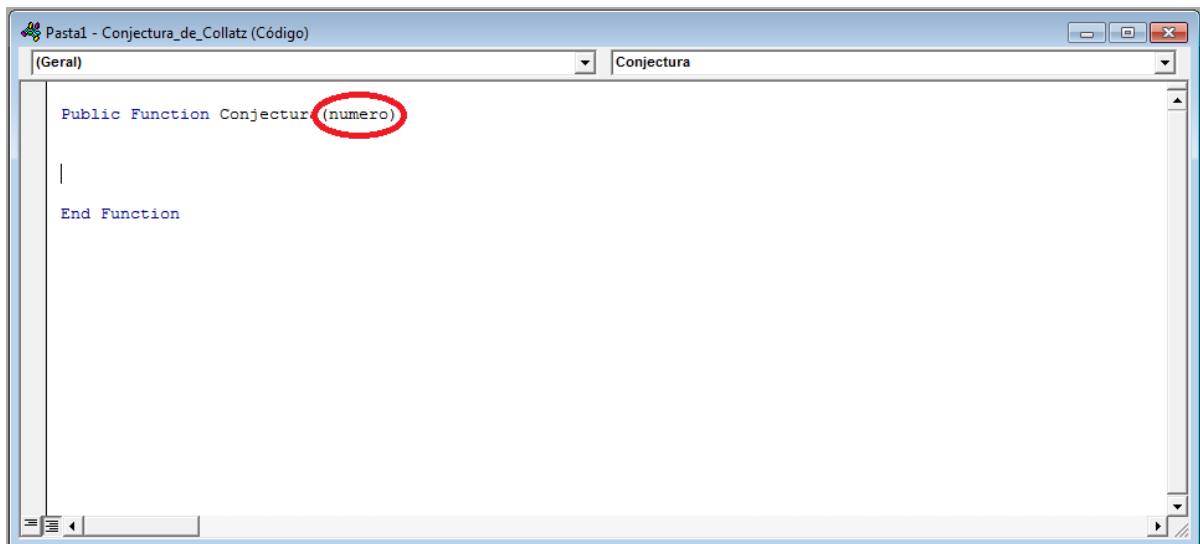


Figura 5 – Declarando parâmetros.

Agora vamos escrever a primeira linha de código para testar se o parâmetro *numero* for 1, ou seja, se o número que for ser testado for 1 ou chegar a 1 o programa deverá parar de se executar.

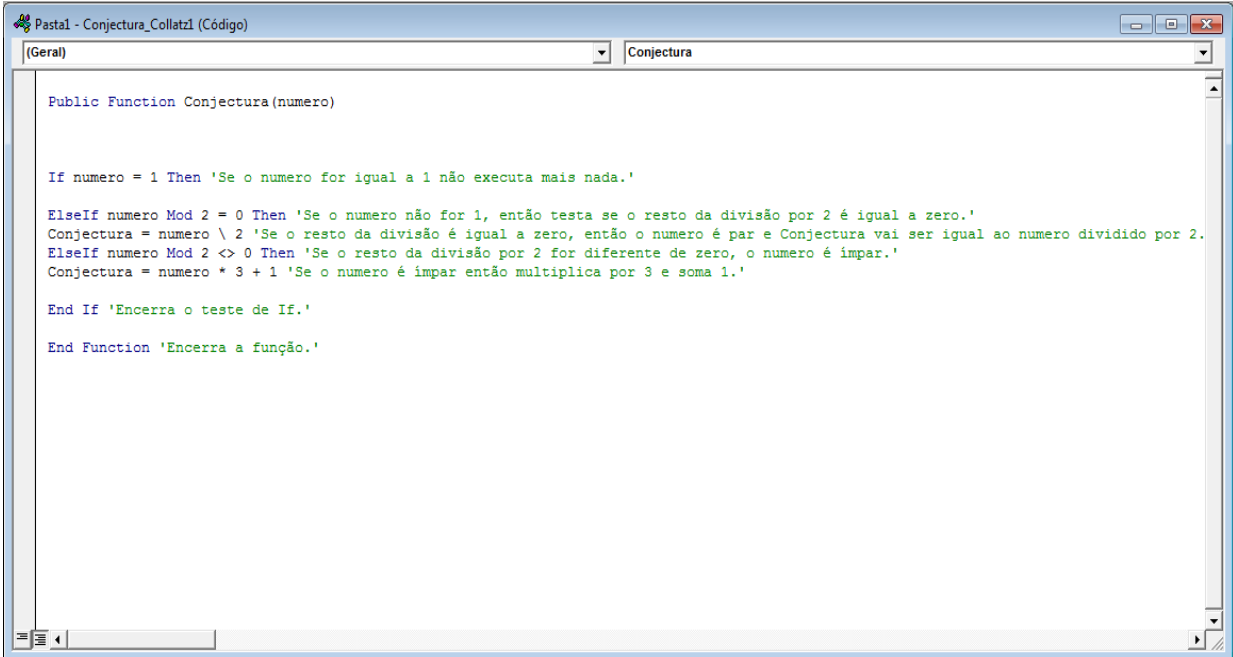
If numero = 1 then 'Se o numero for igual a 1 então não faça mais nada.'

Logo depois, iremos testar se o numero é par ou ímpar usando o resto da divisão que em VBA se usa **Mod**. Se o resto da divisão for igual a zero, o *numero* é par, então dividimos por 2; se o resto da divisão for diferente de zero, o *numero* é ímpar, então multiplicamos o número por 3 e somamos mais 1.

If numero = 1 Then

ElseIf numero Mod 2 = 0 then Conjectura = numero \ 2

ElseIf numero Mod 2 <> 0 Then Conjectura = numero \* 3 + 1



```

Public Function Conjectura(numero)

    If numero = 1 Then 'Se o numero for igual a 1 não executa mais nada.'

    ElseIf numero Mod 2 = 0 Then 'Se o numero não for 1, então testa se o resto da divisão por 2 é igual a zero.'
    Conjectura = numero \ 2 'Se o resto da divisão é igual a zero, então o numero é par e Conjectura vai ser igual ao numero dividido por 2.
    ElseIf numero Mod 2 <> 0 Then 'Se o resto da divisão por 2 for diferente de zero, o numero é ímpar.'
    Conjectura = numero * 3 + 1 'Se o numero é ímpar então multiplica por 3 e soma 1.'

    End If 'Encerra o teste de If.'

End Function 'Encerra a função.'

```

Figura 6 – Código completo em VBA da função conjectura.

Em VBA, as aspas simples representam um comentário e não faz parte do código, é apenas usada para melhor organizá-lo.

Depois de digitar todo o código, é só salvá-lo clicando em **Arquivo** e depois **Exportar arquivo**. Dê o nome de **Conjectura\_de\_Collatz** e selecione o caminho onde deseja salvar. Clique em **Salvar**.

Pronto, o código já está criado, agora basta utilizá-lo no Excel.

## ABRINDO UMA NOVA JANELA NO EXCEL

Toda vez que for abrir uma janela nova no Excel e for utilizar a função **Conjectura\_de\_Collatz**, será necessário carregar a função novamente dentro do VBA. Clique na aba **Desenvolvedor** e logo em seguida abra o VBA.

Dentro do VBA clique no menu **Arquivo**, em seguida, em **Importar Arquivo**, selecione o caminho onde foi salvo o código e clique em **Abrir**.

## UTILIZANDO O CÓDIGO NO EXCEL

Com o Excel aberto, digite um número qualquer que seja maior que 1 em uma célula. Na célula abaixo, onde foi digitado o número, chame a função Conjectura de Collatz. Da seguinte forma:

=Conjectura ('Selecione a célula que está acima, que irá servir como parâmetro a ser testado. ').

No canto inferior direito de cada célula existe um ponto, onde ao passar o cursor forma uma cruz. Ao se formar a cruz, clique, segure e arraste para baixo até uma quantidade de células desejada. Lembrando que ao colocar células de menos poderá não aparecer alguns números e, nesse caso, será necessário repetir o procedimento de arrastar novamente para uma quantidade maior de células.

## CRIANDO UM CONTADOR DE PASSOS

Para fazer um contador, selecione a célula ao lado do número passado como parâmetro e digite o seguinte código:

=CONT.SE(A1:A1234;">1")

Esse código conta das células A1 até a célula A1234 e todos os números que são maiores que 1. Será necessário modificar as células em que vai se efetuar a contagem dependendo de como estiver o seu código. O exemplo de código de contagem foi utilizado para o seguinte layout. Figura 7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	17		12 Passos						
2	52								
3	26								
4	13								
5	40								
6	20								
7	10								
8	5								
9	16								
10	8								
11	4								
12	2								
13	1								

Figura 7 – Exemplo de layout utilizado

## FAZENDO O GRÁFICO DA CONJECTURA DE COLLATZ NO EXCEL

Para se criar os gráficos, selecione a sequência gerada com o número testado e clique em **Inserir**, clique em **Dispersão** e selecione o gráfico de pontos.



## 2.7 EXEMPLOS DE NÚMEROS TESTADOS COM A CONJECTURA E SEUS GRÁFICOS

A seguir, iremos testar 4 números específicos aplicando o código que criamos e analisar o seu comportamento da sequência de acordo com o gráfico.

Conjectura de Collatz do número 90

90, 45, 136, 68, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1

17 passos

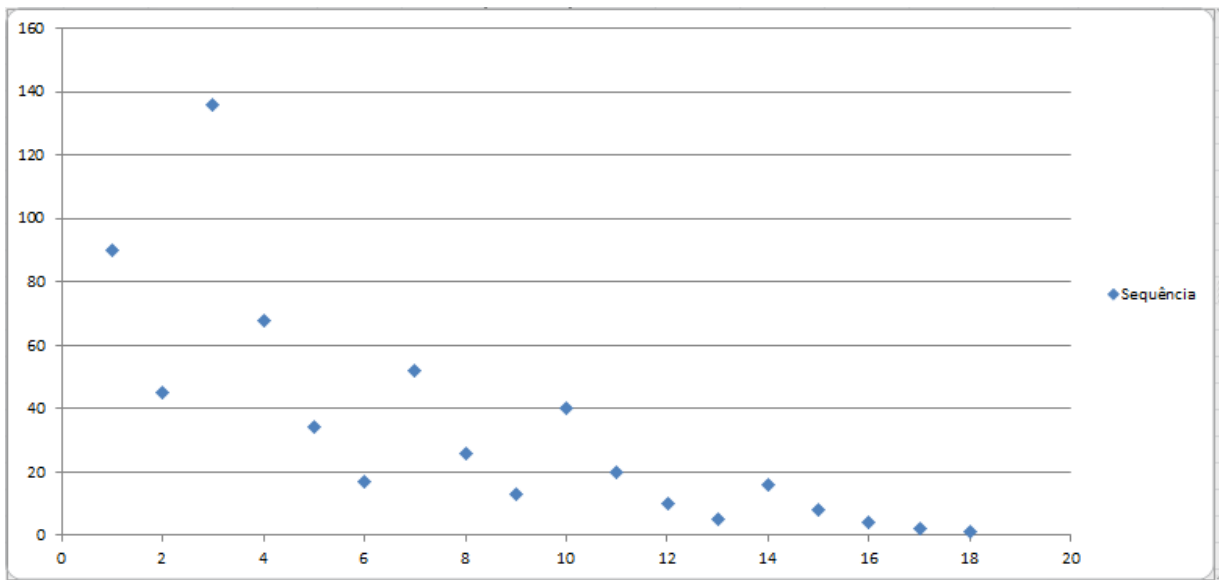


Gráfico 1 – Gráfico de dispersão da conjectura do número 90.

Conjectura de Collatz do número 721

721, 2164, 1082, 541, 1624, 812, 406, 203, 610, 305, 916, 458, 229, 688, 344, 172, 86, 43, 130, 65,

196, 98, 49, 148, 74, 37, 112, 56, 28, 14, 7, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.

46 passos

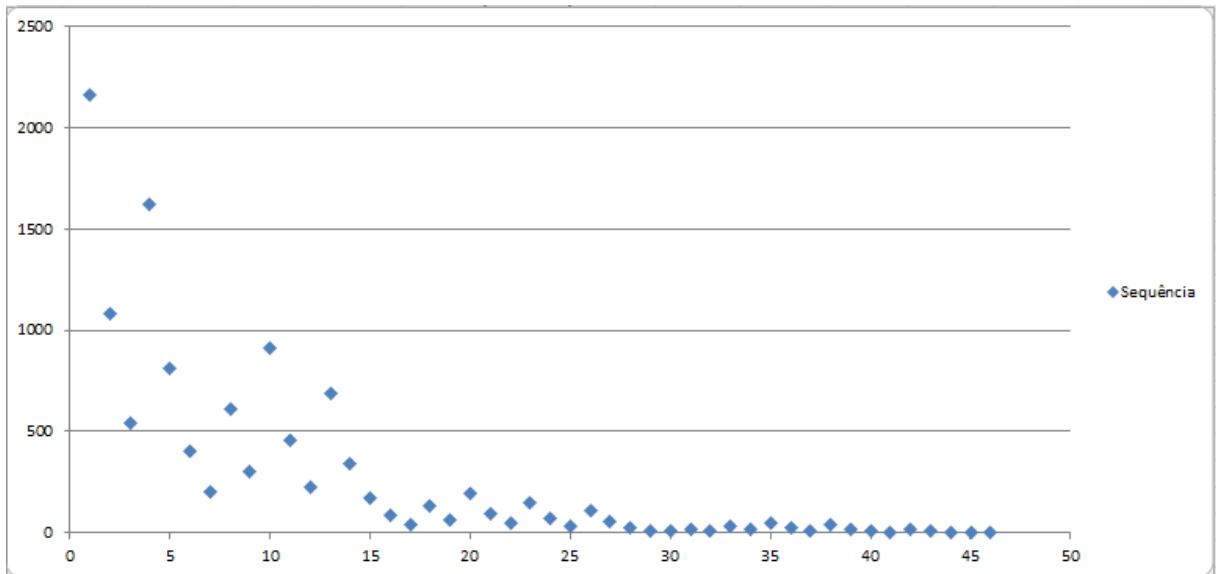


Gráfico 2 – Gráfico de dispersão da conjectura do número 721.

#### Conjectura de Collatz do número 1000

1000, 500, 250, 125, 376, 188, 94, 47, 142, 71, 214, 107, 322, 161, 484, 242, 121, 364, 182, 91, 274,

137, 412, 206, 103, 310, 155, 466, 233, 700, 350, 175, 526, 263, 790, 395, 1186, 593, 1780, 890, 445,

1336, 668, 334, 167, 502, 251, 754, 377, 1132, 566, 283, 850, 425, 1276, 638, 319, 958, 479, 1438,

719, 2158, 1079, 3238, 1619, 4858, 2429, 7288, 3644, 1822, 911, 2734, 1367, 4102, 2051, 6154,

3077, 9232, 4616, 2308, 1154, 577, 1732, 866, 433, 1300, 650, 325, 976, 488, 244, 122, 61, 184, 92,

46, 23, 70, 35, 106, 53, 160, 80, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.

111 passos

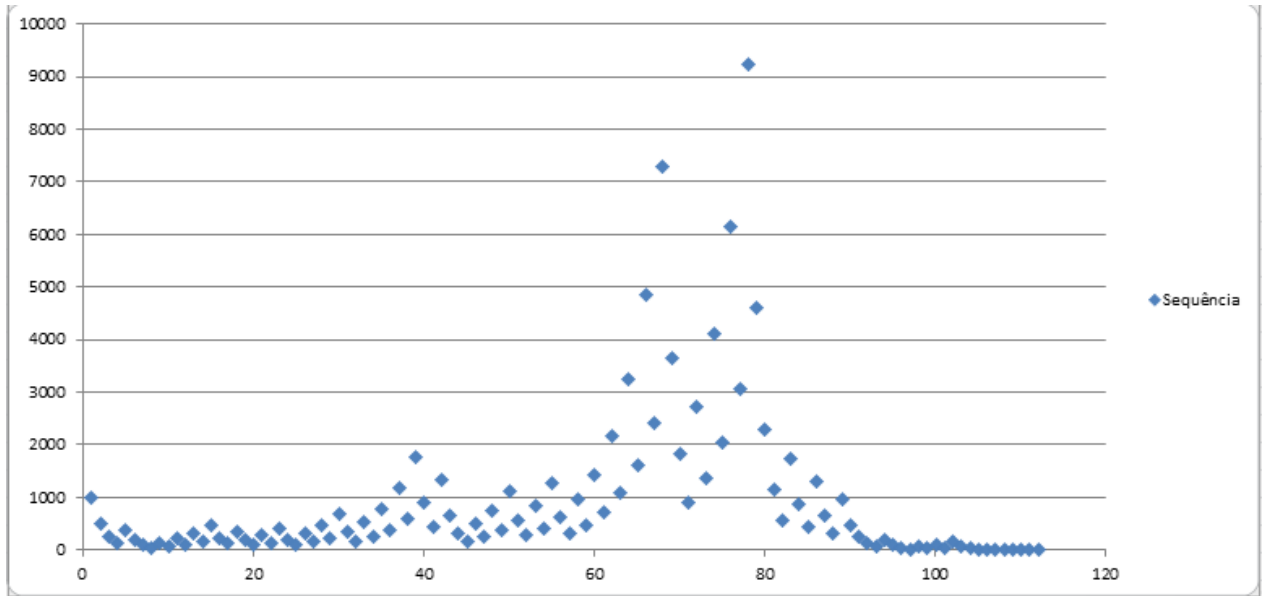


Gráfico 3 – Gráfico de dispersão da conjectura do número 1000.

Conjectura de Collatz do número 33.

33, 100, 50, 25, 76, 38, 19, 58, 29, 88, 44, 22, 11, 34, 17, 52, 26, 13, 40, 20, 10, 5, 16, 8, 4, 2, 1.

26 passos

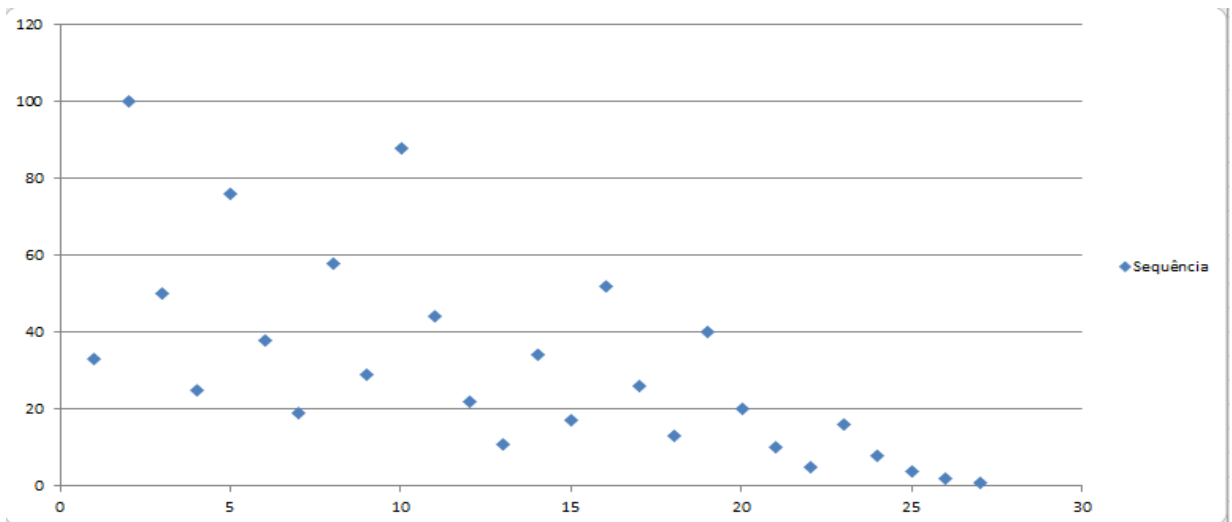


Gráfico 4 – Gráfico de dispersão da conjectura do número 33.

## CONCLUSÃO

A fórmula criada mostrou-se uma facilitadora na descoberta de possíveis sequências de uma conjectura, bem como possibilitou obtermos a quantidade de passos entre o número inicial até o número 1, de forma mais rápida e detalhada. Essa fórmula auxiliou também no entendimento de como se aplica no Excel algumas funções em VBA.

Todo o código (Conjectura\_de\_Collatz) pode ser alterado e modificado de acordo como as necessidades da função, mas lembrando de que o Excel se torna incapaz de gerar gráficos e sequências de números muito grandes, por isso, para testar tais elementos, são necessários programas mais específicos e em computadores mais avançados.

A partir deste trabalho, podemos observar o comportamento do gráfico de dispersão de uma Conjectura de Collatz e ver como cada uma varia de modo particular, não estabelecendo assim um padrão definido.

A Conjectura de Collatz ainda é um mistério para os matemáticos, pois não foi possível testar todos os números, assim, não podemos afirmar se todos chegarão a 1.

## REFERÊNCIAS

CRATO, Nuno. Conjectura e provas. In: **A matemática anda por aí: só é preciso procura-la**. 14 de abril de 2008. Disponível em: <<http://amatematicaandaporai.blogspot.com.br/2008/04/conjecturas-e-provas.html>>. Acesso em: 19 jun. 2015.

ALVES, J. F., Graca, M. M., M. E., Sousa Dias, M. E e Ramos, J. S. , A linear algebra approach to the conjecture of Collatz, *Lin. Alg. Appl.* 394 (2005), pp. 277–289.

## ANÁLISE DE CUSTO DE UM SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

Caio César Siman Ribeiro<sup>1</sup>; Diego Klemenz Cardoso<sup>1</sup>;Andrielly Moutinho Knupp<sup>2</sup>

1 - Acadêmicos de Engenharia Civil na Faculdade Brasileira – Multivix Vitória.

2 - Mestre em Engenharia Ambiental.

### RESUMO

O projeto se baseia na análise de custos de um sistema de reaproveitamento de águas cinzas, levando em consideração apenas as despesas adicionais referentes à mão de obra, materiais e manutenções. Águas cinzas são todos os efluentes gerados a partir de processos domésticos, tais como, lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar (com exceção de vasos sanitário e cozinha, que geram águas negras e gordura, respectivamente). Este trabalho tem como objetivo apresentar o valor desse sistema, contando com a economia trazida em uma edificação residencial hipotética na cidade de Vitória, ES, com quatro habitantes, tendo já definidos um projeto com sistemas de coleta, distribuição e de tratamento. Os dados foram obtidos por meio de um levantamento de todos os materiais e serviços necessários para a implantação do sistema, obtendo custos de acordo com as tabelas do Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo (IOPES - jul/2016) e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI - jul/2016), chegando a um custo total do sistema de R\$ 8.812,49. Além disso, foi determinado um período de retorno de 6,49 anos para o capital investido no sistema de reuso das águas cinzas nessa residência.

Palavras-chave: água cinza; reuso; custos.

### ABSTRACT

The project is based on the cost analysis of greywater reuse system taking into account only the additional expenses related to labor, materials and maintenance. In concept, greywater refers to all wastewater generated from domestic processes such as sinks, showers and washing machines (except for toilets and kitchen, which generate black water and fat, respectively). This work aims to present the value of this system, considering the economy brought on a hypothetical residential building in Vitória-ES town with 4 people and a predefined project containing collection, distribution and treatment systems. Data were obtained through of all the materials and services necessary for system implementation, obtaining costs according to the tables of the Office of Public Works of the Holy Spirit (IOPES - Jul / 2016) and the National System Research costs and Indexes of Construction (SINAPI - Jul / 2016), acheiving a total cost of R\$ 8,812.49 system. Furthermore, it was given a payback period of 6.49 years for the capital invested in the reuse of greywater system in this residence.

Keywords: gray water; reuse; costs.

### INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm sido aprofundados os estudos de aproveitamento de recursos e análise da escassez de água, assim como melhorias nos métodos de abastecimento das cidades, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA, 2010).

A água é um recurso natural fundamental para o ser vivo e, por isso, com o desenvolvimento das cidades e o decorrente crescimento da população, o meio ambiente tem sido afetado com a exploração desordenada, gerando aumento no consumo e, conseqüentemente, a escassez de água.

Dessa forma, firmou-se a busca pelo resgate da boa utilização dos recursos naturais com o menor impacto possível do meio ambiente, gerando economia e beneficiando as regiões precárias de abastecimento de água. O reaproveitamento de água por meio da captação de água cinza é uma das alternativas para evitar o desperdício e garantir a sustentabilidade (SELLA, 2011).

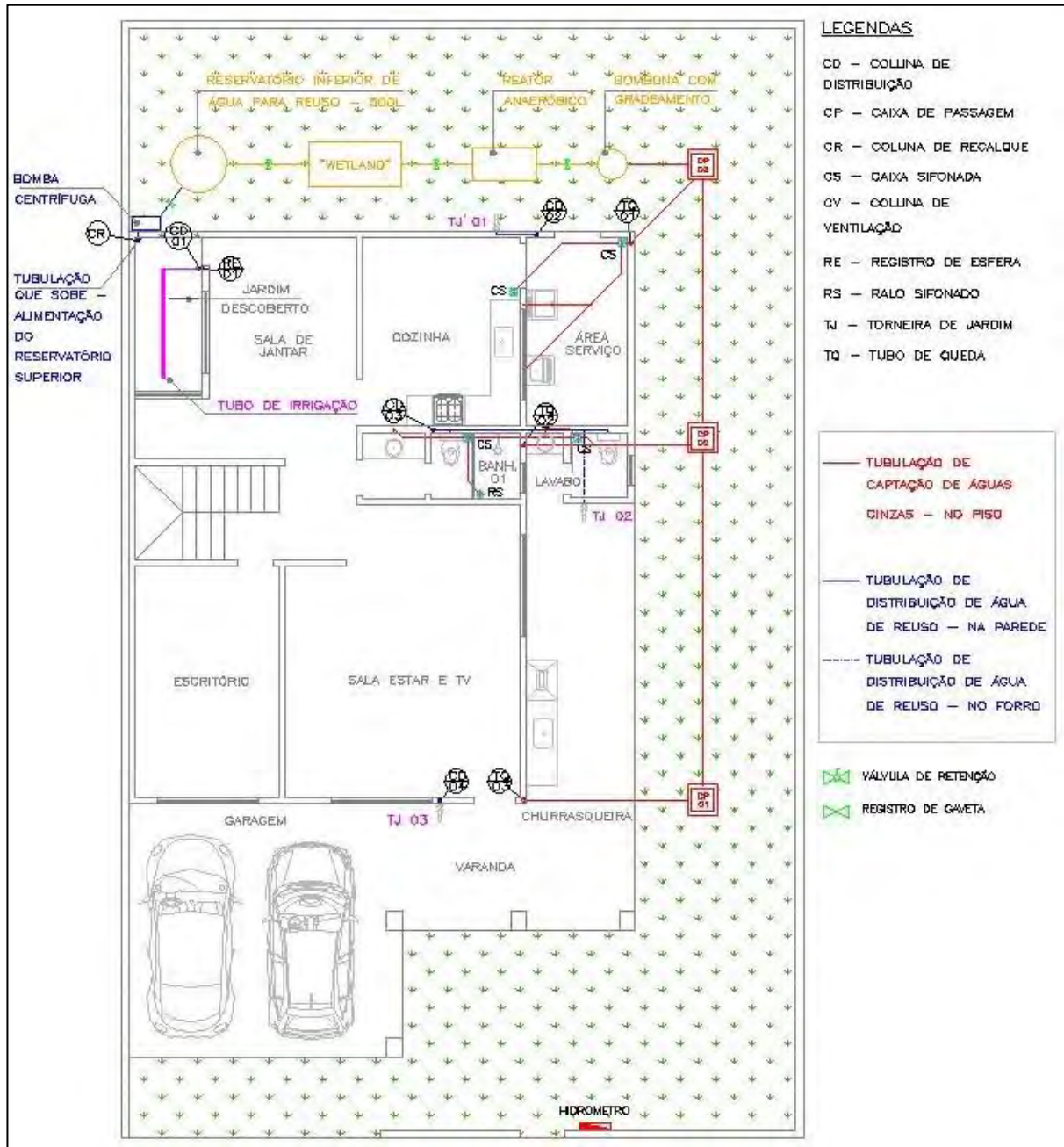
Água cinza é denominada como sendo a água proveniente das máquinas de lavar, lavatórios, chuveiros e banheiras, ignorando aquela proveniente das pias de cozinha, devido ao acúmulo de restos de alimento ou gordura (GELT, 2001). No caso das residências, a água cinza captada dos aparelhos supracitados é direcionada à estação de tratamento localizada no quintal ou jardim, que após tratada é transportada por meio de bomba ao reservatório superior, podendo ser destinada à lavagem de calçadas e garagens, descargas das bacias sanitárias e irrigação dos jardins.

O presente artigo tem como objetivo apresentar o custo global da instalação de um sistema de reuso de águas cinzas, baseado em um projeto de residência unifamiliar no município de Vitória, ES, tendo como referência um estudo preestabelecido por Stauffer et. al (2015). É necessário descrever os custos de implantação do sistema de reuso e sua manutenção, para se ter a dimensão da economia de água, bem como o período de retorno do investimento.

## **METODOLOGIA**

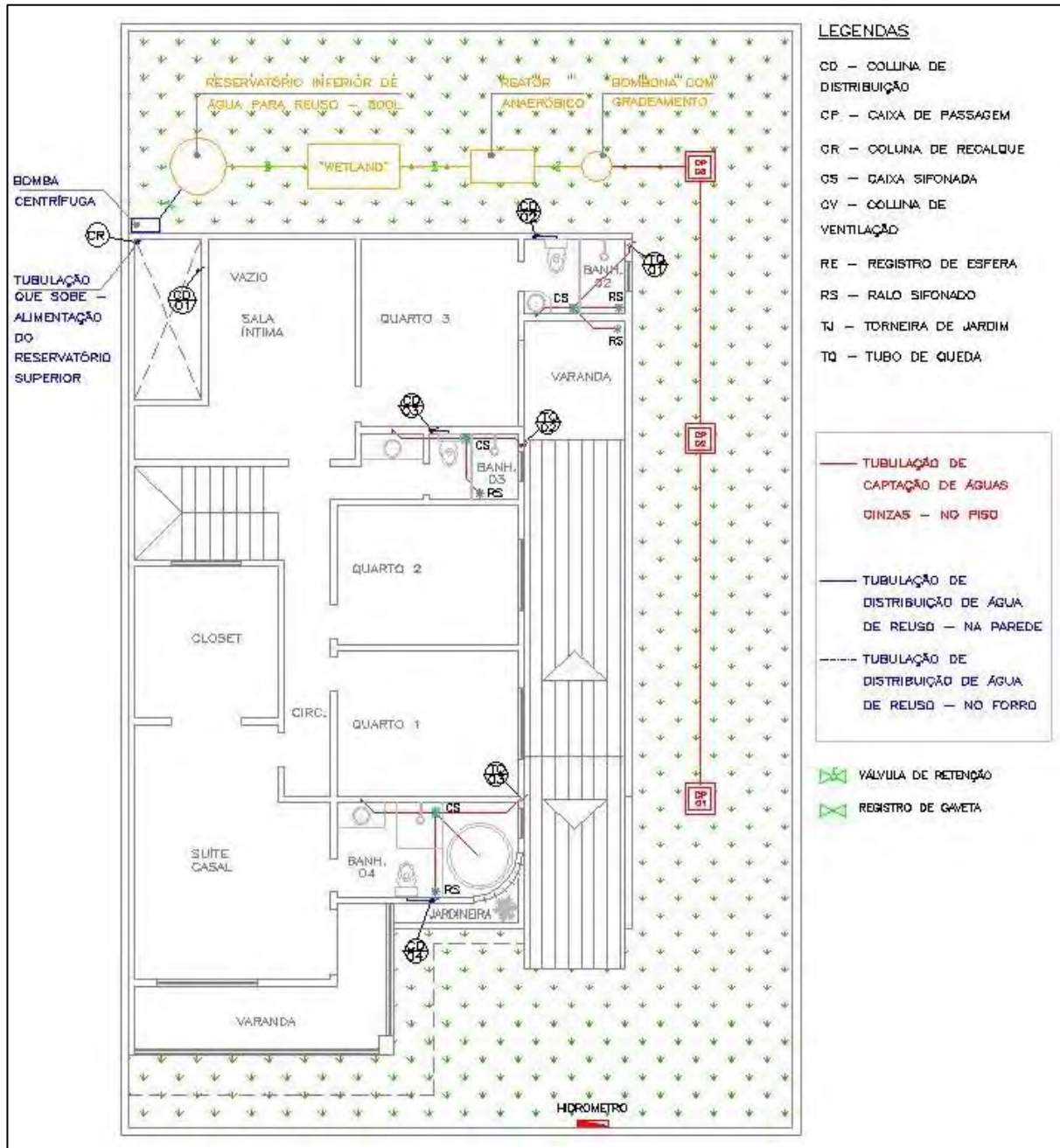
### Descrição do sistema de reuso

O sistema de reuso será implantado em uma proposta projetual de residência unifamiliar no município de Vitória, ES. Os ambientes os quais utilizarão o reaproveitamento de água cinza são: os cinco banheiros, varandas, cozinha, área de serviço, garagem e jardins externo e interno, distribuídos em dois pavimentos, destinados a quatro ocupantes. Os demais ambientes são salas de jantar e estar, escritório e quatro quartos. O projeto foi dimensionado conforme a Figura 1,2 e 3.



**Figura 1:** Projeto Hidrossanitário da residência - Térreo.

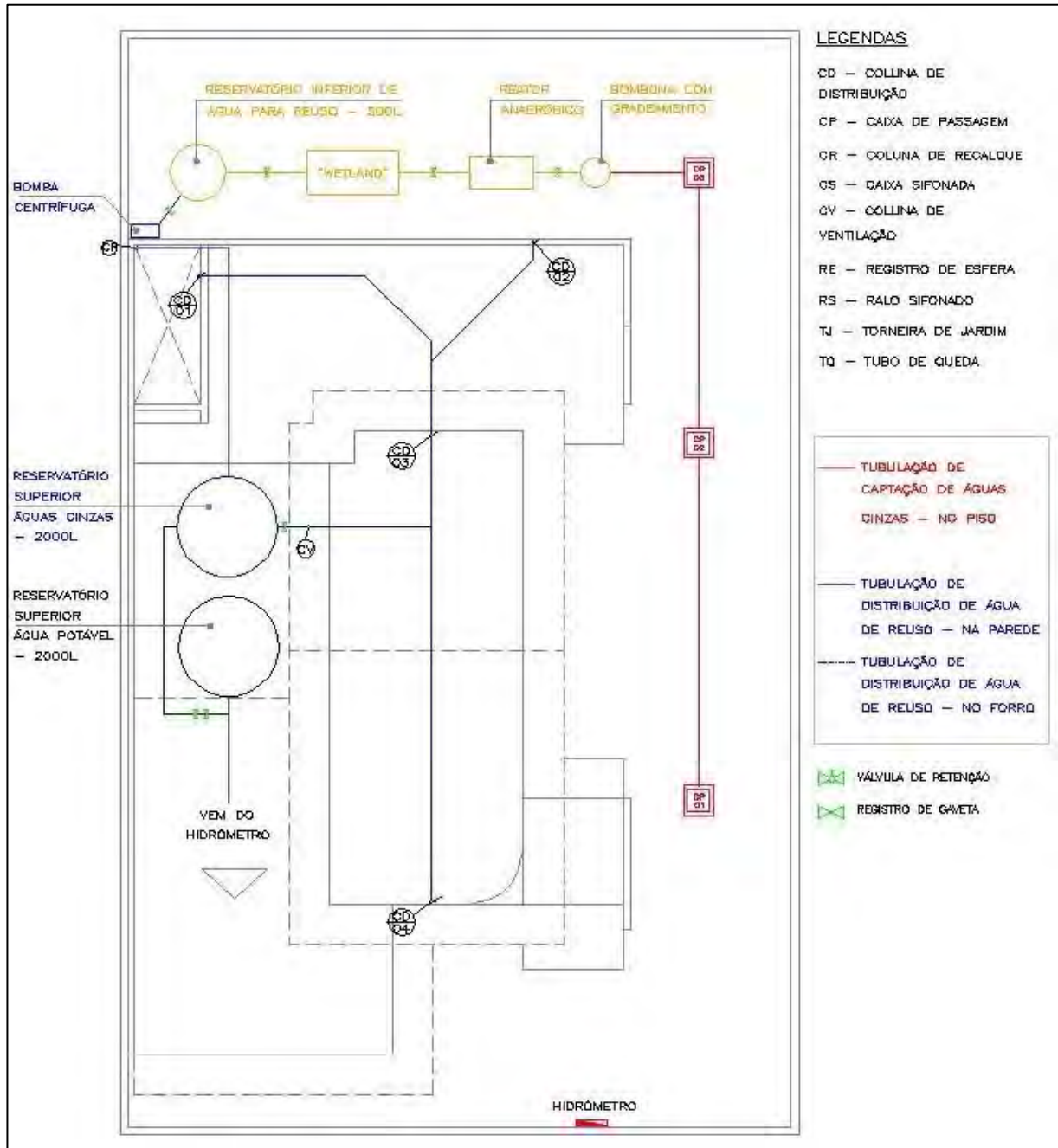
Fonte: Stauffer *et al.* (2015).



**Figura 2:** Projeto Hidrossanitário da residência – Pav. Superior.

Fonte: Stauffer et. al (2015).





**Figura 3:** Projeto Hidrossanitário da residência - Cobertura.

Fonte: Stauffer et. al (2015).

Conforme indicado nos projetos, apresentados acima, o sistema é constituído por:

- Recolhimento das águas cinzas pelas tubulações coletoras;
- Direcionamento para as caixas de passagem, separadas das demais (vasos sanitários e pias de cozinha);
- Transporte para o sistema de tratamento;

A bombona com tela (gradeamento) é a primeira etapa do sistema de tratamento, fazendo a retenção dos sólidos mais grosseiros em suspensão.

Após a etapa de gradeamento, efluente é direcionado ao filtro, onde é depurado por intermédio de microrganismos anaeróbios. A construção de paredes em alvenaria, previamente impermeabilizadas para evitar infiltrações e contaminações no solo, são necessárias para instalação desse equipamento, o qual possui fibras de vidro em seu interior.

O Quadro 1 apresenta as dimensões utilizadas para a configuração do filtro anaeróbio.

**Quadro 1:** Configuração do filtro anaeróbio dimensionado.

CONFIGURAÇÃO DO FILTRO ANAERÓBIO		
Área = 0,846m <sup>2</sup>	Largura	0,65m
	Comprimento	1,30m
Altura total = 1,30m	Altura do fundo falso *	0,60m
	Altura do meio suporte	0,60m
	Altura da canaleta + folga **	0,10m

(\*) incluindo a espessura da laje de fundo

(\*\*) inclui canaleta composto por meio tubo de 100mm (h= 0,05m) + folga de 0,05m

Fonte: Stauffer et. al (2015).

O *wetland*, que recebe o efluente proveniente do filtro, é um eficiente tipo de tratamento natural de esgotos, formado por paredes de alvenaria impermeabilizadas, em seu interior por material filtrante ou meio suporte e por plantas aquáticas diretamente sobre ele.

A seguir, o Quadro 2 apresenta a configuração do *wetland*..

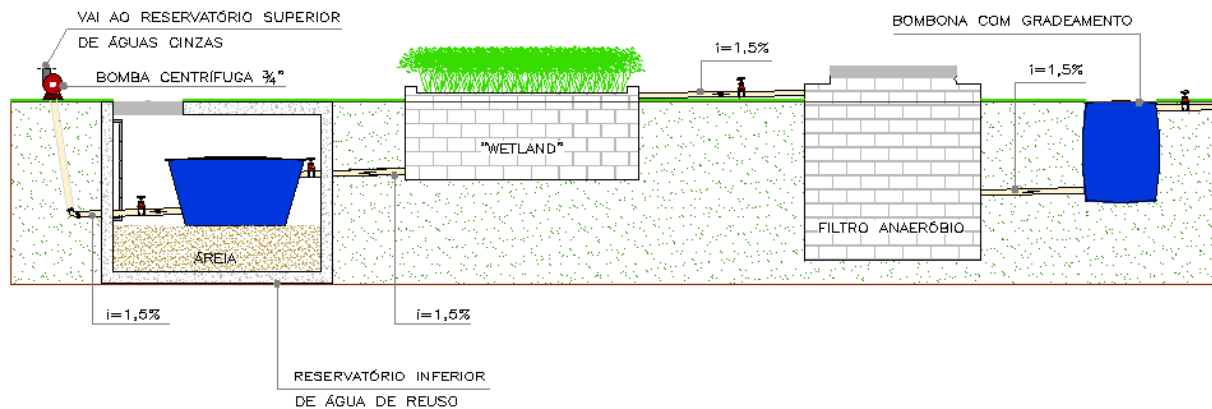
**Quadro 2:** Configuração do “*wetland*” dimensionado.

CONFIGURAÇÃO DO WETLAND		
Área = 2,4m <sup>2</sup>	Largura	1,10m
	Comprimento	2,20m
Altura total = 0,8m	Profundidade da brita #0	0,24m
	Profundidade da areia	0,36m
	Altura acima do nível do solo	0,20m
Tubulação do afluente	Diâmetro dos furos inferiores	0,01m
	Espaçamento dos furos	0,13m
	Distância entre as tubulações ramificadas	0,35m
	Comprimento da tubulação ramificada	0,30m

Fonte: Stauffer et. al (2015).

Em seguida, a água cinza é direcionada ao reservatório inferior onde passará pela etapa de cloração. O clorador de pastilha consiste em um dispositivo simples, composto por materiais resistentes à corrosão química.

A seguir, o esquema geral do tratamento da água é representado pela Figura 3. A partir do reservatório inferior, o efluente é bombeado ao reservatório superior e distribuído para devida utilização.



CORTE SISTEMA DE TRATAMENTO

SEM ESCALA

**Figura 4:** Corte Esquemático do Sistema de Reuso.

Fonte: Stauffer et. al (2015).

#### Análise de custo

#### Materiais e mão de obra

Serão relacionados os custos dos materiais e mão de obra necessários para implantação do sistema de reuso de acordo com as tabelas do Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo (IOPES - jul/2016) e do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI - jul/2016), levantados do projeto hidrossanitário. Para facilitar o levantamento, o sistema será dividido por etapas, conforme citado na Tabela 1, e descrito quais materiais serão orçados para implantação do mesmo.

ETAPA	DESCRIÇÃO
TUBOS CONECÇÕES	E Para a análise dos custos, será feito um levantamento de cada item (tubos, joelhos, luvas, reduções, junções, etc.) conforme o projeto.

CAIXAS DE PASSAGEM	DE	Serão analisados os custos dos blocos, argamassa e da mão de obra necessária para a escavação e montagem da mesma.
BOMBONA GRADEAMENTO	COM	Será analisado o custo de uma bombona de 30 litros de uma peneira no interior com aberturas de 0,25mm
FILTRO ANAERÓBIO		Para a análise de custos do filtro, será levada em consideração a execução em alvenaria impermeabilizada, tampa de inspeção, tubo guia, canaleta, conduítes como meio suporte, laje perfurada e a fibra de vidro, incluindo os custos de mão de obra necessária para execução.
WETLAND		É feita a escavação do tanque impermeabilizado com material geossintético, e executadas as instalações hidráulicas, com acréscimo de material filtrante e, por fim, o plantio da vegetação.
RESERVATÓRIOS BOMBAS	E	Os custos analisados serão do reservatório inferior em fibra de vidro com capacidade de 500 litros, um clorador, bomba centrífuga, reservatório superior com capacidade de 2000 litros e duas boias automáticas para acionamento da bomba (uma para cada reservatório).

**Tabela 1:** Etapa e descrição de levantamento. Fonte: Elaborado pelos autores.

#### Tempo de retorno

Após análise do custo total do sistema de reuso de águas cinzas e a estimativa de economia, será obtido o tempo de retorno do investimento. Com uma simples divisão entre o investimento total inicial pelo valor da parcela de economia anual, resultará em uma aproximação do período de retorno, conforme a Equação 1 (Sella, 2011) apresentada abaixo:

$$n = \frac{P}{U} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

n = o número de anos;

P = o valor do investimento inicial;

U = o valor da parcela de economia anual.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Relação de materiais e custos

As Tabelas 2 a 9 abaixo contêm as etapas com quantitativo, valor unitário, valor total e código de cada material utilizado exclusivo para o sistema de reuso de águas cinzas.

Foram utilizados os custos de composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI - jul/2016) para a maior parte dos itens relacionados. Para cotação do clorador flutuante, consultou-se a empresa Aguazul Soluções, e para obtenção do valor do Reservatório de 2000L, foi utilizado o Instituto de Obras Públicas do Espírito Santo (IOPES - jul/2016).

**Tabela 2:** Custos das Tubulações e Conexões

TUBULAÇÕES E CONEXÕES						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	89848	TUBO PVC 100mm	13,1	m	R\$ 21,70	R\$ 284,27
2	89799	TUBO PVC 75mm	17,8	m	R\$ 14,28	R\$ 254,18
3	89798	TUBO PVC 50mm	11,3	m	R\$ 9,17	R\$ 103,62
4	89732	JOELHO PVC 50mm - 45°	2	unid.	R\$ 7,90	R\$ 15,80
5	89549	REDUÇÃO PVC 75 x 50mm	4	unid.	R\$ 10,32	R\$ 41,28
6	89805	JOELHO PVC 75mm - 90 °	4	unid.	R\$ 8,92	R\$ 35,68
7	89821	LUVA PVC 100mm	3	unid.	R\$ 10,22	R\$ 30,66
8	89817	LUVA PVC 75mm	12	unid.	R\$ 8,18	R\$ 98,16
9	89813	LUVA PVC 50mm	3	unid.	R\$ 4,68	R\$ 14,04
10	89806	JOELHO PVC 75mm - 45°	5	unid.	R\$ 9,62	R\$ 48,10

11	89795	JUNÇÃO PVC 75 x 75mm	2	unid.	R\$ 22,62	R\$ 45,24
TOTAL						R\$ 971,04

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 3:** Tubulações e Conexões – Água fria.

TUBULAÇÕES E CONEXÕES - ÁGUA FRIA						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	94705	FLANGE PVC P/ CAIXA 40mm (1 1/4")	2	unid.	R\$ 32,71	R\$ 65,42
2	94703	FLANGE PVC P/ CAIXA 25mm (3/4")	2	unid.	R\$ 19,00	R\$ 38,00
3	94650	TUBO PVC 40mm	3,2	m	R\$ 16,87	R\$ 53,98
4	94794	REGISTRO BRUTO 1 1/4"	2	unid.	R\$ 131,57	R\$ 263,14
5	89562	REDUÇÃO PVC 40x32mm	1	unid.	R\$ 6,04	R\$ 6,04
6	89426	REDUÇÃO PVC 32X25mm	2	unid.	R\$ 5,01	R\$ 10,02
7	94648	TUBO PVC 25mm	58	m	R\$ 7,85	R\$ 455,30
8	89395	TÊ PVC 25mm	10	unid.	R\$ 8,72	R\$ 87,20
9	89353	REGISTRO GAVETA BRUTO 3/4"	6	unid.	R\$ 32,12	R\$ 192,72
10	73795/009	VÁLVULA DE RETENÇÃO 1"	1	unid.	R\$ 77,94	R\$ 77,94

11	89362	JOELHO 90° 25mm	17	unid.	R\$ 6,28	R\$ 106,76
12	90373	JOELHO 90° LR AZUL LATÃO 25X1/2"	7	unid.	R\$ 9,76	R\$ 68,32
13	89396	TÊ LR AZUL LATÃO 25X1/2"	1	unid.	R\$ 14,43	R\$ 14,43
14	89409	JOELHO PVC 45° 25mm	5	unid.	R\$ 4,69	R\$ 23,45
TOTAL						R\$ 1.462,72

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 4:** Caixas de passagem.

CAIXAS DE PASSAGEM						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	74104/001	CAIXA DE INSPECAO OU PASSAGEM 60X60CM TAMPA DE CONCRETO	3	unid.	R\$ 134,38	R\$ 403,14
2	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL	1,6	m³	R\$39,71	63,54
TOTAL						R\$ 466,68

Fonte: Elaborado pelos autores.

BOMBONA COM GRADEAMENTO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	-	BOMBONA COMERCIAL	1	unid.	R\$ 69,00	R\$ 69,00
2	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL	1	m³	R\$ 39,71	R\$ 39,71

TOTAL	R\$ 108,71
-------	------------

**Tabela 5:** Bombona com gradeamento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

REATOR ANAERÓBICO						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	87472	BLOCOS 9x19x39cm	8	m <sup>2</sup>	R\$ 38,02	R\$ 304,16
2	89848	TUBO GUIA 100mm	1	m	R\$ 21,70	R\$ 21,70
3	72295	CAP 100mm (TAMPÃO)	1	unid.	R\$ 10,61	R\$ 10,61
4	89798	TUBO PVC 50mm	1	m	R\$ 9,17	R\$ 9,17
5	89848	CANALETA 100mm (TUBO CORTADO)	1,6	m	R\$ 21,70	R\$ 34,72
6	600039848	ELETRODUTO 1/2" (MEIO SUPORTE PICOTADO)	40	m	R\$ 0,97	R\$ 38,80
7	94963	CONCRETO FCK = 15MPA PREPARO MECÂNICO (LAJE PERFURADA + TAMPA)	0,4	m <sup>3</sup>	R\$ 240,33	R\$ 96,13
8	73994/001	ARMAÇÃO EM TELA DE AÇO Q-138, AÇO CA-60, 4,2MM (LAJE PERFURADA + TAMPA) (2,25 kg/m <sup>2</sup> )	5	kg	R\$ 5,26	R\$ 26,30
9	73762/002	IMPERMEABILIZANTE VEU DE FIBRA DE VIDRO	8	m <sup>2</sup>	R\$ 55,75	R\$ 446,00
10	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL	4	m <sup>3</sup>	R\$39,71	158,84



TOTAL	R\$1.146,43
-------	-------------

**Tabela 6:** Reator anaeróbico.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 7:** Wetland.

WETLAND						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	89798	TUBO PVC 50mm	5	m	R\$ 9,17	R\$ 45,85
2	89784	TÊ 50mm	9	unid.	R\$ 13,19	R\$ 118,71
3	72293	CAP 50mm (TAMPÃO)	10	unid.	R\$ 5,04	R\$ 50,40
4	-	VEGETAÇÃO - PLANTA BERI	18	unid.	R\$ 5,25	R\$ 94,50
5	73873/004	LEITO FILTRANTE - COLOCAÇÃO DE PEDREGULHOS NOS FILTROS	0,5	m <sup>3</sup>	R\$ 73,59	R\$ 36,80
6	73873/003	LEITO FILTRANTE - COLOCAÇÃO DE AREIA NOS FILTROS	0,7	m <sup>2</sup>	R\$ 67,19	R\$ 47,03
7	87449	BLOCOS 14x19x39	7	m <sup>2</sup>	R\$ 52,63	R\$ 368,41
8	94963	CONCRETO FCK = 15MPA PREPARO MECÂNICO (blocos cheios)	0,5	m <sup>3</sup>	R\$ 240,33	R\$ 120,17
9	73968/001	MANTA IMPERMEABILIZANTE A BASE DE ASFALTO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO	7	m <sup>2</sup>	R\$ 40,40	R\$ 282,80

10	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL	3	m <sup>3</sup>	R\$39,71	R\$119,13
TOTAL						R\$ 1.283,79

Fonte: Elaborado pelos autores. **Tabela 8:** Reservatórios.

RESERVATÓRIOS						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	88504	RESERVATÓRIO 500L	1	unid.	R\$ 587,82	R\$ 587,82
2	170550	RESERVATÓRIO 2000L**	1	unid.	R\$ 1.407,15	R\$ 1.407,15
3	-	CLORADOR FLUTUANTE *	1	Unid.	R\$30,00	R\$30,00
4	79478	ESCAVAÇÃO MANUAL (RESERVATÓRIO INFERIOR)	1	m <sup>3</sup>	R\$39,71	R\$39,71
TOTAL						R\$ 2.064,68

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 9:** Sistema de Bomba.

SISTEMA DE BOMBA						
ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QUANT.	UND	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	180302	Bomba centrífuga monofásica 1/2 CV**	1	unid.	R\$ 796,26	R\$ 796,26
2	91926	CABO ELÉTRICO 2,5mm	60	m	R\$ 2,71	R\$ 162,60

3	91854	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PVC, DN 25 MM (3/4"),	30	m	R\$ 6,40	R\$ 192,00
4	88547	CHAVE DE BOIA AUTOMÁTICA SUPERIOR 10A/250V	2	unid.	R\$ 78,79	R\$ 157,58
TOTAL						R\$ 1.308,44

Fonte: Elaborado pelos autores.

(dados obtidos em SINAPI, jul/2016, \*dados obtidos em Aguazul Soluções 2016, \*\*dados obtidos em IOPEs, jul/2016)

A partir dos custos individualizados apresentados nas tabelas acima, tem-se um custo total do sistema de reuso de água cinza. O valor total estimado do investimento de R\$8.812,49. Custos de manutenção e operação.

Apesar do sistema escolhido não demandar muitas intervenções, é relevante avaliar alguns custos mensais.

O consumo energético referente à bomba de recalque, que leva a água cinza tratada para o reservatório superior, pode ser relacionado ao consumo diário estimado e o preço da tarifa de energia elétrica. Utilizando o manual da bomba CAM-W4C da marca Dancor (DANCOR, 2016), a vazão da bomba é de 2,5m<sup>3</sup>/h, e o consumo de 9,7m<sup>3</sup>/mês (Stauffer et. al, 2015), equivalente a 0,32m<sup>3</sup>/h, logo a bomba estará aproximadamente 2,84 horas/dia em atividade. Com isso, pode-se relacionar esse tempo ao consumo energético da bomba que é cerca de 0,37kWh. A tarifa da companhia de energia é de aproximadamente 0,32R\$/kWh, segundo a EDP (Energias de Portugal). Logo, o custo energético mensal estimado da bomba é de R\$10,08.

Outro custo avaliado é o de desinfecção da água de reuso. Quanto a esse processo, pode-se estimar o uso de 200 gramas de pastilhas de cloro ao mês. Essa estimativa foi baseada na experiência de Bazzarella (2005). Cada pastilha de 200g ao preço de R\$8,90 (Casa&Construção, 2016).

O custo total referente à manutenção e operação mensal do consumo energético e desinfecção é de R\$18,98.

Estimativa de economia anual

A estimativa de economia financeira de água e esgoto por mês é de R\$ 132,06, aproximadamente 32,3% (Stauffer et. al, 2015). Fazendo uma simples subtração do custo de manutenção do que é economizado por mês, tem-se R\$113,08 de economia efetiva mensal ou R\$ 1.356,96 anualmente.

Tempo de retorno

Para avaliação do período de retorno para o investimento feito no sistema de reuso de água cinzas, foi aplicada a Equação 1, com os valores obtidos de P (valor investido inicial) e U (valor

da parcela de economia anual) de R\$8.812,49 e R\$1.356,96, respectivamente, apresentando como resultado em 6,49 anos como período de retorno, ou seja, até o sétimo ano o investimento inicial será pago pela economia que propiciada. Vale lembrar que esse cálculo não leva em consideração a existência de juros ou mudanças futuras de valor no mercado referente ao custo de água, energia, e outros valores que podem interferir diretamente no orçamento do sistema e nas despesas mensais.

## CONCLUSÕES

Pode-se concluir que é viável a instalação do sistema de reuso de águas cinzas para uma edificação residencial. Não apenas por condições financeiras, provando ter uma economia de 32,30% no estudo dessa casa, mas, também, uma economia de 27,15% de água potável ao mês (Stauffer et. al, 2015). E, com isso todo, o valor investido de R\$8.812,49 será recuperado em aproximadamente 6,49 anos. Lembrando que não foi levada em consideração a existência de juros ou mudanças futuras de valor no mercado referente ao custo de água e energia.

Com a coleta do efluente em todos os pontos geradores de águas cinza, a mesma será distribuída para os pontos de descargas de bacias sanitárias e em torneiras externas para irrigação de jardim, lavagem de garagens e calçadas, evitando, assim, o desperdício de água potável proveniente da concessionária.

A preservação de um recurso tão importante para a sobrevivência humana que tende a ser cada vez mais escasso, não deve ser maior que a preservação monetária. A conscientização da população é necessária para economia da água, e sistemas de reuso são apenas um dos meios de sustentabilidade que devem ser investidos e desenvolvidos por todos.

## Agradecimentos

À nossa professora e orientadora, Andrielly Knupp, pela oportunidade, disposição e dedicação diária, compartilhando conosco seus conhecimentos referentes ao tema deste trabalho.

À arquiteta Juliana Lopes Caldas, pela colaboração e dicas em relação ao custo e implantação do sistema.

À banca examinadora pela disponibilidade e interesse no nosso projeto.

A todos aqueles que torceram e estiveram presente de alguma forma neste desafio.

A todos, nosso sincero respeito e reconhecimento.

Muito obrigado.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil: abastecimento urbano de água (resultados por estado)**. Brasília, Engecorps/Cobrape, 2010.

- AGUAZUL SOLUÇÕES. **Clorador flutuante**. Disponível em: <<http://www.aguazulsolucoes.com/categoria/2098188/Clorador-Flutuante/>>. Acesso em: 03 out. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR. 13969**. Tanques sépticos- Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos-Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997. 60 p.
- BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
- CASA E CONSTRUÇÃO. **Tratamento para piscina**. Disponível em: <[http://www.cec.com.br/lazer-e-diversao/piscina/tratamento/tratamento-para-piscina-pace-tripla-acao?produto=1079969&nm\\_origem=rec\\_home\\_viu-viu&nm\\_ranking\\_rec=1](http://www.cec.com.br/lazer-e-diversao/piscina/tratamento/tratamento-para-piscina-pace-tripla-acao?produto=1079969&nm_origem=rec_home_viu-viu&nm_ranking_rec=1)>. Acesso em: 24 set. 2016.
- CESAN. **Tabela de Tarifas**, 2015. Disponível em: <[http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2015/08/Tabela\\_de\\_tarifas\\_2015.pdf](http://www.cesan.com.br/wp-content/uploads/2015/08/Tabela_de_tarifas_2015.pdf)>. Acesso em: 24 out. 2016.
- CREATIVE COMMONS. **Especializo**. Qualidade da Água. Disponível em: <<http://www.especializo.com.br/site/>>. Acesso em: 10 set. 2016.
- DANCOR AS. INDÚSTRIA MECÂNICA. **Centrífuga de Aplicações Múltiplas: CAM-W4C**. 2016. Disponível em: <<http://www.dancor.com.br/dancor-site-novo/public/produtos/CAM-W4C>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- ESCELSA. **Resolução homologatória**. Disponível em: <[http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/comerciais/tarifas\\_de\\_fornecimento/Documents/TABELA%20DE%20TARIFAS%20BT%20Escelsa.pdf](http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-escelsa/informacoes/comerciais/tarifas_de_fornecimento/Documents/TABELA%20DE%20TARIFAS%20BT%20Escelsa.pdf)>. Acesso em: 20 set. 2016.
- Joe Gelt, Jim Henderson, Kenneth Seasholes, Barbara Tellman , Gary Woodard, Kyle Carpenter, Chris Hudson & Souad Sherif. **Water in the Tucson area: seeking sustainability**. Arizona, 2001.
- IOPES – INSTITUTO DE OBRAS PÚBLICAS DO ESPÍRITO SANTO. **Tabela de custos referenciais**. Disponível em: <<http://200.137.67.27/consultatabcusto/CConsultaTabCusto.gst>>. Acesso em: 25 set. 2016.
- SELLA, M. B. **Reúso de águas cinzas: Avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências**. 2011. 87f. Diplomaciação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- SINAPI - SISTEMA NACIONAL DE PESQUISA DE CUSTOS E ÍNDICES DA CONSTRUÇÃO CIVIL. **Custo de composições – Julho/2016**. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_645](http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_645)>. Acesso em 30 set 2016.
- STAUFFER, D.C.K; HOFFMAN, E.H; VIANA, G.P. **Análise de viabilidade técnica de um sistema de reúso de águas cinzas em uma residência unifamiliar**. Graduação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Empresa Brasileira de Ensino Pesquisa e Extensão - Multivix, Vitória, 2015.

## AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS PROVENIENTES DE EMBARCAÇÕES MARÍTIMAS QUE ATRACAM NO PORTO DE VITÓRIA – ES

Lahis Engelhardt dos Santos<sup>1</sup>; Mariana Soares Paiva<sup>1</sup>; Andrielly Moutinho Knupp<sup>2</sup>

1. Discentes do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Faculdade Brasileira - Multivix Vitória

2. Docente na Faculdade Brasileira - Multivix Vitória, Mestre em Engenharia Ambiental

### RESUMO

O desenvolvimento do setor portuário coincide com o crescimento da preocupação observada em relação à gestão ambiental das atividades produtivas em geral. Entretanto, o manejo inadequado dos resíduos desse setor pode provocar sérias e danosas consequências à saúde da população, ao meio ambiente e contribuir para o aumento de custos do porto e das embarcações. O presente trabalho teve como objetivo investigar os aspectos específicos do gerenciamento de resíduos de embarcações de apoio marítimo por empresa terceirizada, avaliando as características dos resíduos coletados e seu desempenho frente às legislações vigentes aplicáveis. Os resíduos gerados possuem predominância de sólidos contaminados (27,57%) e resíduos comuns (24,73%). Observou-se como ponto deficitário do gerenciamento dos resíduos o segregamento, o transporte, o armazenamento temporário e a destinação dada aos resíduos recicláveis. Além das deficiências detectadas durante o processo do gerenciamento dos resíduos, com necessidade de uma melhor estrutura de gerenciamento, devem ser intensificadas as ações de educação ambiental voltadas à gestão dos resíduos sólidos.

**Palavras-chave:** Gerenciamento de resíduos sólidos; Resíduos de portos; Embarcações marítimas.

### INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos sólidos vem acompanhada do crescimento populacional e econômico. As embarcações marítimas fazem parte do processo de integração da economia, sendo uma das principais portas de entrada e saída do comércio exterior. Com uma localização geográfica privilegiada, o Brasil possui atualmente um setor portuário aquecido. O estado do Espírito Santo tem uma economia baseada no comércio internacional, com isso, todos os meses, segundo dados da Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA, 2017), centenas de navios atracam nos terminais portuários públicos e privados.

Assim como as atividades industriais, as realizadas nos navios também geram resíduos sólidos. Segundo a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2011), os resíduos provenientes de embarcação são resíduos sólidos, semissólidos ou pastosos, e líquidos gerados durante a operação da embarcação, tais como: resíduo doméstico operacional, plástico, papel e papelão, vidro, metal, resíduo hospitalar ou de saúde, água oleosa de porão, mistura oleosa contendo químicos, resíduos oleosos (borra), água com óleo resultante de lavagem de tanques, crosta e borra resultantes da raspagem de tanques, substâncias químicas líquidas nocivas, esgoto e águas servidas, sendo esses resíduos considerados como de alto risco e especial ameaça à saúde e ao meio ambiente.

A geração de resíduos de embarcações marítimas é um dos principais fatores causadores de impactos ambientais da atividade (ANTAQ, 2011). Se todo esse resíduo gerado for descartado em mares e oceanos, os ecossistemas marinhos, assim como todos os demais que com eles

interagem, poderiam sofrer graves consequências, não apenas pelo acúmulo em si de materiais inadequados e lesivos ao ambiente, mas, também, pelo risco de contaminação com produtos tóxicos e disseminação de doenças.

Atualmente, as atividades provenientes de embarcações possuem maior atenção dos governos devido ao aumento significativo do comércio internacional e da frota de navios, podendo causar depreciação na biota aquática e solo (MACIEL, 2005). Segundo a Lei Federal nº 9966/2000, o Art. 5º reporta que a responsabilidade do gerenciamento dos resíduos é do gerador, ou seja, todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente. Para a melhor disposição dos resíduos gerados, a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 05/93 dispõe sobre o gerenciamento e normas mínimas para tratamento de resíduos sólidos oriundos de portos e aeroportos, visando a preservação da saúde pública e a qualidade do meio ambiente.

Tendo em vista a problemática da gestão de resíduos provenientes de navios, este trabalho visa a caracterização e avaliação do gerenciamento dos resíduos gerados por embarcações marítimas que atracam no Porto de Vitória.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ÁREA DE ESTUDO

O Porto de Vitória localiza-se no estado do Espírito Santo, abrangendo os municípios de Vitória (ilha) e de Vila Velha (continente), estando sob a jurisdição da Companhia Docas do Espírito Santo (CODESA), que também se constitui na Autoridade Portuária do Estado do Espírito Santo.

O porto tem instalações públicas e privadas que, além de atenderem as embarcações *offshore*, possibilitam a movimentação de diversos tipos de cargas. O Porto de Vitória possui oito cais para atracação, sendo: Cais Comercial, Cais Capuaba, **Terminal da Companhia Portuária de Vila Velha (CPVV)**, Terminal Flexibrás, Cais Paul, Terminal Peiú, Terminal de São Torquato, Terminal de Vila Velha (TVV). O foco do estudo será somente as embarcações que atracaram no Cais Comercial (Figura 1), que é um terminal público, subdividido em quatro berços (101, 102, 103 e 104) para operar carga geral.

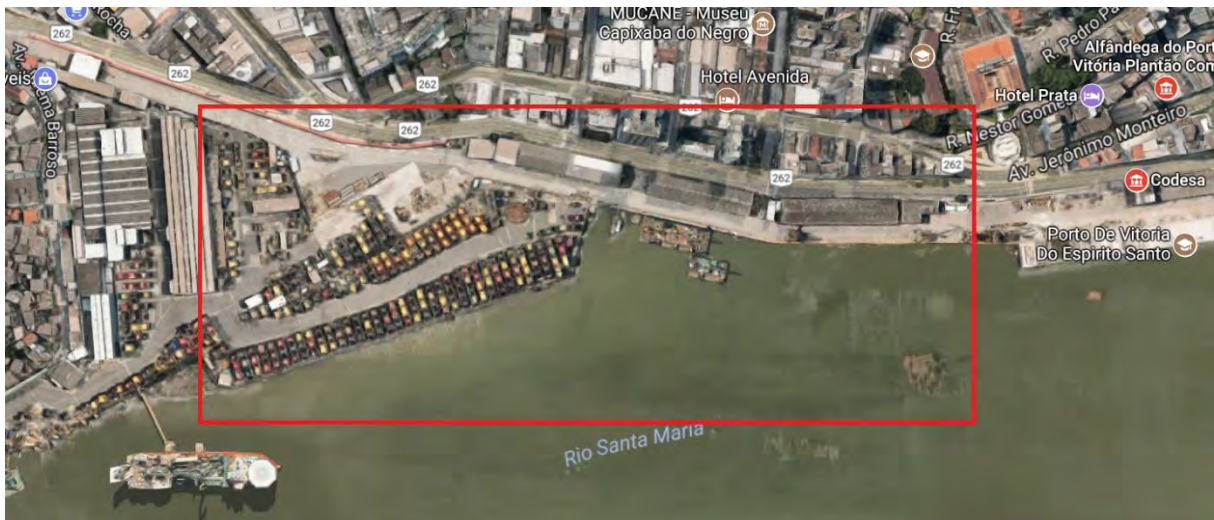


Figura 1 – Delimitação da área do Cais Comercial – Porto de Vitória  
 Fonte: Adaptado de Google Maps (2017)

### **OBTENÇÃO DE DADOS**

O presente estudo obteve como fonte primária de informações uma das empresas responsáveis pelo gerenciamento de resíduos provenientes das embarcações. A empresa disponibilizou as informações utilizadas no estudo, denominada como Empresa A, especializada em gerenciamento de resíduos, limpezas industriais, limpezas técnicas e consultoria ambiental, sendo devidamente licenciada pelo Órgão Ambiental, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

Visando abranger apenas os resíduos sólidos oriundos das embarcações marítimas, foi realizada visita de campo nas dependências da empresa, cujo objetivo foi conhecer o processo de gerenciamento dos resíduos sólidos, compreendendo: o acondicionamento, coleta, transporte e destinação final. Foi obtida a relação quantitativa e qualitativa dos resíduos gerenciados durante o ano de 2016, provenientes de 256 embarcações de apoio marítimo, sendo essas embarcações que realizam suprimentos às unidades de exploração e produção, ou seja, os insumos necessários às suas operações, que atracaram no Cais Comercial - Porto de Vitória-ES.

A partir disso, foi avaliado o gerenciamento dos resíduos conforme as práticas recomendadas nas legislações vigentes, conforme apresentado nas seções a seguir.

### **CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS**

A classificação geral dos resíduos sólidos é objeto da NBR 10.004 (ABNT, 2004) e da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010. Entretanto, as classificações específicas para resíduos provenientes de embarcações marítimas, estão dispostas, principalmente, na Convenção Internacional MARPOL 73/78 e RDC nº 56 (ANVISA, 2008), pela jurisdição nacional, e, ainda, pela Resolução CONAMA nº 05/1993, que abrange mais especificamente os resíduos gerados em portos.



A NBR 10.004/2004 classifica os resíduos sólidos em dois grupos (Quadro 1): perigosos (classe I) e não perigosos (Classe II), sendo ainda esse último subdividido em “não inertes” (Classe II A) e “inertes” (Classe II B).

Quadro 1 - Classificação dos resíduos sólidos conforme NBR 10.004/2004

Classificação	Descrição
Classe I	Resíduos perigosos: são aqueles que possuem como característica a inflamabilidade, a corrosividade, a reatividade, a toxicidade e a patogenicidade, podendo apresentar riscos à saúde pública e contribuir para um aumento de mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.
Classe II A	Resíduos não inertes: são os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se enquadram na Classe I (perigosos) ou na Classe II B (inertes). Esses resíduos podem ter como características: a combustibilidade, a biodegradabilidade e/ou solubilidade em água.
Classe II B	Resíduos inertes: são os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que quando submetidos a testes normatizados de lixiviação e solubilização não tem nenhum de seus constituintes modificados (dentro dos padrões estabelecidos).

Fonte: Adaptado da NBR 10.004 (ABNT, 2004)

Nas normas que tratam especificamente de resíduos portuários, pôde-se verificar que a Resolução CONAMA nº 05/1993 e a RDC ANVISA nº 56/2008 apresentam classificações semelhantes de agrupamento, sendo que a Resolução da ANVISA apresenta ainda um quinto grupo (E), não previsto pela Resolução CONAMA nº 05/1993. Devido ao fato que a RDC ANVISA 56/2008 é mais recente e abrangente, esta será utilizada no estudo, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação dos resíduos conforme RDC nº 56/2008

Classificação	Descrição
Grupo A	São os resíduos que apresentam risco potencial ou efetivo à saúde pública e ao meio ambiente devido a presença de agentes biológicos, consideradas suas características de virulência, patogenicidade ou concentração.
Grupo B	São os resíduos que contêm substâncias químicas que possam apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente.
Grupo C	São os resíduos radioativos.
Grupo D	São os resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiativo à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares.
Grupo E	São resíduos específicos com características perfurocortantes ou escarificantes.

Fonte: Adaptado da RDC nº 56 (ANVISA, 2008)

## ASPECTOS LEGAIS

De acordo com Buratto (2013) e Santos (2014), as legislações que tratam do gerenciamento dos resíduos sólidos em complexos portuários são relativamente recentes. Acordos e convenções internacionais começaram a tratar do assunto a partir da metade do século passado, mas a nível nacional as primeiras disposições foram divulgadas somente a partir da década de 1980, ainda assim, de forma muito superficial. A partir da última década, houve uma evolução muito grande nas legislações referentes ao tema, visto o reconhecimento de que os

resíduos sólidos gerados em navios podem ser fontes de inúmeros agravos à saúde humana e ao meio ambiente.

No que tange a gestão dos resíduos sólidos de embarcações marítimas, cabe destacar a Convenção MARPOL 73/78, a Lei Federal nº 9.966/2000, a RDC nº 72 (ANVISA, 2009), a RDC nº 56 (ANVISA, 2008) e a Resolução ANTAQ nº 2.190/2011. Os principais requisitos legais aplicáveis para a tipologia de resíduos estudadas são apresentadas no Quadro 3.

Quadro 3 - Principais normas aplicáveis à gestão de resíduos sólidos de portos e embarcações no Brasil

<b>Normas gerais sobre resíduos sólidos</b>	<b>ABNT NBR 10004/2004</b> - Classificação dos Resíduos Sólidos
	<b>ABNT NBR 11174/1990</b> - Armazenamento de Resíduos Classe II
	<b>ABNT NBR 12235/1992</b> - Armazenamentos de Resíduos Sólidos Perigosos
	<b>ABNT NBR 13463/1995</b> - Coleta de Resíduos Sólidos
	<b>ABNT NBR 13221/2010</b> - Transporte Terrestre de Resíduos
	<b>Lei 12.305/2010</b> - Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)
	<b>IBAMA - Instrução Normativa n.º 13/2012</b> - Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos
<b>Normas específicas sobre resíduos sólidos de portos e embarcações</b>	<b>Convenção MARPOL 1973/1978</b> - Convenção Internacional para a Prevenção da Poluição Causada por Navios (Anexos I, II, III, IV e V).
	<b>Resolução CONAMA 5/1993</b> - Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários.
	<b>Lei Federal 9.966/2000</b> - Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
	<b>RDC ANVISA 56/2008</b> - Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados.
	<b>RDC ANVISA 72/2009</b> - Regulamento Técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário em território nacional e embarcações que por eles transitem.
	<b>Resolução ANTAQ 2.190/2011</b> - Aprova a norma para disciplinar a prestação de serviços de retirada de resíduos de embarcações.

Fonte: Adaptado de Azevedo (2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS GERADOS

Durante sua permanência em alto mar, as embarcações acumulam resíduos gerados pela tripulação e pelas atividades específicas de cada navio. Quando a embarcação atraca, esses resíduos são retirados das embarcações e as etapas complementares dos gerenciamentos desses resíduos são realizadas em terra. A Figura 2 apresenta o quantitativo de resíduos retirados pela Empresa A, no ano de 2016, nos Terminais pertencentes ao Porto de Vitória.

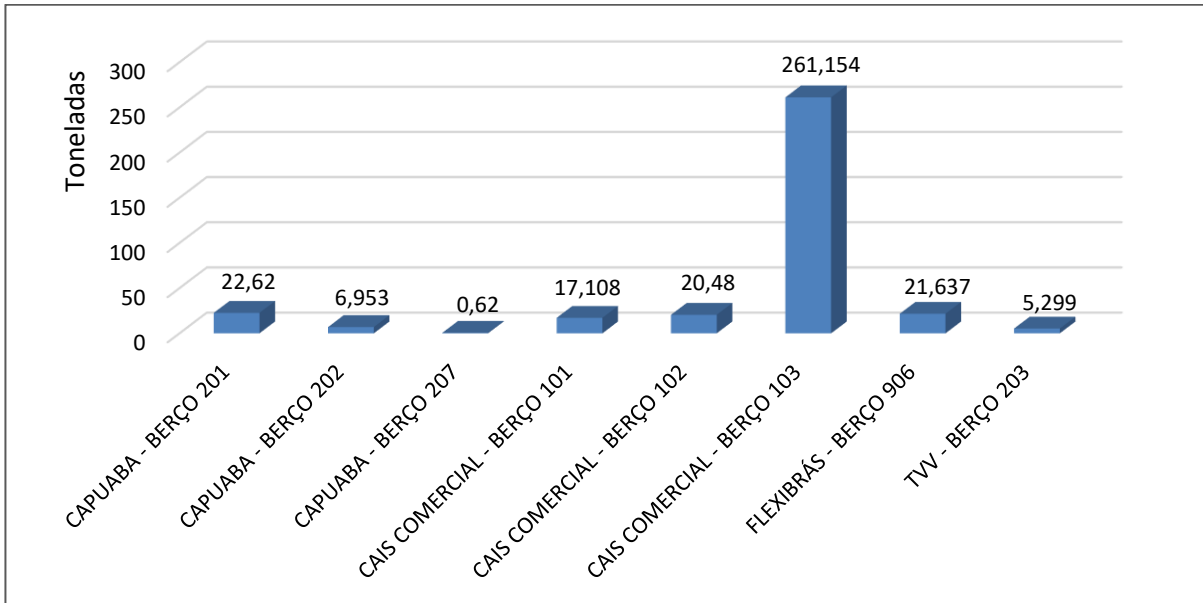


Figura 2 – Quantidade de Resíduos Coletados nos Terminais do Porto de Vitória  
 Fonte: Elaborado pelas autoras

Conforme ilustrado na figura acima, os resíduos gerenciados pela empresa A, no ano de 2016, não contemplaram todos os terminais e berços que estão sob jurisdição da CODESA, tendo maior representatividade os resíduos coletados no terminal Cais Comercial do Porto de Vitória, berço 103.

A Tabela 1 apresenta a caracterização dos resíduos sólidos provenientes das embarcações de apoio marítimo que atracaram no Cais Comercial do Porto Vitória para o ano de 2016, contendo o quantitativo e percentual correspondentes aos resíduos coletados.

Tabela 1 - Caracterização dos resíduos sólidos de embarcações – Ano 2016

Resíduo	Classe		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	
	NBR 10.004	RDC 56	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	%
Papel/ Papelaão	II B	D	2360	690	470	1620	2530	1380	1490	1510	440	2190	11060	1780	27520	9,22
Plástico	II B	D	4300	880	920	1960	2870	1520	2770	1700	1020	790	1140	1830	21700	7,27
Vidro	II B	D	270	170	140	10	240	0	0	0	160	150	573	20	1733	0,58
Metal	II B	D	1720	1400	840	3200	2830	1090	3750	800	1970	11910	310	2680	32500	10,89
Madeira	II B	D	1830	0	640	4690	790	380	5540	0	210	1610	2520	830	19040	6,38
Resíduo Comum	II A	D	8560	2580	1590	4530	6410	3080	3290	3290	5080	11940	17180	6280	73810	24,73
Orgânico	II A	D	2820	580	660	2480	3670	1760	2040	2840	590	2340	14920	1200	35900	12,03
Sólido Contaminado	I	B	6600	4236	2220	8770	6747	1830	6680	4470	670	2710	32790	4550	82273	27,57
Lâmpadas Fluorescentes	I	B	730	11	0	0	0	40	0	0	0	0	480	0	1261	0,42
Tambores Contaminados	I	B	481	275	280	312	260	0	210	408	0	0	250	140	2616	0,88
RSS	I	A	9	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	0,03
<b>Total</b>			29680	10912	7760	27572	26347	11080	25770	15018	10140	33640	81223	19310	298452	100
<b>N° coletas</b>			77	38	27	51	80	32	62	39	27	23	36	52	544	

Fonte: Elaborado pelas autoras

A Figura 4 apresenta a composição gravimétrica dos resíduos sólidos coletados nas embarcações durante o ano de 2016.

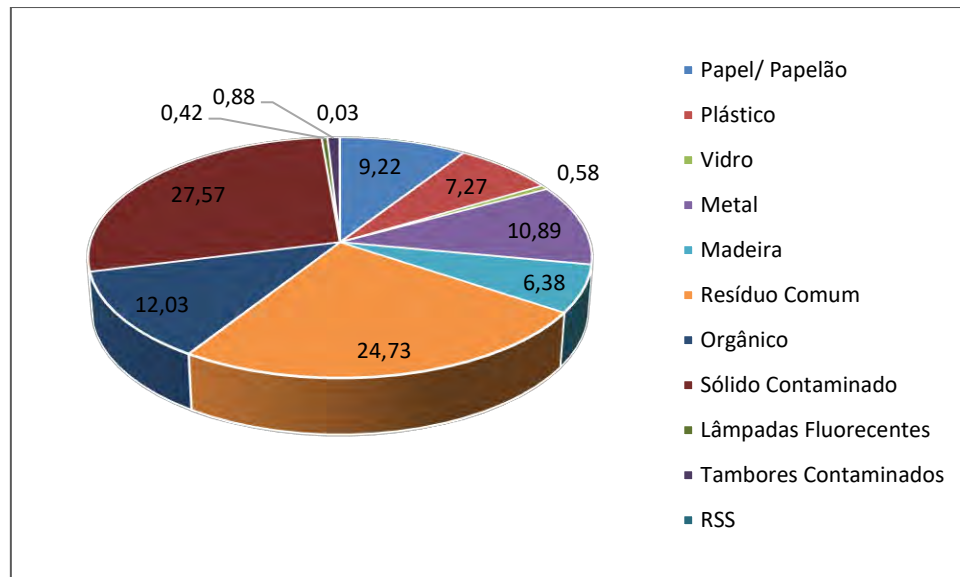


Figura 4 – Composição gravimétrica dos resíduos sólidos  
Fonte: Elaborado pelas autoras

Os resíduos provenientes das embarcações marítimas se enquadram nos Grupos A, B e D, de acordo com a RDC nº 56/2008 da ANVISA. Observa-se que os resíduos sólidos em maior quantidade são 82.273kg (27,57%) e 73.810kg (24,73%), correspondentes aos sólidos contaminados (papel, papelão, embalagens, EPI's, estopas, filtros e trapos, todos contaminados com óleo tinta ou graxa, pilha e baterias, eletroeletrônicos, peças de restos de manutenção de máquinas) e resíduos comuns (embalagens sujas de alimentos, materiais de higiene pessoal e resíduos de limpeza e varrição), respectivamente. Esse resultado está relacionado com a origem dos procedimentos envolvidos nas embarcações de apoio marítimo, tais como suprimentos gerados e coletados para outras embarcações e/ou plataformas. O resíduo observado em menor quantidade foi o resíduo sólido de saúde (RSS) com um percentual de cerca de 0,03% (99kg).

### ANÁLISE DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O gerenciamento de resíduos sólidos é composto pelas etapas de acondicionamento, coleta, transporte e destino final. A seguir, é apresentada a avaliação de cada etapa que compreende o gerenciamento dos resíduos provenientes de embarcações marítimas, conforme os requisitos legais pertinentes.

### SEGREGAÇÃO/ACONDICIONAMENTO/ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO

Para realização da etapa de acondicionamento de resíduos é necessário fazer a segregação para serem armazenados conforme suas características e classificação. Analisando a classificação dos resíduos estabelecida pela RDC nº 56 (ANVISA, 2008), observou-se o cumprimento parcial. O representante do navio fornece informações dos resíduos a serem retirados, mas a maior parte do resíduo vem misturado e classificado como lixo comum, ou seja, grupo D. Com isso, nem todos os resíduos dos Grupos B e D vêm segregados da melhor forma para serem devidamente reciclados.

Os resíduos do Grupo A apresentaram segregação satisfatória estando em conformidade com o disposto na resolução RDC nº 306, de 7 de dezembro de 2004, do Ministério da Saúde.

A forma de acondicionamento dos resíduos sólidos no navio é variada e depende de suas características e classificação. A Tabela 2 apresenta como os resíduos das embarcações são acondicionados após serem coletados. Foi observado que os resíduos encontram-se acondicionados de forma adequada.

Tabela 2 – Acondicionamento dos resíduos

Resíduo	Classe RDC 56	Acondicionamento
Papel/papelão	D	Big-bags
Plástico	D	Big-bags
Vidro	D	Big-bags
Metal	D	Big-bags
Madeira	D	Big-bags, granel
Lixo comum	D	Big-bags
Orgânico	D	Big-bags, granel
Sólido contaminado	B	Big-bags
Lâmpadas fluorescentes	B	Big-bags
Tambores contaminados	B	Tambor
Resíduo de serviço de saúde	A	Big-bags, Sacos Plásticos

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os resíduos, quando não são coletados e posteriormente conduzidos ao seu destino final, são armazenados temporariamente nas dependências da empresa, muitas vezes em local aberto, podendo ser por algumas horas ou dias para depois serem encaminhados à empresa receptora para o destino final (tratamento ou disposição final). Não foi encontrada regulamentação que disponha sobre a obrigatoriedade do armazenamento temporário desses resíduos de forma específica.

### COLETA E TRANSPORTE

A coleta e o transporte dos resíduos provenientes das embarcações marítimas é realizada por intermédio de caminhões ou veículos leves, conforme apresentado na Tabela 3.

De modo geral, o transporte é realizado corretamente, levando os resíduos das embarcações para sua devida destinação final. Entretanto, observou-se que o caminhão Munck apresentava a Manta Pead, uma espécie de “borrachão”, rasgada, o que pode levar ao vazamento de chorume ou outro líquido que possa causar contaminação.

Tabela 3 – Coleta e transporte dos resíduos

Resíduo	Classe RDC 56	Transporte
Papel/papelão	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Plástico	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Vidro	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Metal	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Madeira	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Lixo comum	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Orgânico	D	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Sólido contaminado	B	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Lâmpadas Fluorescentes	B	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Tambores contaminados	B	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve
Resíduo de serviço de saúde	A	Caminhão munck, caminhão baú ou veículo leve

Fonte: Elaborado pelas autoras

## DESTINO FINAL

A destinação final dos resíduos provenientes de navios varia de acordo com a sua classificação, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Destinação final dos resíduos

Resíduo	Classe RDC 56	Destinação final
Papel/papelão	D	Aterro sanitário
Plástico	D	Reciclagem
Vidro	D	Aterro sanitário
Metal	D	Aterro sanitário
Madeira	D	Aterro sanitário
Resíduo comum	D	Aterro sanitário
Orgânico	D	Aterro sanitário
Sólido contaminado	B	Aterro industrial
Lâmpadas fluorescentes	B	Aterro industrial
Tambores contaminados	B	Lavagem e recondicionamento
Resíduo de serviço de saúde	A	Autoclave

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os resíduos do Grupo A, B e D são transportados até uma central de tratamento de resíduos, com algumas exceções. Na central de tratamento, os resíduos do Grupo A são autoclavados com posterior encaminhamento e disposição em aterro sanitário. Já os resíduos do Grupo B são dispostos em aterro industrial, com exceção dos tambores contaminados, que são coletados por empresas especializadas no tratamento desses resíduos. E, por fim, os resíduos do Grupo D são dispostos em aterro sanitário, sendo o plástico o único resíduo encaminhado para reciclagem, quando passível para esse fim.

A destinação final dada aos resíduos papel/papelão, plástico, vidro e metal não segue a ordem de prioridade instituída pela Lei Federal nº 12.305/2010: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada. Os resíduos, que, segundo a ordem deveriam ser reciclados, são encaminhados diretamente ao aterro sanitário, o qual essa seria a última opção a ser seguida. Esses resíduos não são encaminhados para reciclagem pela empresa receptora, pois, em sua grande maioria, se encontram sujos ou misturados com resíduo comum e/ou orgânico, não sendo passíveis para esses fins, levando aos aterros dezenas de toneladas de resíduos, que se fossem segregados e acondicionados da forma correta teriam uma destinação mais nobre.

### **AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS LEGISLAÇÕES VIGENTES**

A avaliação do desempenho da gestão de resíduos sólidos de embarcações permite retratar as condições e as metas a serem atingidas, permitindo um *feedback* do processo de gestão. Além disso, é possível identificar fatores que influenciam o nível de desempenho, o que possibilita intervenções mais apropriadas no processo de gestão dos resíduos, auxiliando a tomada de decisão pelas partes envolvidas.

O Quadro 4 apresenta a avaliação do atendimento às legislações vigentes quanto aos procedimentos necessários para um gerenciamento adequado dos resíduos de embarcação marítima, por parte da Empresa A.

Quadro 4 – Avaliação de desempenho das legislações vigentes

Parâmetros analisados	Legislação aplicável	Questionário de Avaliação	Resultado		
			C	PC	NC
PGRS	MARPOL 73/78	As empresas que gerenciam os navios possuem PGRS?			
Classificação	ANTAQ 2190, RDC 72	Há uma padronização da classificação?			
	ANTAQ 2190	As especificações dos resíduos e seus pesos, ditos pela embarcação, se aplicam na prática?			
Segregação	RDC 56, LEI Nº 9.967	Há segregação dos resíduos no navio?			
Armazenamento	RDC 56, LEI Nº 9.966	Os resíduos estão devidamente identificados e embalados?			
	ANTAQ 2190, RDC 56, RDC 72	Existe algum armazenamento temporário?			
Coleta e transporte	RDC 56	Os funcionários usam os EPI's corretos?			



	RDC 56	Os funcionários estão capacitados de acordo com a lei?			
Transporte	ANTAQ 2190, RDC 56	Os veículos de transporte são considerados adequados?			
Destinação	LEI 12.305/2010	Os resíduos são destinados de acordo com a ordem de prioridade?			
Monitoramento	ANTAQ 2190, RDC 72	Há fiscalização durante o processo de gerenciamento dos resíduos, desde a coleta à destinação final?			

**Legenda:**

C – Conforme

PC - Parcialmente conforme

NC - Não conforme



Fonte: Elaborado pelas autoras

Conforme pode-se observar na tabela acima, muitas fases importantes do gerenciamento dos resíduos oriundos de embarcações não são satisfatórias, procedimentos iniciais não seguidos corretamente dentro das embarcações (após a geração dos resíduos) afeta diretamente na destinação final dada aos resíduos.

## CONCLUSÃO

A poluição gerada por meio de resíduos sólidos é uma grande preocupação em todos os meios, inclusive na atividade portuária. O manejo inadequado dos resíduos sólidos portuários pode ser considerado um impacto ambiental negativo à atividade portuária. Resultado, esse, das incertezas observadas no gerenciamento, tratamento e disposição final desses resíduos, que podem levar a um significativo aumento da poluição ambiental decorrente das atividades portuárias, aumentar a proliferação de insetos e roedores, aumentando a possibilidade de incidência de zoonoses, ou mesmo transmissão de endemias ou epidemias, impactando negativamente a sociedade local e setores da economia.

Foi realizado o levantamento dos dados quantitativos dos resíduos gerados nas embarcações que atracam no Porto de Vitória referente ao ano de 2016, com isso, pôde-se identificar que dos 11 diferentes tipos de resíduos, os identificados em predominância foram os sólidos contaminados (27,57%) e resíduos comuns (24,73%) e o menos observado foram os RSS (0,03%).

Em análise a aplicação das legislações em vigência, pôde ser observado que os resíduos que deveriam ser reciclados são encaminhados diretamente para o aterro sanitário por não apresentar características que possibilitam uma destinação mais nobre, não atendendo assim a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010. Isso ocorre devido a uma segregação ineficaz de resíduos na fonte geradora, as embarcações marítimas, impactando diretamente no destino final dos resíduos. Todas as empresas responsáveis pelas embarcações possuem um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), devendo ser revista e implementadas

ações de educação ambiental aos tripulantes, levando à conscientização sobre a importância de uma segregação de resíduos bem aplicada.

A empresa prestadora de serviços apresenta deficiência na estrutura de gerenciamento e algumas etapas do processo, necessitando de adequações no transporte e armazenamento temporário.

De modo geral, sugere-se uma capacitação dos colaboradores das embarcações marítimas, intensificação das ações de educação ambiental e enquadramento às legislações vigentes aplicáveis.

### **RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Sugere-se que sejam realizados trabalhos futuros com análises similares a estas para realização de monitoramento do quantitativo e qualitativo dos resíduos provenientes de embarcações, para que seja acompanhado e analisado esse processo, se houve ou não melhorias no sistema de gerenciamento, aplicação e cumprimento das legislações vigentes.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 10.004**. Classificação dos Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, 31 maio 2004. Disponível em: <<http://www.videverde.com.br/docs/NBR-n-10004-2004.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 11.174**. Armazenamento de Resíduos Classe II. Rio de Janeiro, jul. 1990. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MTkzMg%2C%2C>>. Acesso em 02 out. 2017.

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 12.235**. Armazenamentos de Resíduos Sólidos Perigosos. Rio de Janeiro, abr. 1992. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MTkzMw%2C%2C>>. Acesso em 02 out. 2017.

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 13.221**. Transporte Terrestre de Resíduos. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT – Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 13.463**. Coleta de Resíduos Sólidos. Rio de Janeiro, set. 1995. Disponível em: <<http://licenciadorambiental.com.br/wp-content/uploads/2015/01/NBR-13463-Coleta-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos.pdf>>. Acesso em: 02 out. 2017.

ANTAQ, Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **O Porto Verde**: modelo ambiental. Brasília: 2011.

ANTAQ, Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Resolução **Antaq nº 2.190, de 28 de julho de 2011**. Aprova a norma para disciplinar a prestação de serviço de retirada de resíduos de embarcações.

AZEVEDO, C. V. J. do C. **Regulação e gestão de resíduos sólidos em portos marítimos: análise e proposições para o Brasil**. 2014. 172p. Tese de Doutorado (Pós-graduação em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppe/production/tesis/jaccoud.pdf>>. Acesso em: 11 set. 2017.

Brasil - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC ANVISA nº 56/2008**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas Sanitárias no Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas áreas de Portos, Aeroportos, Passagens de Fronteiras e Recintos Alfandegados. Diário Oficial da República Federativa do Brasil Brasília, DF, 5 ago. 2008. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0056\\_06\\_08\\_2008.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2008/res0056_06_08_2008.html)>. Acesso em: 16 set. 2017.

Brasil - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC ANVISA nº 72/2009**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico que visa à promoção da saúde nos portos de controle sanitário instalados em território nacional, e embarcações que por eles transitam. Diário Oficial da República Federativa do Brasil Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/hotsite/cruzeiros/documentos/2013/RDC%2072-09%20CONSOLIDADA%20COM%20RDC%2010-2012.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2017.

BRASIL - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução **RDC ANVISA nº 306/2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviço de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, dez. 2004. Disponível em: <[http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/res\\_306.pdf](http://www.saude.mg.gov.br/images/documentos/res_306.pdf)>. Acesso em: 16 set. 2017.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. **Resolução nº 5 de 05 de agosto de 1993**. Ministério do Meio Ambiente: Brasília, 1993. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=130>>. Acesso em 08. ago. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.966, 28 de abril de 2000**: Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso em: 20 set. 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.967, 10 de maio de 2000**: Dispõe sobre as reestruturações dos Tribunais Regionais Federais das cinco Regiões e dá outras providências. Brasília, Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9967.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9967.htm)>. Acesso em: 10 out. 2017.

BRASIL. **Lei nº 12.305, 02 de agosto de 2010**: Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm)>. Acesso em: 25 jun. 2017.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**. Brasília, Disponível em:

<[http://www.lex.com.br/legis\\_24627586\\_INSTRUCAO\\_NORMATIVA\\_N\\_13\\_DE\\_19\\_DE\\_JULHO\\_DE\\_2013.aspx](http://www.lex.com.br/legis_24627586_INSTRUCAO_NORMATIVA_N_13_DE_19_DE_JULHO_DE_2013.aspx)>. Acesso em: 10 out. 2017.

BURATTO, V. M. **Diagnóstico do gerenciamento de resíduos sólidos em complexos portuários**. 2013. 88p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/124948/TCCViniciusBuratto.09.final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 8 set. 2017.

CODESA - Companhia Docas do Espírito Santo. **Porto de Vitória: Autoridade portuária**. 2017. Disponível em: <<http://www.codesa.gov.br/site/>>. Acesso em: 29 jul. 2017.

MACIEL, M.F., **Gestão de resíduos sólidos gerados por navios e terminais de containeres – O caso do Porto do Rio de Janeiro**, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 2005. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2005/PEAMB2005MFMaciel.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2017.

MARPOL 73/78 - **Convenção internacional para a prevenção da poluição por navios**. Anexo I: Regras para a prevenção da poluição por óleo. 02 nov. 1973. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo1-11ago.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo1-11ago.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARPOL 73/78 - **Convenção internacional para a prevenção da poluição por navios**. Anexo II: Regras para o controle da poluição por substâncias líquidas nocivas a granel. 02 nov. 1973. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo2-07jan.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo2-07jan.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARPOL 73/78 - **Convenção internacional para a prevenção da poluição por navios**. Anexo III: Regras para a prevenção da poluição por substâncias danosas transportadas por mar sob a forma de embalagens. 02 nov. 1973. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo3-10jan.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo3-10jan.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARPOL 73/78 - **Convenção internacional para a prevenção da poluição por navios**. Anexo IV: Regras para a prevenção da poluição por esgoto dos navios. 02 nov. 1973. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo4-08dez.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo4-08dez.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

MARPOL 73/78 - **Convenção internacional para a prevenção da poluição por navios**. Anexo V: Regras para a prevenção da poluição por lixo dos navios. 02 nov. 1973. Disponível em: <[https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol\\_anexo5-05ago.pdf](https://www.ccaimo.mar.mil.br/sites/default/files/marpol_anexo5-05ago.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2017.

SANTOS, M. R. **Relatório de estágio curricular de habilitação profissional**: diagnóstico dos resíduos de bordo desembarcados no Porto de Cabedelo. Cabedelo, 2014. Disponível em: <[http://www.ifpb.edu.br/campi/cabedelo/biblioteca/tccs/meio-ambiente/2014/SANTOS-%20M.%20R.%20Relatorio%20de%20Estagio...pdf/at\\_download/file](http://www.ifpb.edu.br/campi/cabedelo/biblioteca/tccs/meio-ambiente/2014/SANTOS-%20M.%20R.%20Relatorio%20de%20Estagio...pdf/at_download/file)>. Acesso em: 27 set. 2017.

# MULTIVIX

---

VITÓRIA