

Luiz Antônio Nanesi Júnior
Antônio Geraldo da Silva

METODOLOGIA DE EXECUÇÃO DE CONTENÇÃO EM CORTINAS ATIRANTADAS E CASOS DE OBRAS



BGE
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

Copyright 2024. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental - ABGE

Produção editorial:

Assistência editorial: *Luciana Marques e Denise Amaral*

Projeto gráfico/Diagramação/Capa: *Rita Motta e Ryan Dias*

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Júnior, Luiz Antônio Naresi
Metodologia de execução de contenção em cortinas
atirantadas e casos de obras / Luiz Antônio Naresi
Júnior, Antônio Geraldo da Silva. -- São Paulo :
ABGE, 2024.

ISBN 978-65-88460-38-2

1. Canteiros de obras 2. Construção civil
3. Engenharia civil 4. Muros de contenção I. Silva,
Antônio Geraldo da. II. Título.

24-223301

CDD-624

Índices para catálogo sistemático:

1. Engenharia civil 624

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

A ABGE, os autores, integrantes de equipe, revisores e o editor não possuem responsabilidade de qualquer natureza por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens originados do uso desta publicação.

Todos os direitos reservados à ABGE



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA
DE ENGENHARIA E AMBIENTAL

DIRETORIA ABGE GESTÃO 2023/2024

PRESIDENTE: Fábio Soares Magalhães

VICE-PRESIDENTE: Erik Wunder

DIRETOR SECRETÁRIO: Sergio Sussumu Tokudo

DIRETOR FINANCEIRO: Adalberto Aurélio Azevedo

DIRETORA DE EVENTOS: Ana Elisa Silva de Abreu

DIRETORA DE COMUNICAÇÃO: Lilian Pimentel

Conselho Deliberativo: Fábio Soares Magalhães, Erik Wunder, Sergio Sussumu Tokudo, Adalberto Aurélio Azevedo, Ana Elisa Silva De Abreu, Lilian Pimentel, Luiz Antonio Pereira de Souza, Otávio Coaracy Brasil Gandolfo, Joao Luiz Armelin, João Antônio Curtis, Luiz Alberto Minicucci, Malena D' Elia Otero, Iramir Barba Pacheco, Sergio Augusto De Arruda Camargo, Mauro Gomes Dos Santos Filho, Romildo Dias Moreira.

Conselho Consultivo: Delfino Luiz Gouveia Gambetti (Presidente), Adalberto Aurélio Azevedo, Carlos Manoel Nieble, Fernando Facciola Kertzman, Fernão Paes de Barros (in memorian), Jayme de Oliveira Campos, Giacomio Ré, Guido Guidicini, Kenzo Hori, João Jerônimo Monticelli, Luiz Ferreira Vaz (in memorian), Luiz Francisco Saragiotto, Maria Heloísa Barros de Oliveira Frascá, Murillo Dondici Ruiz (in memorian), Nivaldo José Chiossi, Tarcísio Barreto Celestino e Wilson Shoji Yiomasa.

NÚCLEO RIO DE JANEIRO/ESPÍRITO SANTO

Conselho Deliberativo: Aline Pimentel da Silva, Ana Caroline Duarte Dutra, Giovanna Tristão R. da Cunha, Larissa Mozer, Raquel Batista M. da Fonseca e Rodrigo Ferreira Franca.

NÚCLEO MINAS GERAIS

Conselho Deliberativo: Alberto Ferreira do Amaral Junior, Angelo Almeida Zenobio, Bruno Felipe Roepke, Diego Moreira da Silva, Ellen Delgado Fernandes, Frederico Nascimento Mendes Bezerra, Maria Giovana Parizzi, Michele Aparecida Flores Costa, Reuber Ferreira Cota, Yan Lucas de O. P. Santos e Walter Dos Reis Junior.

NÚCLEO SUL

Conselho Deliberativo: Adelir José Strieder, Andréa Nummer, Cezar Augusto Burkert Bastos, Débora Lamberty, Karina R. Camargo, Malva Andrea Mancuso e Marcos A. Musso Laespiga.

NÚCLEO CENTRO OESTE

Conselho Deliberativo: Bruna M. Cruz Fernandes, Ingrid Ferreira Lima, Patrícia de Araújo Romão e Rodrigo Luiz Gallo Fernandes.

NÚCLEO NORTE

Conselho Deliberativo: Claudio Fabian, Dianne D. F. Fonseca, Elton Rodrigo de Andretta, Iris Celeste N. Bandeira, José Sidney Barros e Sheila G. Teixeira.

SECRETARIA ABGE

Gerente Executiva: Luciana Marques

Assistente Editorial: Denise Amaral

Assistente Administrativo: Kauany Santos

Assistente Administrativo: Vanessa Oliveira

Auxiliar Administrativo: Emilly Mendes

Auxiliar de Comunicação: Gabrielle Lima

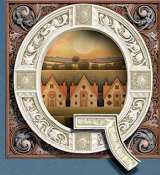
Av. Prof. Almeida Prado, 532 | Prédio 59 | Cidade Universitária | São Paulo - SP

Fone: (11) 98687-6560

E-mail: abge@abge.org.br | Site: abge.org.br

Contrate um profissional registrado.

confea.org.br 



Quando um profissional da engenharia entra na história, tudo melhora. Até para os Três Porquinhos.



O profissional da engenharia muda a história.

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia e Agronomia



CREA
Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia



Mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea

AGRADECIMENTOS

A elaboração deste livro foi viabilizada pelo apoio e incentivo da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental (ABGE). A colaboração e o comprometimento da ABGE foram fundamentais para a realização deste trabalho, oferecendo não só recursos, mas também inspiração e motivação para sua conclusão.

Também agradeço ao Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA) e à Associação dos Geólogos de Cuiabá (GEOCLUBE) pelo patrocínio desta publicação. O suporte financeiro e institucional dessas entidades foi crucial para viabilizar a disseminação do conhecimento técnico e científico aqui apresentado, contribuindo significativamente para o avanço da engenharia geotécnica no Brasil.

À minha família, em especial a meus avós maternos Japir de Souza Guimarães e Odila Elias de Souza Guimarães, aos avós paternos Mario Felice Naresi e Maria Tobias Naresi pela simplicidade e lição de vida. Aos meus queridos pais Luiz Antônio Naresi e Ana Maria Guimarães Naresi pelo caráter, carinho, investimento e apoio constante aos meus ensinamentos.

A minha esposa, Karla das Graças Savino Naresi pela paciência que teve pela minha ausência em casa devido meus afazeres profissionais e ao meu filho Luiz Antonio Naresi Neto, recém formado em economia da qual desejo uma brilhante carreira.

Ao Eng. Alexandre Claro Fleschahauer, Eng. Vagner Emanuel, Enga. Anelise Salzani de Oliveira, Prof. Marcos Porto, Eng. Rubem Ernesto Barth, Eng. Jorge Roberto Nauh, Eng. Willy Lacerda, Eng. Thiago Bretas, Eng. Elisa Saraiva Miranda, Eng. Hugo Siebra Miranda, Eng. Antonio Francisco de Miranda Júnior, Eng. Tales Durães, Eng. Vitor Dias, Eng. Daniel Neves pela oportunidade de aprendizado na Progeo, ao Eng. Geólogo e Geotécnico Antônio Geraldo da Silva

um grande companheiro de estudos e Presidente do Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais.

Aos colegas que consideram que a engenharia geotécnica é a profissão escolhida por Deus para dar continuidade ao trabalho de construção forjado pela natureza, ou da arte de saber projetar e executar a contenção e preservação da infraestrutura brasileira garantindo segurança aos usuários nas rodovias, ferrovias bem como nas cidades e a todos os meus colegas de profissão que exercem esta carreira com ética e honestidade.

Em especial ao empresário, Eng. Antônio Francisco de Miranda pela admiração a sua maneira de ser, pela sua disciplina, inteligência, organização, controle, empreendedorismo, lição de vida e exemplos não somente da boa técnica de engenharia quanto a entender a filosofia da vida e por ter aprendido e absorvido seus ensinamentos bem como ter acreditado na sua empresa que me proporcionou cuidar de minha família com dignidade ao longo de minha vida.

A empresa Progeo Engenharia Ltda da qual participo ativamente há cerca de 24 anos e a todos meus colegas de empresa.

A todos os empresários amigos que patrocinaram e permitiram a edição desse livro e que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta simples obra.

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

C.B.	Corpo de Bombeiros
CBESP	Corpo de Bombeiros do Estado de São Paulo
A.C.	Antes de Cristo
Nº	número
CRAP	Comissão de Recursos Assistenciais de Pronto Socorro
IT	Instruções Técnicas
°C	graus Celsius
C	carbono
CO	monóxido de carbono
CO2	dióxido de carbono
MJ	Megajoule
M	metros
Cm	centímetros
M2	metro quadrado
M3	metro cúbico
NORMAS	Normas Série 100 da ABGE – Sondagens e ensaios (Investigações diretas e semidiretas)
Pa	Pascal
Kg/m3	Quilograma força por metro cúbico
PCF	Porta Corta Fogo
SI	Sistema Internacional de Unidades
AVCB	Auto de vistoria do Corpo de Bombeiros
TRRF	Tempo requerido de resistência ao fogo
PSCIP	Processo de Segurança contra Incêndio e Pânico
M.O.	mão de obra
h	horas
MW	Megawatt
MWh	Megawatt/hora

Há mais de quatro décadas, a Progeo tem sido líder em obras especiais de geologia e engenharia geotécnica em todo o Brasil. Nossa equipe altamente capacitada oferece serviços especializados para Engenharia Geotécnica, Fundação, Geologia e Recuperação de Estruturas.

PROGEO

Engenharia Geotécnica com qualidade

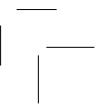
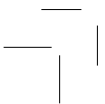
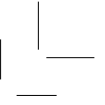
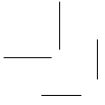


43
ANOS

www.progeo.com.br | progeo@progeo.com.br | [@progeoengltda](https://www.instagram.com/progeoengltda)
(31) 3312-1348 – Geral | (31) 3524-8444 – Comercial
Belo Horizonte - MG

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	11
PREFÁCIO ABGE	13
PREFÁCIO	14
PREFÁCIO AUTORES	15
SOBRE OS AUTORES	17
1. INTRODUÇÃO	21
2. O QUE SÃO PROTENSÃO E TIRANTE	23
3. TIRANTES: TIPOS, EXECUÇÃO, SUA UTILIDADE E APLICABILIDADE	29
4. DADOS E ESTUDOS OBRIGATÓRIOS A SEREM DISPONIBILIZADOS EM CAMPO E APRESENTAÇÃO DE UM CASO REAL DE OBRA	61
5. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA MONTAGEM DE UM TIRANTE - PROCEDIMENTO EXECUTIVO	77
6. INJEÇÃO DE TIRANTE - PROCEDIMENTO EXECUTIVO	89
7. PROTENSÃO DE TIRANTE - PROCEDIMENTO EXECUTIVO E ENSAIOS	113
8. TRATAMENTO DE VEDAÇÃO DO TIRANTE	127
9. CAPACITAÇÃO DOS PROFISSIONAIS EXECUTORES	133
10. MÉTODO CONSTRUTIVO DE CORTINAS DE CONTENÇÃO COM TIRANTES OU CHUMBADORES	139
11. ESTUDO DE CASO	157
12. SEÇÕES ESQUEMÁTICAS E FOTOS DE UMA CORTINA ATIRANTADA MISTA (MÉTODO ASCENDENTE E DESCENDENTE)	165
13. ACOMPANHAMENTO FOTOGRÁFICO DA EXECUÇÃO DE UMA CORTINA ATIRANTADA COMPLETA	179
14. A IMPORTÂNCIA DA SEGURANÇA DO TRABALHO E PREVENÇÃO DE RISCOS AMBIENTAIS	197
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	203



APRESENTAÇÃO

Este trabalho aborda em detalhes as questões de contenção com utilização de tirantes, através da execução das cortinas atirantadas e prevenção de danos de deslizamento e ao meio ambiente, focado nos serviços de contenção e no cuidado com a segurança do trabalho de seus colaboradores, respeitando as leis vigentes exigidas no Brasil.

Um tirante é um dispositivo de obra de engenharia especializada, utilizado para ancorar estruturas de concreto armado ao terreno de forma a conter uma encosta e aqui serão descritos alguns métodos executivos para a construção de uma cortina atirantada. É uma forma de contenção ativa de solução e uso global para estabilização de taludes e encostas, pela introdução de uma força correspondente a um empuxo estabilizante que reage contra massas instáveis.

A execução de um tirante, assim como cortinas de concreto armado fazem parte da solução estabilizante de maciços e envolve vários serviços de engenharia como perfuração em solo/rocha, injeção de calda de cimento sob pressão, execução de forma, armação e concretagem e finalmente a protensão dos tirantes, trabalhos geralmente executados sobre andaimes concomitantes a escavações manuais e mecânicas. Todos os serviços presentes na execução de tirantes envolvem sérios riscos à segurança do trabalhador.

Na maioria das situações, as condições dos locais envolvem outros riscos de engenharia tais como: trabalho em altura, escavações de vala e maciços em processo de deslizamento.

Neste trabalho o autor, que é Engenheiro Civil, Engenheiro de Segurança do Trabalho e Analista Ambiental, e trabalhando desde que se formou com a arte da Geotecnia conseguiu abordar em detalhes todos os procedimentos

executivos e a correspondente abordagem concomitante à segurança do trabalho e danos ao meio ambiente e será de grande utilidade para os profissionais envolvidos nesta arte; engenheiros geotécnicos, projetistas, executores, engenheiros de segurança do trabalho e seus respectivos SESMT e técnicos de segurança do trabalho.

Eng.º Antônio Francisco de Miranda

Diretor Geral da Empresa PROGEO Engenharia Ltda.



Homenagem ao Eng. Naresi como Engenheiro de Destaque do ano 2024 (CREA-MG)-
Presentes na Foto: Leonardo serrão, Antônio Naresi Júnior e Antônio Francisco de Miranda

PREFÁCIO ABGE

A experiência nos procedimentos de atirantamentos de taludes é vasta e rica, com empresas e profissionais altamente qualificados, entretanto a bibliografia disponibilizada, muitas vezes não consegue abranger a simplicidade necessária quando transcrita, pois as peculiaridades e detalhes desta disciplina são imensas.

O nosso colega Eng. Luiz Antonio Naresi Júnior conseguiu nesta publicação este feito, utilizando-se de grande acervo próprio e desenhos ilustrativos, além de uma linguagem bastante acessível, explicar este tema e suas inúmeras nuances, tanto para um público mais em formação, graduandos, como para profissionais que queiram iniciar a se aprofundar no tema.

Exemplos são dados, utilizações são destacadas e sempre de forma bastante didática e qualificada.

A nossa ABGE só tem a agradecer a este brilhante engenheiro geotécnico, que com a abordagem deste assunto tão importante para as obras de engenharia de contenção, onde as questões geológicas e ambientais estão intrinsecamente ligadas ao processo executivo, traz ao meio técnico, para profissionais em diferentes níveis de conhecimento do assunto, um material de fácil leitura e assimilação.

Delfino Luiz Gouveia Gambetti

Presidente do Conselho
Consultivo ABGE

Fabio Soares Magalhães

Presidente do Conselho
Deliberativo ABGE

PREFÁCIO

A presente obra contempla situações que vão desde deslizamentos a riscos de trabalhos de engenharia em altura – como andaimes – a escavação de vala e maciços. Luiz Antônio Naresi Júnior é engenheiro civil, engenheiro de segurança do trabalho, analista ambiental, especialista em geotecnia e detalhou procedimentos para que projetistas, executores, engenheiros, técnicos e estudantes pudessem desfrutar destes conhecimentos aqui sistematizados. Temos muito orgulho de ver na prática o resultado do Edital de Patrocínios. Afinal, é por meio dele que parcerias como essa são formadas e resultam em capacitação para os nossos profissionais. Fomentamos assim o diálogo entre universidade, mercado e sistema profissional. Meus parabéns ao Geoclube e ao Naresi, contem com a gente nessa trajetória!

Vinicius Marchese
Presidente do Confea

PREFÁCIO AUTORES

Neste livro iremos abordar o conceito básico de uma cortina atirantada e da experiência de vida adquirida com os mais experientes, desde a nossa formação como engenheiros, sabendo observar e aprender em campo os detalhes e as técnicas de contenção utilizando tirantes, com ênfase na execução de cortinas atirantadas e na prevenção de danos por deslizamento e impactos ambientais.

O foco recai sobre a implementação de serviços de contenção, destacando a importância da segurança do trabalho dos colaboradores e o cumprimento rigoroso das leis vigentes no Brasil. Esta obra explora os diversos métodos executivos de escavação e procedimentos técnicos necessários para a construção de cortinas atirantadas, proporcionando uma compreensão abrangente e detalhada das práticas essenciais desta atividade.

Um tirante é um dispositivo de obra de engenharia especializada, utilizado para ancorar estruturas de concreto armado ao terreno de forma a conter uma encosta e aqui iremos descrever alguns métodos executivos para a construção de uma cortina atirantada.

O objetivo principal é fornecer uma visão abrangente e detalhada sobre os serviços de contenção, abordando os métodos mais modernos e eficazes empregados na engenharia geotécnica. Além disso, o texto destaca a importância da segurança do trabalho dos colaboradores, garantindo que todas as operações sejam realizadas em conformidade com as rigorosas normas vigentes no Brasil. Esta obra é um guia indispensável para profissionais da área, oferecendo uma compreensão profunda e prática das soluções de contenção, essenciais para a estabilização de taludes e encostas, e contribuindo para a redução de riscos geotécnicos em projetos de engenharia civil.

Serão detalhados diversos métodos executivos para a construção de cortinas atirantadas, pois além de serem essenciais para a segurança e estabilidade de terrenos inclinados, representam uma abordagem inovadora e eficaz

na engenharia geotécnica. A obra aborda, com riqueza de detalhes, os procedimentos técnicos necessários para a execução dessas estruturas, incluindo a perfuração, a inserção dos tirantes, a injeção de calda de cimento e a protensão dos elementos de ancoragem. Cada etapa do processo é meticulosamente descrita, oferecendo aos profissionais uma compreensão completa das melhores práticas e das normas de segurança envolvidas.

Ao longo do livro, são apresentados casos de estudo e exemplos práticos que ilustram a aplicação das técnicas discutidas. A abordagem detalhada e técnica assegura que os leitores obtenham um conhecimento profundo e aplicado das cortinas atirantadas, fortalecendo suas competências na resolução de desafios geotécnicos complexos.

Acreditamos que este trabalho é uma leitura indispensável para engenheiros, projetistas e profissionais da construção civil, fornecendo um guia completo e atualizado sobre as melhores práticas e inovações na área de contenção e estabilização de terrenos.

Luiz Antônio Naresi Júnior
Antônio Geraldo da Silva

SOBRE OS AUTORES

Luiz Antônio Naresi Júnior

Natural de Taubaté – SP, é Engenheiro civil com ênfase na área de Saneamento, possui pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Analista Ambiental pela UFJF (Universidade Federal de Juiz de Fora), e em Engenharia Geotécnica e Obras de Terra pela UNICID (Universidade Cidade de São Paulo). É especialista em obras de Fundação Profunda, Hiperbarismo, Equipamentos de Fundação Mecanizada com Perfuratrizes Rotopercussivas (Circulação direta e reversa), Engenheiro escalador, especialista em Projetos de Contencões de Encosta tendo executado mais de 80 Projetos e Obras de Artes Especiais, Rebaixamento de lençol, Cortinas Atirantadas, Solo Grampeado, Concreto Projetado, Recuperação de Áreas Degradadas atuando em espaços confinados e galerias, atuando na supervisão de Infraestrutura Ferroviária e Rodoviária, tendo executado mais de 300 obras como responsável técnico pelo Brasil, trabalhando em grandes empresas de geotecnia, como Geobras, Geosonda, Geotécnica, atualmente na Progeo e Coordenador do curso de Engenharia Geotécnica e professor do RTG Especialização, consultor de fundação pesada e geotecnia, chefe do SESMT, comercial e assessor da diretoria da Progeo há mais de 20 anos, em especial na função de engenheiro geotécnico, valorizando e atuando sistematicamente na melhoria contínua da segurança do trabalho e meio ambiente, coordenando cerca de 40 técnicos de segurança e dando apoio técnico aos Engenheiros mais jovens atuando na sua formação e capacitação interna dos mesmos.

Coordenador do curso de pós-graduação em engenharia Geotécnica do curso RTG Especialização, inclusive atuando como professor e participando também como professor da Pós-graduação em Ferrovia, Rodovia, e de Engenharia de Segurança do Trabalho da mesma instituição. Participando ativamente da ABMS (Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica), diretor do Clube de Engenharia de Juiz de Fora – CEJF (MG) desde 2007, participa como voluntário pela ABMS como apoio a defesa civil de Belo Horizonte, Professor da Escalla Cursos para Mestre de Obras junto ao CEJF / CREA – JF inclusive na disciplina de Segurança do Trabalho, foi Professor da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, em Especialização lato sensu em M. ENG. EM ENGENHARIA GEOTÉCNICA, das disciplinas Fundações Especiais e Patologias e Soluções, Geotecnia Aplicada a Estabilidade de Encostas, 2019 a 2020 e Professor de Engenharia Geotécnica, Fundações e Obras de Terra – INBEC pela UNIP 2020 até 2022,

Ativo em visitas técnicas de campo, acompanhando e monitorando a performance técnica e de segurança das nossas obras. Especialista em Geotecnia e Fundações pesadas e em avaliação de riscos e de obras de emergência Rodoviárias ou Ferroviárias para detecção e levantamento dos problemas, aplicando levantamento topográfico cadastral geotécnico, com determinação da campanha de sondagens geológico-geotécnicas a fim de dar credibilidade ao projeto e atender as normas vigentes, bem como elaborar o projeto geotécnico ou de fundação que seja mais técnico e econômico para aquela situação do sinistro, elaborando planilha de custos unitários, utilizando ferramentas eletrônicas como Compor 90 informática / SICRO / EMOP, bem como a elaboração e definição do projeto e desenhos elaborados em Autocad.

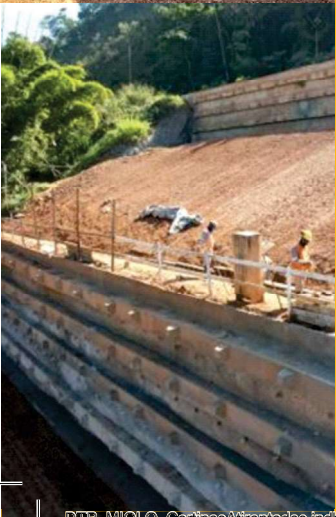
Antônio Geraldo da Silva

Engenheiro Geólogo formado pela Escola de Minas de Ouro Preto – UFOP (1973), com especialidade em sondagens a percussão e rotativa na área de Mineração e Geotecnia. Pós-graduado em Engenharia Geotécnica pelo INBEC em parceria constante com a UNIP – UNIVERSIDADE PAULISTA (2013), com 50 anos de experiência em sondagem rotativa superficial, helicoidal oca, ômega e sondagem rotativa horizontal e rotativa subterrânea.

Larga experiência em sondagens a percussão, incluindo Penetrômetros Dinâmicos e Penetrômetros Estáticos. Ênfase em contenção de encostas, áreas de riscos geológicos, obras de fundação, mapeamento geotécnico para infraestrutura de rodovia, ferrovia e barragens. Professor do curso de Engenharia Geotécnica do (RTG Especialização), Presidente do Sindicato dos Geólogos no Estado de Minas Gerais.



Os autores: Luiz Antônio Nanesi Júnior e Antônio Geraldo da Silva.



01