

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter)
Multidisciplinares
nas Engenharias 2

Helenton Carlos da Silva
(Organizador)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas
Engenharias
2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie di Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas engenharias 2 [recurso eletrônico] / Organizador Helenton Carlos da Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-701-7 DOI 10.22533/at.ed.017190910</p> <p>1. Engenharia – Pesquisa – Brasil. I. Silva, Helenton Carlos da.</p> <p style="text-align: right;">CDD 658.5</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “*Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Engenharias*” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu I volume, apresenta, em seus 21 capítulos, discussões de diversas abordagens acerca da importância da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias.

O processo de aprendizagem, hoje em dia, é baseado em um dinamismo de ações condizentes com a dinâmica do mundo em que vivemos, pois a rapidez com que o mundo vem evoluindo tem como chave mestra a velocidade de transmissão das informações.

A engenharia praticada nos dias de hoje é formada por conceitos amplos e as situações a que os profissionais são submetidos mostram que esta onda crescente de tecnologia não denota a necessidade apenas dos conceitos técnicos aprendidos nas escolas.

Desta forma, os engenheiros devem, além de possuir um bom domínio técnico da sua área de formação, possuir domínio também dos conhecimentos multidisciplinares, além de serem portadores de uma visão globalizada.

Este perfil é essencial para o engenheiro atual, e deve ser construído na etapa de sua formação com o desafio de melhorar tais características.

Dentro deste contexto podemos destacar que uma equipe multidisciplinar pode ser definida como um conjunto de profissionais de diferentes disciplinas que trabalham para um objetivo comum.

Neste sentido, este livro é dedicado aos trabalhos relacionados aos estudos da (inter) multidisciplinaridade nas engenharias, com destaque mais diversas engenharias e seus temas de estudos.

Os organizadores da Atena Editora agradecem especialmente os autores dos diversos capítulos apresentados, parabenizam a dedicação e esforço de cada um, os quais viabilizaram a construção dessa obra no viés da temática apresentada.

Por fim, desejamos que esta obra, fruto do esforço de muitos, seja seminal para todos que vierem a utilizá-la.

Helenton Carlos da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DO DESEMPENHO DE CONCRETO DESENVOLVIDO A PARTIR DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO NA CIDADE DE SÃO CARLOS/SP	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909101	
CAPÍTULO 2	13
ESTUDO DE DOSAGEM DE ARGAMASSA A PARTIR DE RESÍDUO PROVENIENTE DA RECICLAGEM DE PNEUS	
Tatiane Caroline Rocha Lemos Eduvaldo Paulo Sichieri Victor José dos Santos Baldan	
DOI 10.22533/at.ed.0171909102	
CAPÍTULO 3	25
ESTUDO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICA DA MADEIRA: UMIDADE, DENSIDADE APARENTE E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO PARALELAS ÀS FIBRAS DAS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR	
Weiza Nunes Barbosa Emerson Lopes de Amorim Luiz Gustavo Ayres Barros Kellen de Souza Singh Lucas Matos de Souza José Castro Lima	
DOI 10.22533/at.ed.0171909103	
CAPÍTULO 4	37
ANÁLISE DOS EFEITOS DA VAZÃO MÁSSICA SOBRE A DEPOSIÇÃO DE INCRUSTAÇÕES EM AQUECEDORES DE LEITE DO TIPO PLACAS PLANAS GAXETADAS	
Alex Vazzoler	
DOI 10.22533/at.ed.0171909104	
CAPÍTULO 5	47
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FARINHA DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) EM COMUNIDADE TRADICIONAL DO MUNICÍPIO DE MACAPÁ-AP E POSSÍVEIS SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	
Roberto Quaresma Santana Lia Carla de Souza Rodrigues Jorge Emílio Henriques Gomes Marília de Almeida Cavalcante	
DOI 10.22533/at.ed.0171909105	
CAPÍTULO 6	55
AVALIAÇÃO DA RELAÇÃO ENTRE MACROTEXTURA E DRENABILIDADE EM DUAS PISTAS DE POUSO NA REGIÃO DO VALE DO ARAGUAIA	
Thamires Ferreira da Silva	

Lucas Jorge Freitas Marinho
Augusto Romanini
Raul Tadeu Lobato Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.0171909106

CAPÍTULO 7 69

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE GELATINAS OBTIDAS A PARTIR DAS PELES DE MAPARÁ (*Hypophthalmidae*) E URITINGA (*Arius Proops*)

Élida Viana de Souza
Jiullie Delany Bastos Monteiro
Nara Helem Brazão da Costa
Leliane da Silveira Barbosa Gomes
Iara Eleni de Souza Pereira

DOI 10.22533/at.ed.0171909107

CAPÍTULO 8 77

CONTROLE ESTRUTURAL DO DEPÓSITO PLACER DE MINERAIS PESADOS NA REGIÃO PRAIAL AO NORTE DA DESEMBOCADURA DA LAGOA DOS PATOS (BUJURU, BRASIL)

Bruno Silva da Fontoura
Adelir José Strieder
Jéssica Stern Behling
Rui Sérgio Saraiva Duarte Junior
Talita Cabelera da Silva
Paulo Mendes
Aureliano Augusto Vieira da Nóbrega
Lauro Julio Calliari

DOI 10.22533/at.ed.0171909108

CAPÍTULO 9 87

ESTRUTURA FÍSICA E PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA A RELUTÂNCIA VARIÁVEL PAUTADO EM PROTÓTIPO 8/6

Marcos José de Moraes Filho
Luciano Coutinho Gomes
Augusto Wohlgemuth Fleury Veloso da Silveira
Darizon Alves de Andrade
Josemar Alves dos Santos Junior
Wanberton Gabriel de Souza

DOI 10.22533/at.ed.0171909109

CAPÍTULO 10 99

VARIAÇÃO DA PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA EM FUNÇÃO DE SEU ENROLAMENTO

Diogo Henrique Morato de Moraes
Ricardo Marques da Silva Viegas
Dione Monteiro de Moraes
Matheus Henrique Morato de Moraes
Marcio Mesquita

DOI 10.22533/at.ed.01719091010

CAPÍTULO 11	109
ÍNDICE DE DESEMPENHO DE MISTURAS TERNÁRIAS CONTENDO CIMENTO PORTLAND SÍLICA DE CASCA DE ARROZ E NANOSSÍLICA COLOIDAL	
Daniel da Silva Andrade Josué Régio Damaceno Laércio Breno Moreira Aline Alves de Almeida João Henrique da Silva Rêgo	
DOI 10.22533/at.ed.01719091011	
CAPÍTULO 12	122
LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO E IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE PESQUISAS CIENTÍFICAS NA ÁREA DAS CIÊNCIAS SOCIAIS SOBRE A CANA-DE-AÇÚCAR PARA O SEGMENTO SUCROENERGÉTICO	
Manoel Gonçalves Filho Clóvis Delboni Reinaldo Gomes da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.01719091012	
CAPÍTULO 13	135
MELHORIA NO PROCESSO DE MONTAGEM ATRAVÉS DA FERRAMENTA POKA YOKE: UM ESTUDO DE CASO NO MCDONALD'S	
Jéssika Alvares Coppi Arruda Gayer Dayse Mendes Douglas Soares Agostinho Felipe Martins Machado Jennifer Evangelista Cavalcante Kellen Coelho dos Santos Marcos Augusto Mendes Marques Marcos Henrique Morais Renatha Querubina de Anevam Rodrigo Ramiro Prior	
DOI 10.22533/at.ed.01719091013	
CAPÍTULO 14	144
MODELAGEM DA DISPERSÃO DE POLUENTES NA ATMOSFERA UTILIZANDO UMA ABORDAGEM ANALÍTICA	
Régis Sperotto de Quadros Glênio Aguiar Gonçalves Daniela Buske	
DOI 10.22533/at.ed.01719091014	
CAPÍTULO 15	153
O ÍNDICE DE CONFIABILIDADE PARABÓLICO	
Emmanoel Guasti Ferreira Marcílio Sousa da Rocha Freitas José Antônio da Rocha Pinto Geraldo Rossoni Sisquini	
DOI 10.22533/at.ed.01719091015	

CAPÍTULO 16	168
RE-EVALUATION OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND TOTAL ACID NUMBER ON NAPHTHENIC CORROSION BY ELECTROCHEMICAL NOISE TECHNIQUE	
Ana Carolina Tedeschi Gomes Abrantes Alysson Nunes Diógenes Haroldo de Araújo Ponte	
DOI 10.22533/at.ed.01719091016	
CAPÍTULO 17	179
SLOW-RELEASE FERTILIZER FROM A ROCK CONTAINING GLAUCONITE BY THERMAL PROCESSING WITH ADDITIVES	
Antonio Clareti Pereira Emily Mayer de Andrade Becheleni Marta Ribeiro dos Santos Gomes Sônia Denise Ferreira Rocha	
DOI 10.22533/at.ed.01719091017	
CAPÍTULO 18	190
UMA INTRODUÇÃO AO USO DA INTEGRAL DE DUHAMEL EM SISTEMAS DINÂMICOS ESTRUTURAIIS	
Natan Sian das Neves	
DOI 10.22533/at.ed.01719091018	
CAPÍTULO 19	202
USO DE PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL NA OTIMIZAÇÃO DAS VARIÁVEIS DO PROCESSO DE ADSORÇÃO COM TURFA PARA REMOÇÃO DA TURBIDEZ DE EFLUENTE OLEOSO	
Regina Celia de Oliveira Brasil Delgado Francisco Igor da Costa Freire Andréa Francisca Fernandes Barbosa André Luís Novais Mota Kalyanne Keyly Pereira Gomes	
DOI 10.22533/at.ed.01719091019	
CAPÍTULO 20	211
UTILIZAÇÃO DE COBERTURA COMESTÍVEL NA CONSERVAÇÃO DE HORTIFRUITI	
Martiliana Mayani Freire Leoclécio Luis de Paiva Laís Barreto Franco Anna Paula Marques Cardoso Gleison Martins Medeiros Raposo Caliane Lília Leite do Nascimento Pedro Fagner Araújo Pereira	
DOI 10.22533/at.ed.01719091020	
CAPÍTULO 21	218
MAPEAMENTO E AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE CAIXAS COLETORAS DE DRENAGENS URBANAS NA REGIÃO DO PORTO DE PELOTAS/RS	
Marciano Carneiro Milton Cruz Fernandes	

Angélica Cirolini
Alexandre Felipe Bruch
Lenon Silva de Oliveira
Gabriel da Silva Pontes

DOI 10.22533/at.ed.01719091021

SOBRE O ORGANIZADOR.....	232
ÍNDICE REMISSIVO	233

VARIAÇÃO DA PERDA DE CARGA NA MANGUEIRA EM FUNÇÃO DE SEU ENROLAMENTO

Diogo Henrique Morato de Moraes

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia - Goiás

Ricardo Marques da Silva Viegas

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia - Goiás

Dione Monteiro de Moraes

Instituto Federal Goiano, Departamento de
Engenharia Agrícola
Urutaí – Goiás

Matheus Henrique Morato de Moraes

Universidade Federal de Goiás, Unidade
Acadêmica Especial de Engenharia
Catalão – Goiás

Marcio Mesquita

Universidade Federal de Goiás, Escola de
Agronomia
Goiânia - Goiás

RESUMO: Os sistemas de irrigação por aspersão devem ser manejados de modo a fornecer água, fazendo com que a umidade do solo permaneça sempre em condições ótimas para a cultura, com a finalidade de maximizar o lucro. Apesar de ao longo dos anos haver uma diminuição do uso do sistema de aspersão por carretel enrolador, em função das altas pressões utilizadas, porém esse sistema ainda

é largamente utilizado no Brasil, especialmente nas regiões produtoras de cana de açúcar. Assim, este trabalho teve como objetivo verificar o quanto é significativo as alterações hidráulicas à medida que uma mangueira é enrolada em torno de um carretel em função do diâmetro do enrolamento e o número de camadas enroladas, analisado através de modelo reduzido de um carretel enrolador comercialmente vendido no Brasil. Para isso, verificou-se a vazão a cada volta completada pela mangueira no carretel, utilizando-se assim a equação universal de Darcy – Weisbach , para definir o acréscimo na perda de carga a cada volta. Assim, observamos que o acréscimo na perda de carga por volta completada, corresponde a aproximadamente 0,0345 mca. Concluindo assim que o cálculo desse incremento é bastante significativo, uma vez para uma boa distribuição de água em sistemas de irrigação, é diretamente influenciado pela pressão da água no aspersor. **PALAVRAS-CHAVE:** irrigação, aspersão, perda de carga, carretel enrolador, autopropelido.

VARIATION OF THE HEAD OF LOSS IN THE HOSE ACCORDING TO ITS WINDING

ABSTRACT: The sprinkler irrigation systems should be managed to provide water, so that the soil moisture remains always in optimal conditions for culture, in order to maximize profit

(Santos, 2010). Although there has been a decrease in the use of the sprinklers system over the years due to high pressures, this system is still widely used in Brazil, especially in the sugar cane producing regions. Thus, this work aimed to check how much is significant the hydraulic changes to the measure as a hose is wound around a spool winder, depending on the winding diameter and the number of layers coiled, analyzed by the reduced scale model of a spool, sold commercially in Brazil. For this, the flow rate was verified at each turn completed by hose on the spool, using the universal equation of Darcy-Weisbach to define the increase in head loss at each turn. Thus, we observe that head loss per lap completed, corresponds to approximately 0.0345 mca. Completing the calculation of the increase is quite significant, once for a good distribution of water in irrigation systems, it is directly influenced by water pressure interference.

KEYWORDS: irrigation, sprinkler, head loss, wind reel, self-propelled.

1 | INTRODUÇÃO

Em qualquer sistema de irrigação é aceitável um certo grau de desuniformidade, resultando em áreas irrigadas em excesso ou déficit. No sistema de irrigação por carretel enrolador esta uniformidade na distribuição de água é influenciada pelo tipo de perfil de distribuição do aspersor, pela velocidade, direção do vento, pressão de serviço, uniformidade de rotação do aspersor, altura de elevação do aspersor, diâmetro e tipo de bocal dos aspersores (Rosa, 1986 apud Rocha et al. 2005).

Segundo Rochester et al. (1990), a operação de um autopropelido envolve o enrolamento da mangueira no carretel enrolador durante a irrigação. Este processo de enrolamento causa mudanças na perda de carga na mangueira, conseqüentemente nas características hidráulicas da máquina, ainda salienta que essas mudanças foram notadas em estudos anteriores e que existe um quantitativo limitado de trabalhos nessa área. Como os aspersores que equipam os carretéis enroladores encontrados no mercado não são equipamento que disponham de sistema de compensação de pressão e como o enrolamento da mangueira provoca alterações nas condições hidráulicas do sistema, eles podem ter sua vazão modificada durante o seu trajeto e conseqüentemente causar desuniformidade na lâmina aplicada.

Segundo Collier e Rochester (1980), um fator que afeta a uniformidade de aplicação de água é a variação da pressão ao longo da linha de deslocamento do aspersor e essas mudanças na pressão e vazão são causados pelo enrolamento da mangueira em volta do carretel.

De acordo com Oakes e Rochester (1980), o contínuo enrolamento da mangueira durante a irrigação provoca o incremento na resistência a vazão. Experimentos mostraram um pequeno aumento na pressão de entrada e redução na vazão durante o processo de irrigação.

Segundo Santos (2010) trabalhando com modelo reduzido, à medida que a

mangueira é enrolada no carretel ocorre um aumento da resistência ao enrolamento em função da curvatura da mangueira em torno do carretel em função do incremento do fator de atrito e o valor do incremento foi de 16,1% e 28,3% respectivamente para carretel HR125/400 e HR 130/330 da Empresa Metal Lavras.

Para que não ocorra a variação principalmente da pressão que é responsável direta das demais uniformidades, é interessante que não ocorra variação das perdas calculadas para o carretel enrolador, sendo seu estudo de altíssima relevância para uma grande quantidade de produtores que se utilizam destes equipamentos. Quanto mais informações temos dos equipamentos, melhor eficiência conseguimos deles.

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar os fenômenos hidráulicos que ocorrem nos carretéis enroladores, em função do enrolamento da mangueira durante todo o seu deslocamento, para determinação da variação das pressões iniciais e finais ao longo de determinado trecho, durante todo seu enrolamento. Foram analisados a variação da perda de carga, a velocidade e a mudança do regime de fluxo a cada volta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no laboratório de hidráulica do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Goiano, Campus de Urutaí, Goiás e avaliou o incremento da perda de carga que ocorre na mangueira dos carretéis enroladores em função do diâmetro do enrolamento e do número de camadas enroladas, trabalhando com um modelo reduzido de carretel enrolador.

No modelo reduzido utilizou-se uma mangueira cristal de 6,1 mm (milímetros) de diâmetro interno e seu carretel foi reduzido na mesma proporção da relação entre o diâmetro externo da mangueira do carretel enrolador e do diâmetro externo da mangueira de cristal usada no experimento. O equipamento escolhido foi o carretel enrolador Mini 63 da Metal Lavras, que possui o carretel com diâmetro de 1 metro. O modelo do carretel será reduzido em 8,8 vezes o seu tamanho original, tendo diâmetro de 0,114 m ou 114 mm. Este equipamento possibilita um comprimento máximo da mangueira em 200 m, sendo acomodada no carretel enrolador com 13 voltas por camada, num total de quatro camadas, ficando a quarta camada incompleta. O mesmo acomodamento ocorreu com a mangueira cristal no modelo reduzido cujo comprimento foi de 22,7 m.

Os ensaios foram realizados com a pressão sendo fornecida por caixas elevadas a uma altura de três metros.

Foi avaliada a variação da perda de carga com a mangueira completamente esticada (desenrolada) e a cada volta no carretel até o seu completo enrolamento. Para cada volta houve determinação da vazão, a partir do método volumétrico, que se baseia na medição do tempo decorrido para que um determinado fluxo de água ocupe um recipiente com volume conhecido (Equação 1).

$$Q = \frac{V}{T} \quad \text{Equação (1)}$$

Em que, Q corresponde a vazão média ($L s^{-1}$), V o volume de água observado (L) e T o tempo (s)

As leituras de vazão foram realizadas em três repetições a cada volta, para determinação de uma vazão média, conforme Equação 2.

$$Q = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{3} \quad \text{Equação (2)}$$

Em que Q1, Q2 e Q3 correspondem as vazões observadas ($L s^{-1}$)

A tensão de enrolamento ocasionada ao decorrer do experimento, pelo atrito do fluido com a parede da mangueira na sua volta total, mostra a necessidade da verificação da mudança de regime durante o experimento. O que torna então o número de Reynolds (Equação 3) e a velocidade (Equação 4) fatores de importante relevância na caracterização. Dessa forma ambas as grandezas foram analisadas para o melhor entendimento da variação hidráulica, de regime e escoamento que foram observadas durante o experimento.

$$Re = \frac{V \cdot D}{\nu} \quad \text{Equação (3)}$$

Em que, R corresponde ao número de Reynolds (adimensional), V a velocidade do fluido ($m s^{-1}$), D o diâmetro do conduto (m) e ν a viscosidade do fluido ($m^2 s^{-1}$).

$$V = \frac{Q}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4}\right)} \quad \text{Equação (4)}$$

Para os cálculos de perda de carga, após a coleta dos dados, foi utilizada, a equação de Darcy-Weisbach (Equação 5) que é uma das mais completas para o cálculo da perda de carga em tubulações, já que envolve todas as variáveis responsáveis pelo fenômeno. Sua fórmula é representada por h_f , em que o fator de atrito f varia de acordo com a condição de escoamento e deve ser determinado por meio de equações matemáticas para cada regime.

$$h_f = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} \quad \text{Equação (5)}$$

Sendo, h_f a perda de carga (m), f o fator de atrito (adimensional), L o comprimento do conduto (m), e g a aceleração da gravidade ($m s^2$).

Considerou-se Re maior que 4×10^3 como regime turbulento com o intuito de evitar as incertezas de representação do fenômeno de perda de carga em regime de transição. No regime turbulento em tubos lisos, Blasius propôs a seguinte equação (Equação 6), fundamentada nas leis da similaridade, que é dada em função apenas do número de Reynolds, válida para $4 \times 10^3 \leq Re \leq 10^5$.

$$f = \frac{c}{Re^m} \quad \text{Equação (6)}$$

Em que, c e m são os coeficientes de Blasius, 0,316 e 0,25, respectivamente.

Para Juana et al. (2002), a introdução do fator de atrito de Blasius na equação de Darcy - Weisbach promove uma estimativa precisa das perdas de carga em regimes turbulentos com baixa rugosidade para $3 \times 10^3 \leq Re \leq 10^5$. Bernuth (1990) comenta que a combinação dessas duas equações resulta em uma equação dimensionalmente homogênea, exata para tubos plásticos quando $Re \leq 10^5$, e adequada para tubos de pequenos diâmetros, já que Re nesse intervalo não é restritivo em sistemas com diâmetros inferiores a 80 mm, salienta ainda que a equação de Blasius superestima o valor de f quando $Re < 4 \cdot 10^3$.

Para $10^3 \leq Re \leq 10^5$, o regime de escoamento é turbulento, e a aplicação da Equação 6 com os coeficientes de Blasius pode superestimar o fator f em mais de cinco vezes (Bernuth e Wilson, 1989), embora a perda de carga nesse regime de escoamento seja muito pequena. Para este caso, o fator f pode ser aproximado pela Equação 7, conforme recomenda por Brkic (2011).

$$\beta = \ln \frac{Re}{1,816 \ln \left(\frac{1,1Re}{\ln(1+1,1Re)} \right)} \quad \text{Equação (7)}$$

$$f = \left[-2 \log \left(\frac{2,18 \beta}{Re} + \frac{\epsilon}{3,71} \right) \right]^{-2} \quad \text{Equação (8)}$$

A perda localizada de carga foi calculada pela variação da energia cinética multiplicada por um fator K (Equação 8).

$$hfL = k n \frac{V^2}{2g} \quad \text{Equação (8)}$$

Em que, hfL é a perda de carga localizada (m), n o número de voltas, e K o coeficiente de carga cinética ou de resistência de perfil (adimensional).

Os valores experimentais de perda de carga nos microtubos foram utilizados para calcular o fator de atrito da equação de Darcy-Weisbach (equação 5). Explicitou-se f em função de hf , L , D e $V^2/2g$. O coeficiente c foi calculado para m igual a 0,25 por meio de regressão linear entre f e $Re^{-0,25}$, assim como o realizado por Zitterell (2009), trabalhando com perdas localizadas geradas por microtubos e conectores.

3 | RESULTADOS E DISCUÇÕES

Apresentam-se na Figura 1 as perdas de carga observadas experimentalmente em função da vazão medida a cada volta completa que foi dada em torno do carretel. Na Figura 2 a variação do número de Reynolds em função da vazão medida a cada volta completa que foi dada em torno do carretel.

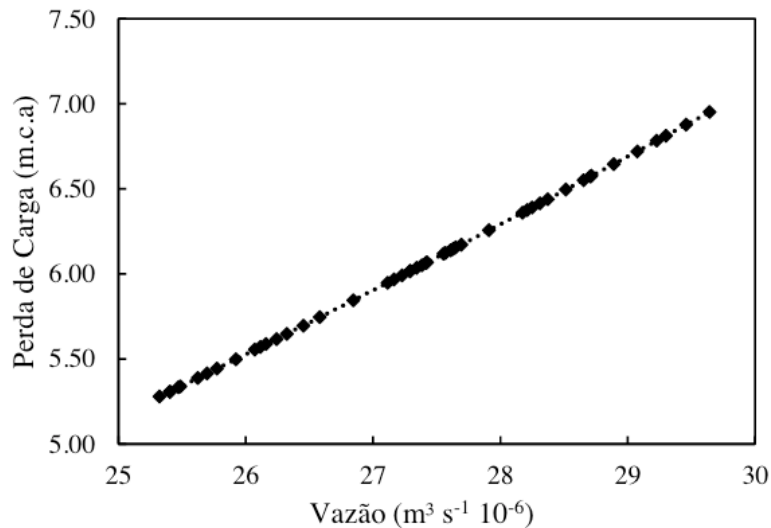


FIGURA 1. Perda de carga unitária (m) em 22,7 metro de mangueira em função da vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) durante todo enrolamento da mangueira.

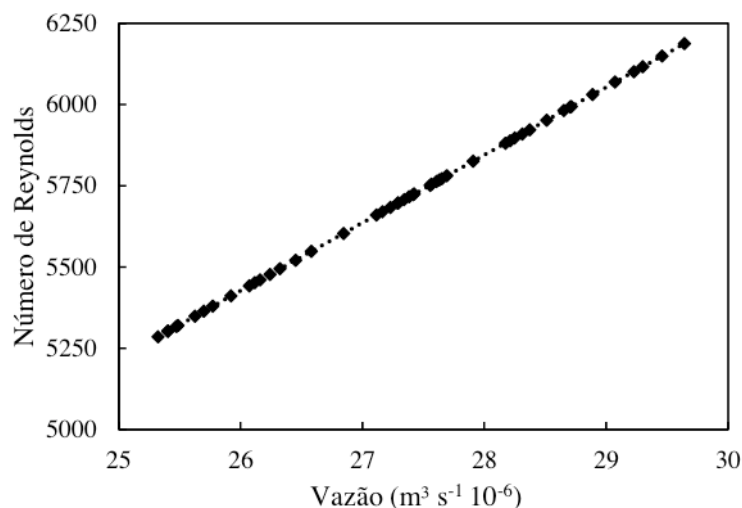


FIGURA 2. Número de Reynolds em 22,7 metro de mangueira em função da vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$) durante todo enrolamento da mangueira.

Equação de Perda de Carga Unitária	R^2
$H_{fm} = 6,56 \cdot 10^8 \cdot Q^{1,74}$	0,999

TABELA 1. Equações de perda de carga (m) em 22,7 m de mangueira em função da vazão ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$).

O expoente da vazão foi de 1,75. De acordo com Streeter & Wylie (1982), citado por CAIXETA (1991), as perdas de carga são proporcionais às potências de 1,7 a 2,0 da velocidade média. De modo semelhante, o expoente da equação de Darcy-Weisbach com f calculado pela equação de Blasius é igual a 1,75. Esses valores caracterizam o regime de escoamento turbulento e são muito próximos dos valores encontrados neste trabalho, já que todo o fluido em todo o regime de escoamento trabalhou na zona de transição do regime turbulento, como pode ser observado na

Figura 2, que representa o número de Reynolds em função da vazão observada.

A Figura 3, apresenta-se a relação entre os fatores de atrito observados e $Re^{-0,25}$, para Re entre 5.303 e 6.149.

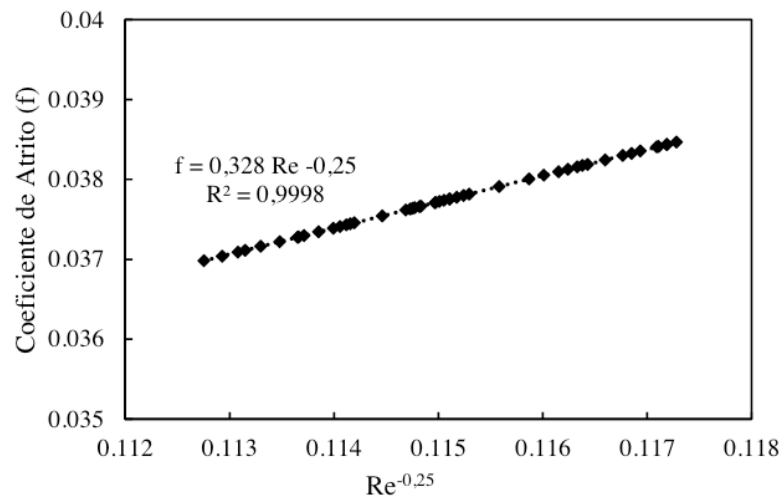


FIGURA 3. Relação entre fator de atrito f e $Re^{-0,25}$ obtida pelo ajuste dos dados experimentais.

O coeficiente c (0,290) foi obtido por meio de regressão linear para $m = 0,25$, com $R^2 = 0,878$. Bagarello et al. (1995), utilizando tubos de diâmetros 16; 20 e 25 mm encontraram $c = 0,302$ para $m = 0,25$ e Re entre 3×10^3 e $3,1 \times 10^4$. Cardoso et al. (2008) encontraram para tubos de polietileno de baixa densidade de diâmetros 10; 13; 16,3; 17,4 e 19,7 mm $c = 0,300$, com o número de Reynolds variando entre 5×10^3 e $6,8 \times 10^4$, enquanto Neto et al. (2009) encontrou para tubos de polietileno de diâmetro 15,5 mm e Re entre 8.244 e 35.127 o valor de $c = 0,296$. Zitterell et al. (2009), trabalhando com microtubos encontraram $c = 0,290$. O aumento do valor do coeficiente de atrito pode ser justificado pela diminuição do diâmetro dos condutos, já que Frizzone (1998) e Vilela et al. (2003) justificam a diminuição do valor pelo aumento de diâmetro dos tubos de polietileno quando submetido à pressão porque os atuais tubos de polietileno apresentam paredes internas mais lisas e polidas que os tubos utilizados por Blasius, efeito das melhorias decorrentes nos processos de fabricação.

O coeficiente K depende do número de Reynolds e das características geométricas da conexão. Na Figura 4, observa-se que os valores de K , para cada volta completada da mangueira, variam muito pouco com Re a partir de, aproximadamente, $Re > 6 \cdot 10^3$. Para valores de $Re < 5 \cdot 10^3$ K aumenta com a redução de Re , como foi observado por Neto et al. (2009). Entretanto quando distribuídos pelo número de voltas completadas podemos observar uma padronização do coeficiente, o que pode ser justificado por uma distribuição igualitária das perdas no decorrer do enrolamento da mangueira em torno do carretel enrolador (Figura 5).

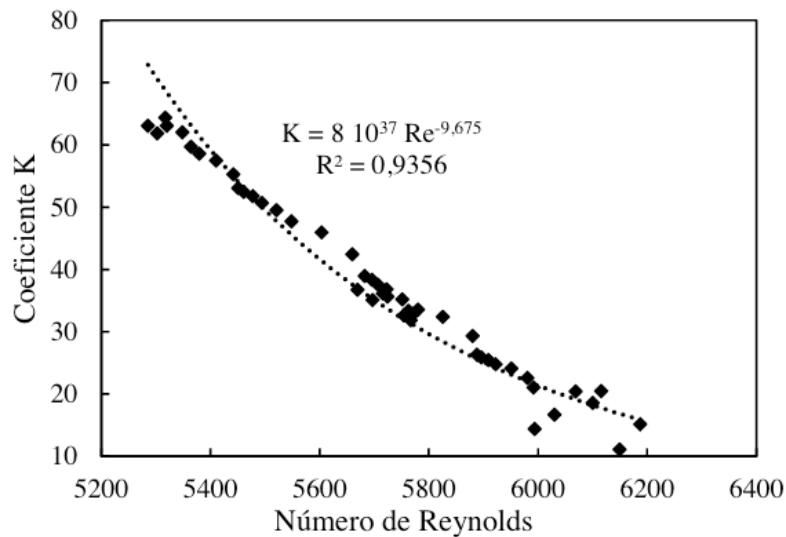


FIGURA 4. Relação entre coeficiente de carga cinética e número de Reynolds obtida pelo ajuste dos dados experimentais.

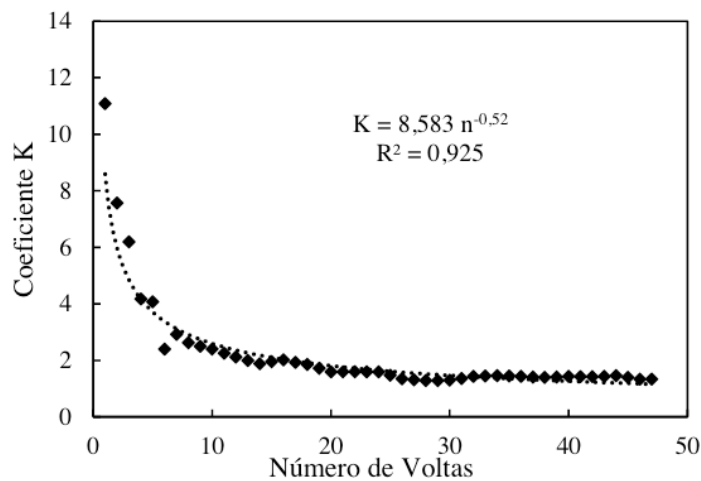


FIGURA 5. Relação entre coeficiente de carga cinética e número de voltas completadas obtida pelo ajuste dos dados experimentais.

Com o coeficiente de carga cinética com um coeficiente de variação maior que 92% seja em função do número de Reynolds ou em função do número de voltas completadas, observou-se que, a uniformidade dos valores de K fazem com que exista realmente uma relação entre o enrolamento da mangueira e a perda de carga cinemática ocasionada pelo enrolamento completo por volta da mangueira em torno do carretel, assim estabelecendo uma razão entre a perda de carga e o número de voltas completadas como observado na Figura 6.

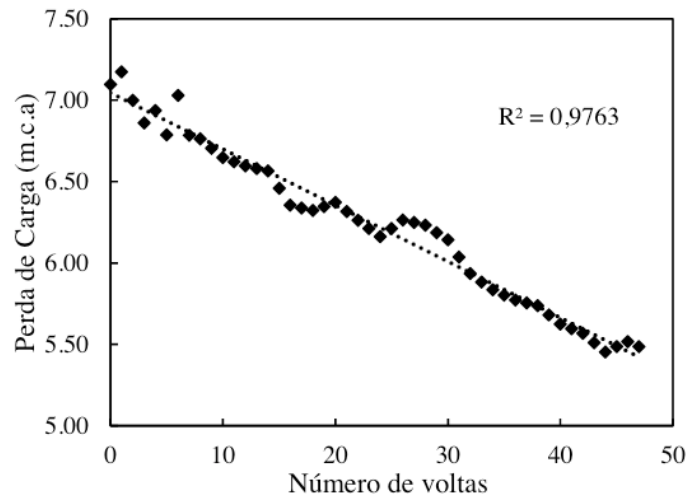


FIGURA 6. Relação entre a perda de carga e número de voltas completadas obtida pelo ajuste dos dados experimentais.

Assumindo a validade prática da perda de carga localizada expressa em números de voltas completadas, a perda de carga total na mangueira pode ser calculada em da pressão de entrada (P_{in} , em m) e do número de voltas completadas (n , adimensional). (equação 9).

$$P_{fin} = P_{in} - 0,0345n \quad \text{Equação (10)}$$

Em que, P_{fin} é a pressão final e P_{in} a pressão inicial, ambas em mca.

4 | CONCLUSÕES

- a) À medida que a mangueira completa uma volta, ocorre um aumento da resistência ao escoamento, em função da curvatura da mangueira em torno do carretel em função do aumento do valor do fator de atrito.
- b) Com o enrolamento da mangueira no carretel, há um acréscimo da perda de carga, em função do aumento da resistência do escoamento e conseqüentemente o aumento do valor do fator de atrito.
- c) Durante o ensaio, foi possível observar que o coeficiente c e m propostos por Blasius subestimavam os valores de perda de carga obtidos, sendo assim necessário o reajuste desses valores.
- d) Durante o ensaio, foi possível observa uma variação das perdas calculadas foi de cerca de 22,7%, sendo que foi possível observar um acréscimo por volta completa de 0,0345 mca.
- e) A variação de vazão entre a mangueira totalmente esticada e totalmente enrolada foi de 13,8%.

REFERÊNCIAS

- BAGARELLO, V.; FERRO, V.; PROVENZANO, G.; PUMO, D. Experimental study on flow resistance law for small-diameter plastic pipes. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.121, n.5, p.313-316, 1995.
- BERNUTH, R.D. Von. Simple and accurate friction loss equation for plastic pipe. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.116, n.2, p.294-298, 1990.
- BERNUTH, R.D. Von; WILSON, T. Friction factor for small diameter plastic pipes. **Journal of Hydraulics Engineering**, New York, v.115, n.2, p.183-192, 1989.
- BRKIC, D.. Review of explicit approximations to the Colebrook relation for flow friction. **Journal of Petroleum Science and Engineering**, 77, pp.34-48, 2011.
- CAIXETA, A.V. **Perda de carga em tubos e conexões de PVC utilizados em sistemas portáteis de irrigação por aspersão**. 1991. 127 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.
- CARDOSO, G.G.G.; FRIZZONE, J.A.; REZENDE, R. Fator de atrito em tubos de polietileno de pequenos diâmetros. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.3, p.299-305, 2008.
- COLLIER, L. C.; ROCHESTER, E.W. **Water application uniformity of hose towed traveler irrigators**. St. Joseph. ASAE, p1135-1138, 1980.
- FRIZZONE, J.A.; VIEIRA, A.T.; PAZ, V.P.S. Caracterização hidráulica de um tubo gotejador. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina grande, v.2, n.3, p.278-283, 1998.
- JUANA, L.; RODRIGUES-SINOBAS, L.; LOSADA, A. Determining minor head losses in drip irrigation laterals. I: Methodology. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.128, n.6, p.376-384, 2002.
- OAKES, P.L.; ROCHESTER, E.W. **Energy utilization of hose towed traveler irrigators**. St. Joseph. ASAE, p1131-1134, 1980.
- RETTORE NETO, O.; FRIZZONE, J. A.; MIRANDA, J. H.; BOTREL, T. A. Perda de carga localizadas em emissores não coaxiais integrados a tubos de polietileno. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.28-39, 2009a
- ROCHA, F.A.; PEREIRA, G.M.; ROCHA, F.S. e SILVA, J.O. Análise da uniformidade de distribuição de água de um equipamento autopropelido. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 1, p.96-106, 2005.
- ROCHESTER; E.W., FLOOD JR.; C.A., HACKWELL, S.G. **Pressure losses from hose coiling on hard-hose travelers**. St. Joseph. ASAE, 1990. p834-838.
- SANTOS, M.V.M.S.; **Caracterização hidráulica de cerretéis enroladores durante o seu deslocamento**. Lavras: UFLA, 2010, 106 p. (tese – Doutorado em Engenharia de Água e Solo).
- VILELA, L.A.A.; SOCCOL, O.J.; GERVÁZIO, E.S.; FRIZZONE, J.A.; BOTREL, T.A. Alteração no diâmetro de tubos de polietileno submetidos a diferentes pressões. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.1, p.182-185, 2003.
- ZITTERELL, D.B. et al. Perda de carga em microtubos e conectores utilizados em microaspersão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 591-604, 2009.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adsorção 38, 39, 202, 203, 204, 205, 206, 208, 209, 210

Agregado artificial 1, 11, 13

B

Biomassa 47, 49, 52, 54

Bloco estrutural 13, 20

C

Cimento Portland 3, 113, 120

Concreto reciclado 1, 13, 15

Controle estrutural 77, 80, 84, 85

Corrosão 202, 203

D

Desperdícios 127, 135, 140, 142

Dinâmica estrutural 190, 191, 200

Drenabilidade 55, 56, 57, 58, 60, 61, 64, 65, 66, 67, 68

Drenagem urbana 218, 219, 231

E

Energia 14, 27, 38, 43, 47, 52, 53, 54, 96, 97, 98, 103, 115, 126, 127, 133, 232

Ensino 139, 190, 232

F

Farinha de mandioca 47, 49, 50, 52, 54

I

Índice de confiabilidade 153, 154, 155, 156, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 165, 166

Inovação 76, 122, 124, 125, 126, 127, 232

Irrigação 99, 100, 108

M

Madeira 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 51, 52

N

Nanossílica 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121

P

Pozolana 109, 110

Propriedade mecânica 25, 27

Propriedades físicas 25, 26, 27, 28, 71, 111

R

Resíduos 1, 2, 4, 10, 12, 13, 14, 15, 19, 22, 23, 47, 49, 52, 53, 54, 69, 70, 71, 72, 74, 76, 110, 208, 229

Resíduos de pneu 13, 15

S

Sílica de casca de arroz 109, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120

Solução analítica 144, 151

Sustentabilidade 1, 14, 24, 35, 74, 127, 138, 142, 232

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-701-7



9 788572 477017