

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE INFORMÁTICA

PABLO DE SOUZA MELO

Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista

Goiânia
2019

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS
DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

Nome completo do autor: *Pablo de Souza Melo*

Título do trabalho: *Sistema Antecipatório de Prevenção de Excesso de Postos*

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ **SIM** ☐ **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Pablo de Souza Melo

Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:

[Assinatura]

Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 13 / 12 / 18

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente
- Submissão de artigo em revista científica
- Publicação como capítulo de livro
- Publicação da dissertação/tese em livro

²A assinatura deve ser escaneada.

PABLO DE SOUZA MELO

Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Computação.

Área de concentração: Ciência da Computação.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Marques Federson

Goiânia
2019

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

de Souza Melo, Pablo
Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista
[manuscrito] / Pablo de Souza Melo. - 2019.
LXI, 61 f.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Marques Federson.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Instituto
de Informática (INF), Programa de Pós-Graduação em Ciência da
Computação, Goiânia, 2019.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sistema antecipatório. 2. Gerenciamento de Crises. 3. Análise
de Sensibilidade. 4. Aviação Civil. 5. Excursão de Pista. I. Marques
Federson, Fernando, orient. II. Título.

CDU 004



ATA Nº 03/2019

**ATA DA SESSÃO DE JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO
DE MESTRADO DE PABLO DE SOUZA MELO**

Aos vinte e sete dias do mês de fevereiro de dois mil e dezenove, às catorze horas, na sala 151 do Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia, reuniu-se a banca examinadora designada na forma regimental pela Coordenação do Curso para julgar a dissertação de mestrado intitulada "**Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista**", apresentada pelo aluno Pablo de Souza Melo como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação, área de concentração Ciência da Computação. A banca examinadora foi presidida pelo orientador do trabalho de dissertação, Professor Doutor Fernando Marques Federson (INF/UFG), tendo como membros os Professores Doutores Anderson da Silva Soares (INF/UFG) e Francisco Ramos de Melo (CCET/UEG). Aberta a sessão, o candidato expôs seu trabalho. Em seguida, o aluno foi arguido pelos membros da banca e:

☒ tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de sua dissertação, a banca concluiu pela **aprovação** do candidato, sem restrições.

() não tendo demonstrado suficiência de conhecimento e capacidade de sistematização do tema de sua dissertação, a banca concluiu pela **reprovação** do candidato.

Os trabalhos foram encerrados às 16 horas. Nos termos do Regulamento Geral dos Cursos de Pós-Graduação desta Universidade, lavrou-se a presente ata que, lida e julgada conforme, segue assinada pelos membros da banca examinadora.

Prof. Dr. Fernando Marques Federson _____

Prof. Dr. Anderson da Silva Soares _____

Prof. Dr. Francisco Ramos de Melo _____

Aos meus pais Cleide e Josenir e à minha Avó Carolina.

Agradecimentos

A Deus por ter cuidado de mim durante todo esse processo.

Ao Prof. Dr. Fernando Marques Federson pela orientação, estímulo e paciência.

Ao meu colega, Emerson José Porfirio pelo companheirismo nessa missão.

Aos meus amigos e irmãos na fé: Samuarlly, Joel, Igor, Thiago Borges, Anderson Gualberto, Robério, Danyllo, Arielly, Gil, Frank, Sckarleth, pelas palavras de apoio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Ao Centro de Tecnologia de Software (CTS) - INF, na pessoa do Prof. Dr. Edmundo Sérgio Spoto.

*“O coração do homem planeja o seu caminho,
mas o Senhor lhe dirige os passos.”*

(Provérbios 16:9)

Resumo

Pablo de Souza Melo. **Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista**. Goiânia, 2019. 61p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

Uma crise, de uma forma geral, pode ser definida como uma mudança brusca ou uma alteração importante no estado de um sistema em relação ao seu estado considerado normal ou desejados. O Gerenciamento de Crises possui um conjunto de atividades que colaboram nas decisões e ações tomadas nos estágios: anterior, atual e posterior de uma crise. Esse conjunto é composto por atividades de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação. Na Aviação Civil, um problema que afeta a segurança de pistas é a Excursão (Runway Excursion), que segundo a International Civil Aviation Organization (ICAO), foi um dos registros de acidentes e incidentes mais frequente no período de 2008 a 2018. Este trabalho apresenta um modelo para prevenção de eventos que podem gerar uma Excursão. A partir da modelagem, foi proposto o Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista (SAPEP). O SAPEP será capaz de antecipar, em uma aterrissagem, uma possível ultrapasse dos limites finais da pista, gerando alertas e avisos. O trabalho também estendeu as possibilidades do SAPEP agregando a técnica de Superfície de Resposta, permitindo que estratégias e instruções possam ser geradas no sentido de evitar situações iminentes de crise. A abordagem utilizada neste trabalho para a Excursão de Pista também pode ser aplicada para outros tipos de eventos críticos.

Palavras-chave

Sistema antecipatório, Gerenciamento de Crises, Análise de Sensibilidade, Aviação Civil, Excursão de Pista.

Abstract

Pablo de Souza Melo. **Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista.** Goiânia, 2019. 61p. MSc. Dissertation. Instituto de Informática, Universidade Federal de Goiás.

A crisis, in general, can be defined as a sudden change or a major change in the state of a system in relation to its considered normal or desired state. Crisis Management has a set of activities that collaborate in the decisions and actions taken in the stages: previous, present and later of a crisis. This set is composed of activities of prevention, mitigation, preparation, response and recovery. In Civil Aviation, a problem that affects runway safety is the Runway Excursion, which according to the International Civil Aviation Organization (ICAO), was one of the most frequent accident and incident records from 2008 to 2018. This work presents a model for preventing events that can generate a overrun. From the modeling, the Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista (SAPEP) was proposed. SAPEP will be able to anticipate, on a landing, a possible overrun of the final boundaries of the runway, generating warnings. The work also extended the possibilities of SAPEP by adding the Response Surface Methodology, allowing strategies and instructions to be generated in order to avoid imminent crisis situations. The approach used in this work for the Runway Excursion can also be applied to other types of critical events.

Keywords

Anticipatory System, Crisis management, Sensitivity analysis, Civil aviation, Runway Excursion.

Sumário

Lista de Figuras	11
Lista de Tabelas	12
1 Introdução	13
2 Fundamentação Teórica	15
2.1 Gerenciamento de Crises	15
2.2 Crises na Aviação Civil	16
2.3 Modelos para Sistemas Antecipatórios	18
2.3.1 Anticipatory Reasoning-Reacting Systems (ARRS)	18
2.3.2 <i>Anticipatory Runway Incursion Prevention Systems (ARIPS)</i>	19
3 Materiais e Métodos	25
3.1 Definição da Pesquisa	26
3.2 Experimentação	28
3.2.1 Instrumento de Detecção de Crise	28
3.2.2 Análise de Sensibilidade	29
4 Resultados	31
4.1 Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista – SAPEP	31
4.2 Análise de Sensibilidade	36
4.2.1 Planejamento de Experimentos	36
4.2.2 Modelagem estatística	38
4.2.3 Superfície de Resposta	41
5 Conclusão	44
Referências Bibliográficas	46
6 Apêndice	48

Lista de Figuras

2.1	Sistemas transformacional (A) e reativo (B) (Adaptado de [10]).	19
2.2	Sistema ARRS (Adaptado de [16]).	19
2.3	Processo de construção dos modelos Antecipatórios.	20
2.4	Arquitetura do ARIPS (Adaptado de [17]).	21
2.5	Exemplo de saída obtida pelo Filtro do ARIPS [17].	22
2.6	Fragmento de um mapa de aeroporto [17].	23
3.1	Componentes e fluxo das atividades realizadas na pesquisa.	26
3.2	Processo de Revisão Bibliográfica preliminar.	27
3.3	Fragmento de um mapa de aeroporto [17].	28
3.4	Planejamento Fatorial Completo com ponto central.	29
4.1	Resumo dos resultados e do processo da pesquisa.	31
4.2	Arquitetura do ARIPS (Adaptado de [17]).	32
4.3	Arquitetura do SAPEP.	32
4.4	Gráficos da avaliação dos resíduos da regressão.	40
4.5	Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EA e GP.	42
4.6	Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EA e EV.	42
4.7	Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EV e IDD.	43

Lista de Tabelas

2.1	Acidentes e incidentes por evento crítico 2008 a 2018.	17
2.2	Vocabulário de Predicados do ARIPS [17].	23
4.1	Vocabulário de predicados do SAPEP.	35
4.2	Limites utilizados no Plano de Experimentos para cada Fator.	37
4.3	Exemplos de operações de aterrissagem (Tabela completa no Apêndice 6).	37
4.4	Relação entre os fatores da Equação 4-2 e as variáveis no SAPEP.	38
4.5	Resultados da regressão.	39
4.6	Teste de normalidade dos resíduos da regressão.	41
4.7	Resultados das operações – variação EA e GP.	41
6.1	Plano de Experimentos, o resultado obtido pela Equação 4-2 e o Resíduo ($R = DR - DR'$).	48

Introdução

Uma crise, de uma forma geral, pode ser definida como uma mudança brusca ou uma alteração importante no estado de um sistema em relação ao seu estado considerado normal ou desejado. A forma como as decisões são tomadas, durante uma crise, pode contribuir para a volta à normalidade ou agravar os prejuízos do sistema pela situação crítica [3].

A condução de uma situação com o estado alterado por uma crise, ou com riscos de uma desordem por uma iminente crise, é caracterizada como Gerenciamento de Crises. O Gerenciamento de Crises possui um conjunto de atividades que colaboram nas decisões e ações tomadas nos estágios: anterior, atual e posterior de uma crise. Esse conjunto é composto por atividades de Prevenção, Mitigação, Preparação, Resposta e Recuperação [4, 2, 4].

Na Aviação Civil, um problema que afeta a segurança de pistas é a Excursão (*Runway Excursion*). Segundo Wagner e colaboradores [22], a Excursão caracteriza-se pelos casos em que a aeronave ultrapassa os limites finais da pista (*Overrun*), durante a decolagem ou aterrissagem. Segundo a *International Civil Aviation Organization* (ICAO), os registros de acidentes e incidentes no período de 2008 a 2018 mostram que 11,04% são de Excursão, ficando atrás apenas de problemas de falha ou mau funcionamento de equipamentos com 12,6%.

Este trabalho apresenta um modelo para prevenção de eventos que podem gerar uma Excursão. A partir da modelagem, foi proposto o Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista (SAPEP). O SAPEP será capaz de antecipar, em uma aterrissagem, uma possível ultrapasse dos limites finais da pista, gerando alertas e avisos. O sistema tem como referência o Sistema de Prevenção Antecipada de Incursão de Pista (*Anticipatory Runway Incursion Prevention Systems – ARIPS*), proposto por Shi e colaboradores [17], para prevenção de problemas de Incursão. Segundo dados da ICAO, casos de Incursão representam 2,46% dos acidentes registrados no período de 2008 a 2018.

O ARIPS emprega para prevenção de eventos, conceitos de Sistemas de Raciocínio Reativo e Antecipado (*Anticipatory Reasoning-Reacting Systems – ARRS*), que

possuem em sua estrutura componentes de raciocínio lógico e modelos baseados em conhecimentos empíricos para fazer previsões. Essas previsões fornecem alertas que são usados para gerar instruções antecipadas com objetivo de evitar uma crise iminente.

Este trabalho também utilizou as técnicas de Planejamento de Experimentos e Superfície de Resposta para realizar uma Análise de Sensibilidade do SAPEP em um conjunto de operações de aterrissagem (ou “janela de operação”). Para cada operação de aterrissagem, definida pelo Planejamento de Experimentos, o SAPEP foi capaz de oferecer a distância requerida para aterrissagem. A partir do conjunto de operações e saídas do SAPEP, foi possível obter a significância estatística de cada fator de operação, indicando o seu grau de importância e influência nas operações, além das interações entre os fatores. Um modelo de regressão foi então obtido, relacionando os fatores da operação com a distância requerida. Uma Superfície de Resposta foi gerada a partir do modelo de regressão. A Superfície de Resposta apresenta a “janela de operação”, evidenciando se uma dada situação de operação indica uma crise ou não. Na iminência de uma crise, a Superfície de Resposta permite traçar estratégias para se evitar a crise.

O texto a seguir está organizado da seguinte forma:

- Capítulo 2, apresenta a Fundamentação Teórica.
- Capítulo 3, descreve os Materiais e Métodos utilizados.
- Capítulo 4, apresenta os Resultados obtidos.
- Capítulo 5, discorre sobre as Conclusões e apresenta propostas de Trabalhos Futuros.

Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta os conceitos considerados relevantes para a compreensão da proposta deste trabalho e está organizado da seguinte forma: a Seção 2.1 discorre sobre Crises e definições sobre o seu Gerenciamento; a Seção 2.2 discorre sobre as Crises na Aviação Civil; a Seção 2.3 discorre sobre modelos com raciocínio antecipatório para lidar com a prevenção de crises na Aviação Civil.

2.1 Gerenciamento de Crises

Segundo Benaben e colaboradores [3], uma crise pode ser definida como um sistema envolto por instabilidade e paralisação, que requer um planejamento com estratégias para condução à normalidade. Benaben também define o Gerenciamento de Crises como a forma para conduzir o sistema de seu estado crítico para um estado normal ou aceitável.

Segundo Carter [4], o Gerenciamento de Crises pode ser estruturado em fases compostas por ações para lidar com uma crise. As fases do gerenciamento de crises são:

- Prevenção: ações preventivas para redução da probabilidade de riscos da instalação de uma crise.
- Mitigação: ações para moderação do impacto de um evento crítico.
- Resposta: ações coordenadas para redução dos danos causados durante uma crise.
- Preparação: ações voltadas para criação de planos de atuação durante uma crise.
- Recuperação: ações pós-crise para a restauração dos danos causados pela desordem de uma crise.

Benaben e colaboradores [2] apresentaram um modelo conceitual e uma ferramenta para colaborar com o Gerenciamento de Crises durante as fases de Resposta e Recuperação. Entretanto, a revisão bibliográfica indicou poucos trabalhos com a intenção de oferecer modelos e ferramentas para a fase de Prevenção, em especial, no contexto da Aviação Civil, foco desta dissertação.

2.2 Crises na Aviação Civil

Segundo Netjasov e colaboradores [15], os riscos à segurança na Aviação Civil são estudados e tratados a fim de reduzir potenciais possibilidades de acidentes aéreos. Os acidentes, quando ocorrem, podem causar sérios impactos na Aviação Civil, desde danos a infraestrutura até a perda de vidas.

Existem organizações, entidades, agências nacionais e internacionais que colaboram para a missão de cuidar do espaço aéreo e suas operações, entre elas:

- *Federal Aviation Administration* – FAA¹
- *Flight Safety Foundation* – FSF²
- *European Aviation Safety Agency* – EASA³
- *National Transportation Safety Board* – NTSB⁴
- *Australian Transport Safety Bureau* – ATSB⁵
- *Transport Safety Board of Canada* – TSBC⁶
- *International Civil Aviation Organization* – ICAO⁷
- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA⁸
- Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC⁹

A ICAO, em especial, cuida de questões da administração, definição práticas e normas sobre a Aviação Civil. Dentro das práticas da ICAO está o monitoramento dos acidentes e incidentes aéreos. A ICAO possui um serviço que reúne registros de ocorrências da aviação desde incidentes a acidentes graves, o *iStars*¹⁰. A Tabela 2.1 foi gerada com os registros da ICAO dos casos registrados no período de 2008 a 2018 para uma visão geral dos eventos críticos na aviação.

Segundo definição dada pela FSF [7], “Excursão de Pista (*Runway Excursion – RE*) é a saída de uma aeronave pelos limites laterais (*Veer-Off*) ou finais (*Overrun*) de uma pista durante operações de aterrissagem ou decolagem”.

A FAA é uma entidade do governo dos Estados Unidos que cuida de toda regulamentação da Aviação Civil no país. Uma forma utilizada pela FAA para publicação de políticas, definições de procedimentos e normas preventivas é por meio de documentos

¹FAA – <https://www.faa.gov>

²FSF – <https://flightsafety.org>

³EASA – <https://www.easa.europa.eu>

⁴NTSB – <https://www.nts.gov>

⁵ATSB – <https://www.atsb.gov.au>

⁶TSBC – <http://www.bst-tsb.gc.ca>

⁷ICAO – <https://www.icao.int>

⁸CENIPA – www2.fab.mil.br/cenipa

⁹ANAC – www.anac.gov.br

¹⁰*iStars* – <https://www.icao.int/safety/istars>

denominados de *Advisory Circular (AC)*. O AC utilizado neste trabalho foi o AC – 9179 *Mitigating the Risks of a Runway Overrun Upon Landing* [1]. A circular foi criada com o propósito de oferecer normas para que pilotos e operadores compreendam e tomem medidas preventivas em relação a riscos associados a Excursão de Pista, para casos de *Overrun*.

Tabela 2.1: *Acidentes e incidentes por evento crítico 2008 a 2018.*

Evento crítico	Qtde.	%
(OUTROS)	939	15,08 %
<i>System/Component Failure or malfunction (SCF-PP)</i>	757	12,16 %
<i>Runway Excursion (RE)</i>	687	11,04 %
<i>Abnormal Runway Contact (ARC)</i>	580	9,32 %
<i>Midair Collisions (MAC)</i>	488	7,84 %
<i>Fire/Smoke (non-impact) (F-NI)</i>	381	6,12 %
<i>Loss of Control in Inflight (LOC-I)</i>	277	4,45 %
<i>Ground Collision (GCOL)</i>	269	4,32 %
<i>Turbulence Encounter (TURB)</i>	240	3,86 %
<i>Loss of Control in Ground (LOC-G)</i>	206	3,31 %
<i>Ground Handling (RAMP)</i>	182	2,92 %
<i>Runway Incursion (RI)</i>	153	2,46 %
<i>Controlled Flight Into or Toward Terrain (CFIT)</i>	146	2,35 %
<i>Air Traffic management issues (ATM)</i>	143	2,30 %
<i>Fuel Related (FUEL)</i>	135	2,17 %
<i>Windshear or Thunderstorm (WSTRW)</i>	112	1,80 %
<i>Fire/Smoke (post-impact) (F-POST)</i>	97	1,56 %
<i>Low Altitude Operations (LALT)</i>	93	1,49 %
<i>Undershoot/overshoot (USOS)</i>	93	1,49 %
<i>Cabin Safety Events (CABIN)</i>	83	1,33 %
<i>Evacuation (EVAC)</i>	53	0,85 %
<i>Icing (ICE)</i>	45	0,72 %
<i>Security Related (SEC)</i>	37	0,59 %
<i>Abrupt Maneuvre (AMAN)</i>	29	0,47 %
Total	6225	100,00 %

A Tabela 2.1 mostra que os eventos associados à Excursão de Pista só ficam atrás dos eventos associados à falha ou mau funcionamento de equipamentos. Desta forma, este trabalho tem como proposta auxiliar na fase de Prevenção de um evento relativamente importante na Aviação, detectando de forma automática e antecipada o evento. Fica claro, desde já, que a abordagem utilizada neste trabalho para a Excursão de Pista também poderia ser aplicada para outros tipos de eventos críticos.

2.3 Modelos para Sistemas Antecipatórios

A predição automática de crises é importante na geração de alertas e/ou instruções. Segundo Goto e colaboradores [9], algumas questões são importantes para sistemas com predição:

1. Como fazer a predição de eventos futuros?
2. Como tomar as próximas ações/decisões?
3. Como garantir que o sistema continue seu comportamento sem que haja interrupções, mediante a eventos anormais?

Questões como essas são tratadas por sistemas que empregam raciocínio antecipatório, os *Anticipatory Reasoning-Reacting Systems* (ARRS). Os conceitos de raciocínio lógico antecipado são aplicados para a predição de situações desconhecidas durante a execução do sistema. O raciocínio lógico antecipado pode ser construído a partir da representação de conhecimentos relacionados a características do mundo real, leis de predição e padrões de comportamento de um domínio.

2.3.1 Anticipatory Reasoning-Reacting Systems (ARRS)

Segundo Harel e colaboradores [10], sistemas simples e complexos podem ser classificados em duas classes: transformacional e reativo. Um sistema transformacional caracteriza-se por um conjunto de entradas que são transformadas e produzem uma saída que sinaliza término do fluxo (Figura 2.1 – A). Por outro lado, sistemas reativos recebem, continuamente, entradas que podem influenciar nas saídas, de uma forma não determinística, através de um fluxo não linear (Figura 2.1 – B). Os sistemas reativos são aplicáveis em soluções onde exista uma contínua comunicação/interação com ambientes externos ao sistema.

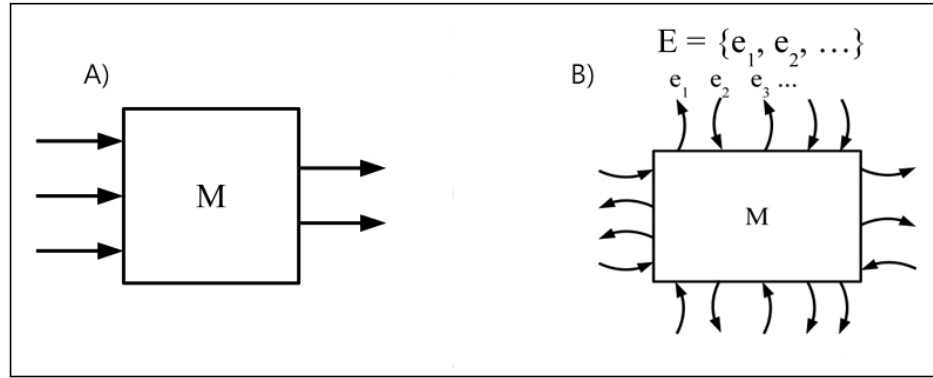


Figura 2.1: *Sistemas transformacional (A) e reativo (B) (Adaptado de [10]).*

Um sistema reativo pode ser entendido como um conjunto I de entradas e uma função f_P que mapeia um subconjunto de I para O saídas (Figura 2.2). Contudo, existe a limitação de não gerar instruções antecipadas pois as instruções são geradas no instante em que as entradas são submetidas. Nas situações com necessidade de detecção antecipada, o componente f_A do ARRS, processa a entrada, de modo que as instruções da saída não somente indicam uma crise instalada, como uma possível ocorrência aproximando-se [16]. O ARRS é a base conceitual do ARIPS, discutido a seguir, e do SAPEP, objeto deste trabalho.

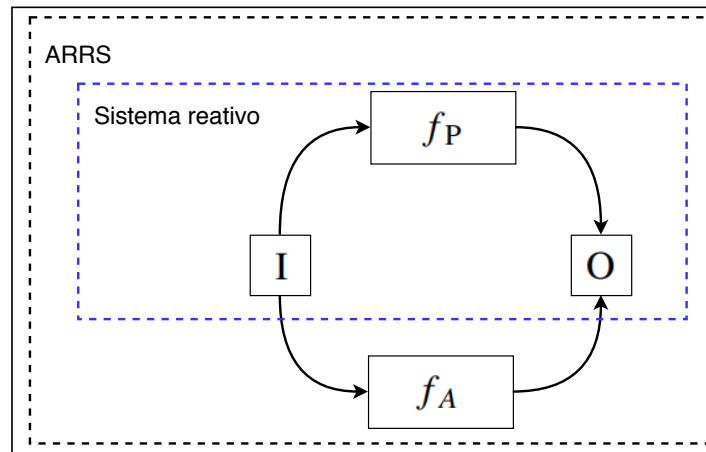


Figura 2.2: *Sistema ARRS (Adaptado de [16]).*

2.3.2 Anticipatory Runway Incursion Prevention Systems (ARIPS)

O trabalho de Shi e colaboradores [18] propõe o ARIPS como solução para o evento crítico de Incursão de Pista. Esse evento trata-se da ocupação não autorizada de pista, por uma aeronave ou qualquer objeto, durante uma aterrissagem ou decolagem de outra aeronave. O ARIPS tem como proposta colaborar no Controle de Tráfego Aéreo ao executar ações de Prevenção como detecção, notificação e instrução em eventos iminentes de Incursão.

O ARIPS foi modelado como um sistema antecipatório de raciocínio reativo (Seção 2.3.1), formado por três modelos de conhecimento:

- *World* – Representa os conhecimentos de um domínio ou contexto caracterizados por informações sobre objetos e suas propriedades, *status* e informações de relações entre objetos. Para sua construção são considerados elementos que compõem um ambiente e as operações desse ambiente para um determinado domínio.
- *Predictive* – Representa todo o conhecimento necessário para fazer previsões. O conhecimento neste caso é composto por ocorrências passadas e atuais para inferência de novas ocorrências. As previsões são desconhecidas até o momento de sua obtenção, e precisam ser processadas com base em conhecimento válido e formalizado anteriormente.
- *Behavioral* – Representa os conhecimentos comportamentais utilizados para tomada de decisões, ou seja, todo conhecimento referente a ações que devem ser tomadas em resposta a uma série de fatos.

Esses modelos são definidos como bases de conhecimento de um domínio e a lógica utilizada depende do propósito do modelo (Figura 2.3). O modelo *Behavioral*, por exemplo, utiliza elementos da lógica deôntica¹¹, como o operador *O* que indica obrigatoriedade da instrução. Desta forma a proposição *OA* representa obrigatoriedade da instrução *A*.

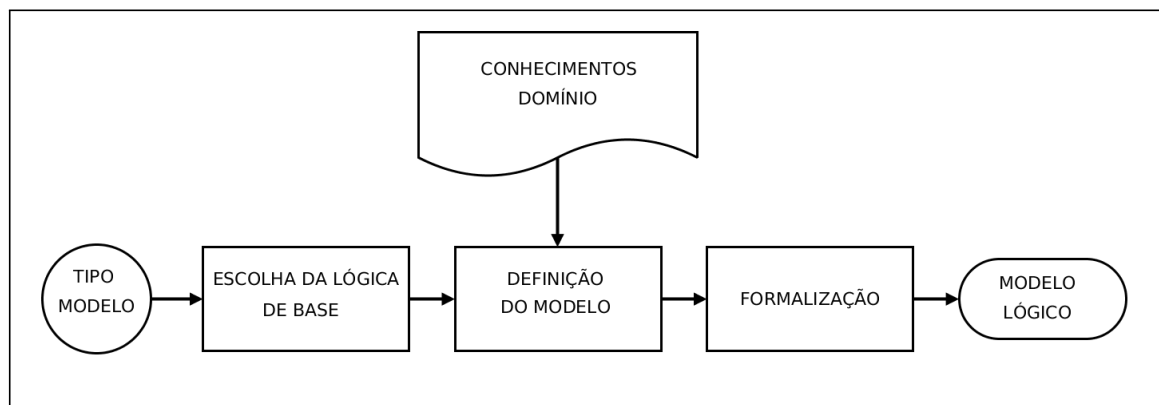


Figura 2.3: Processo de construção dos modelos Antecipatórios.

A Figura 2.4 mostra a arquitetura e os principais componentes do ARIPS, que são:

¹¹A lógica deôntica é um tipo de lógica modal usada para analisar formalmente as normas ou as proposições que tratam acerca das normas. Procura modular a ideia de dever e permissão, como a diferença entre “Você deve fazer isso...” e “Você pode fazer isso...” (semelhante à diferença entre ser necessário e possível). O nome deôntica vem do grego para dever.

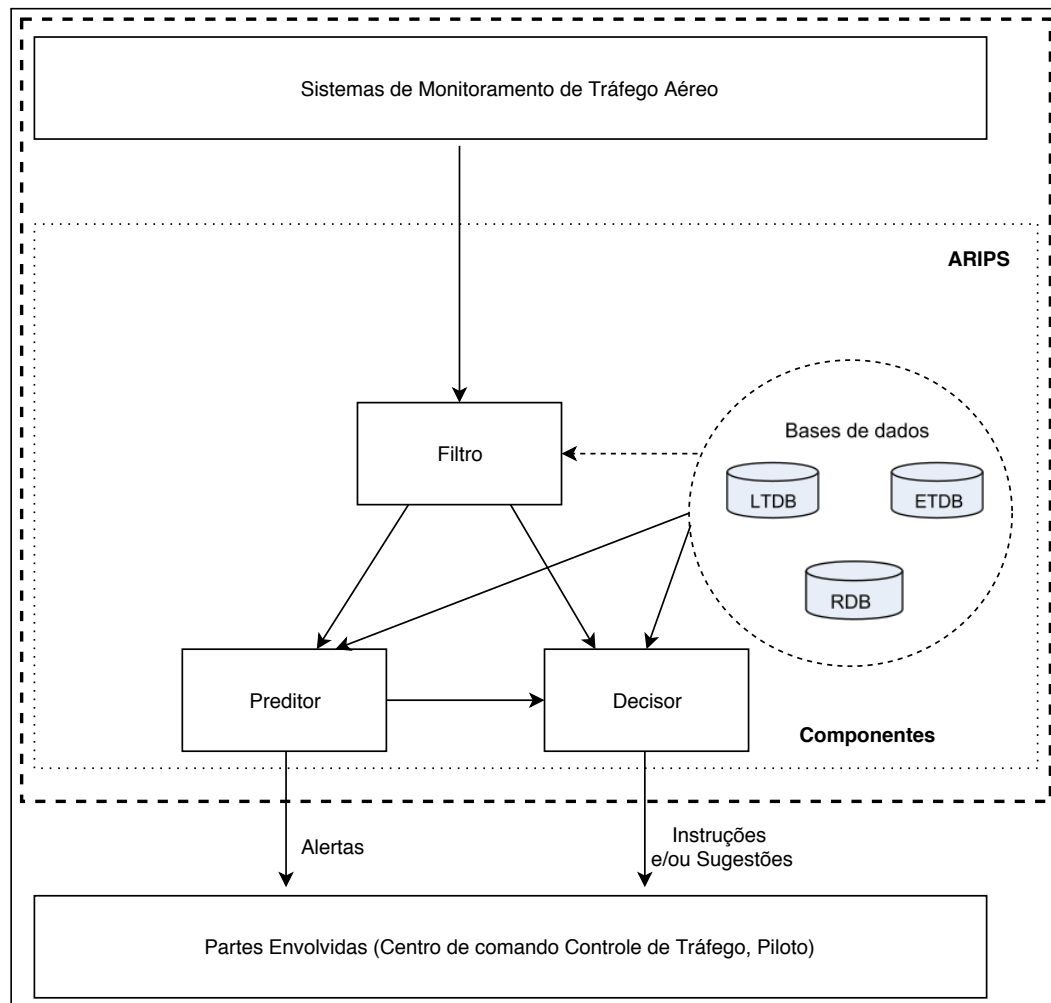


Figura 2.4: Arquitetura do ARIPS (Adaptado de [17]).

- Sistemas de Monitoramento de Tráfego Áereo: representa os sistemas que fornecem informações de monitoramento do tráfego aéreo.
- Filtro: representa um filtro para seleção dos dados relacionados à situação de Incursão. São extraídas informações sobre os objetos (aeronave, veículos, outros) e a sua situação. Apenas para efeito de exemplo, a Figura 2.5 mostra como o Filtro transforma uma situação real em uma proposição lógica seguindo a convenção da Tabela 2.2.
- Preditor: representa o processamento das informações com base nas regras de decisão para inferir sobre um iminente caso de Incursão.
- Decisor: representa as direções a serem tomadas para prevenção de uma Incursão.
- *Logical Theorem Database* (LTDB): representa o registro de fragmentos lógicos utilizados para composição dos modelos antecipatórios.
- *Empirical Theory Database* (ETDB): representa um registro de informações da execução dos modelos antecipatórios *World, Predictive e Behavioral*.
- *Rule Database* (RDB): representa o registro das regras de decisão utilizadas na

composição dos modelos antecipatórios.

- Partes Envolvidas: representa as partes envolvidas na operação que podem receber os alertas e/ou instruções.

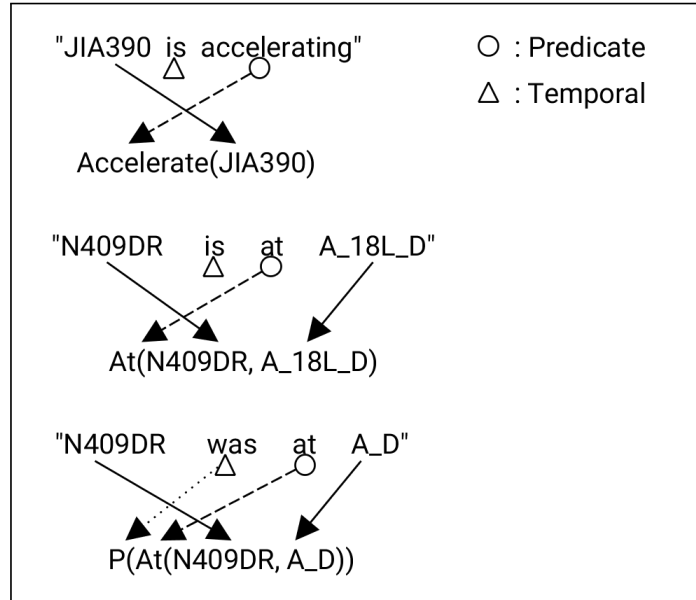


Figura 2.5: Exemplo de saída obtida pelo Filtro do ARIPS [17].

Fica claro que o ARIPS necessita de um vocabulário de predicados (Tabela 2.2) para representar objetos, propriedades, estado ou eventos de operações. A partir desta representação, o ARIPS tem os fragmentos lógicos necessários para as regras de decisão modeladas.

Repare que as regiões de trânsito das aeronaves, também são formalizadas em predicados a partir do mapa de um aeroporto (Figura 2.6).

- *Runway(18L)*: pista 18L para operações de aterrissagem e decolagem.
- *C2(A_D, A_18L_D, 18L)*: conexões entre as regiões A_D, A_18L_D a pista 18L.

- Instruir durante a predição de um evento de Incursão: Se predito um evento, por causa de uma operação de aterissagem implicará em uma instrução obrigatória de cancelamento de aterissagem.

$$\text{BM: } \forall o \forall r (\mathbf{F}(\text{LandOn}(o, r)) \wedge \mathbf{F}(\text{Rlby}(o, r)) \Rightarrow \mathbf{O}(\text{GoAround}((o))))$$

Neste trabalho, o SAPEP aplicou os conceitos e a modelagem propostos no ARIPS para um outro tipo de evento crítico na Aviação, a Excursão de Pista.

Materiais e Métodos

Segundo Gil [8], a pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como objetivo proporcionar respostas aos problemas que são propostos. A pesquisa é requerida quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou quando a informação disponível se encontra em tal estado de desordem que não possa ser adequadamente relacionada ao problema.

Este Capítulo tem como objetivo evidenciar o problema estudado e apresentar o processo de construção da solução proposta.

A Aviação, de uma forma geral, pode ser considerada um sistema crítico, ou seja, o seu mau funcionamento pode resultar em prejuízos, com danos sérios às pessoas e ao ambiente. Todos os envolvidos na operação de um sistema crítico tem como objetivo aumentar a confiança do sistema e da sua operação. Este trabalho procura mostrar que é possível, dentro de uma visão de Prevenção (Gerenciamento de Crise), propor um conjunto de sistemas que podem aumentar a confiança na operação de aeronaves em função dos principais eventos críticos reportados.

Consciente que a solução deveria envolver as áreas de Gerenciamento de Crises e Modelagem de Sistemas, uma revisão bibliográfica foi realizada. A partir da revisão, foi possível supor que uma solução passaria pela verificação da aplicação da modelagem de Shi [17] para outro tipo de evento crítico que não fosse a Incursão de Pista. Aplicada a modelagem para a Excursão de Pista, foi gerado o SAPEP.

A intenção inicial do trabalho era confrontar dados reais de incidentes com a capacidade preditiva do SAPEP. Entretanto, após uma busca em diversos bancos de dados, o número de casos de incidentes reportados com os dados disponíveis para aplicação do SAPEP foi considerada insuficiente. A Análise de Sensibilidade, por meio das técnicas de Planejamento de Experimentos e de Superfície de Resposta, foi aplicada com a intenção de verificar a modelagem proposta e aumentar a capacidade do SAPEP em oferecer instruções preventivas.

A Figura 3.1 mostra, de forma esquemática, o processo da pesquisa e as próximas seções descrevem os materiais e métodos utilizados.

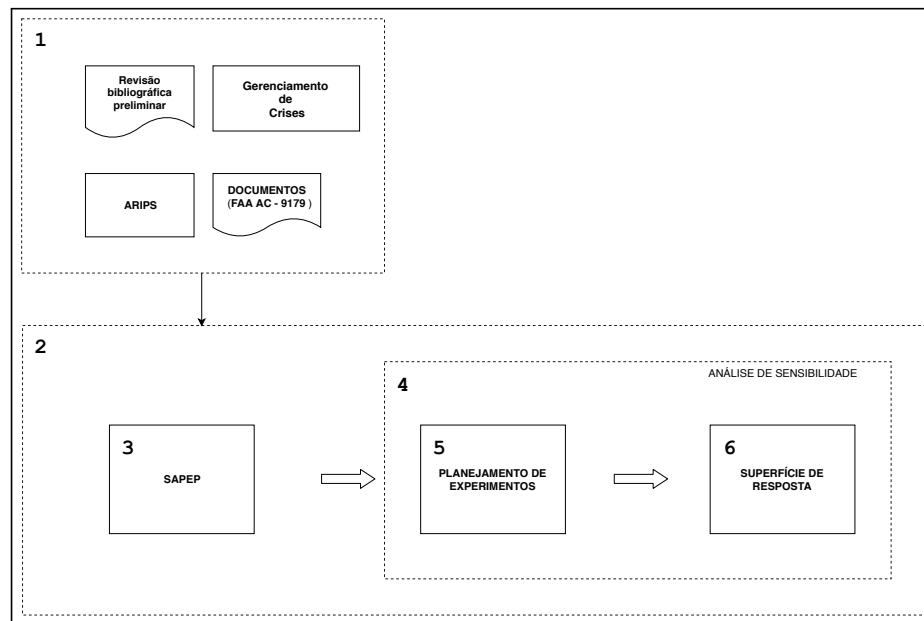


Figura 3.1: Componentes e fluxo das atividades realizadas na pesquisa.

3.1 Definição da Pesquisa

Esta seção descreve a definição da pesquisa (Figura 3.1). O objetivo inicial da pesquisa passava por verificar a existência de algum trabalho que envolvesse Gerenciamento de Crises e *Model-Driven-Engineering* (MDE). Uma rápida busca nos permitiu encontrar o trabalho de Da Silva [5] publicado em 2015. Este artigo apresenta um resumo das principais pesquisas envolvendo MDE até 2015, identificando e relacionando claramente conceitos essenciais, ou seja, os conceitos de sistema, modelo, metamodelo, linguagem de modelagem, transformações, plataforma de software e produto de software. Uma atualização do tema passou pela avaliação de artigos que citaram Da Silva [5] até 2018. Um total de 47 artigos que citaram a pesquisa de Da Silva foram selecionados e dois filtros foram aplicados aos artigos: o primeiro consistiu na seleção a partir da leitura de resumos que incluíam informações sobre ferramenta e sua aplicação, ou ainda novos conceitos sobre MDE; a aplicação do segundo filtro requereu uma leitura mais detalhada a fim de se escolher artigos para serem estudados (Figura 3.2). O trabalho de Benaben e colaboradores [2] foi selecionado para estudo, pois aplicou conceitos de MDE na proposta de uma solução para o Gerenciamento de Crises.

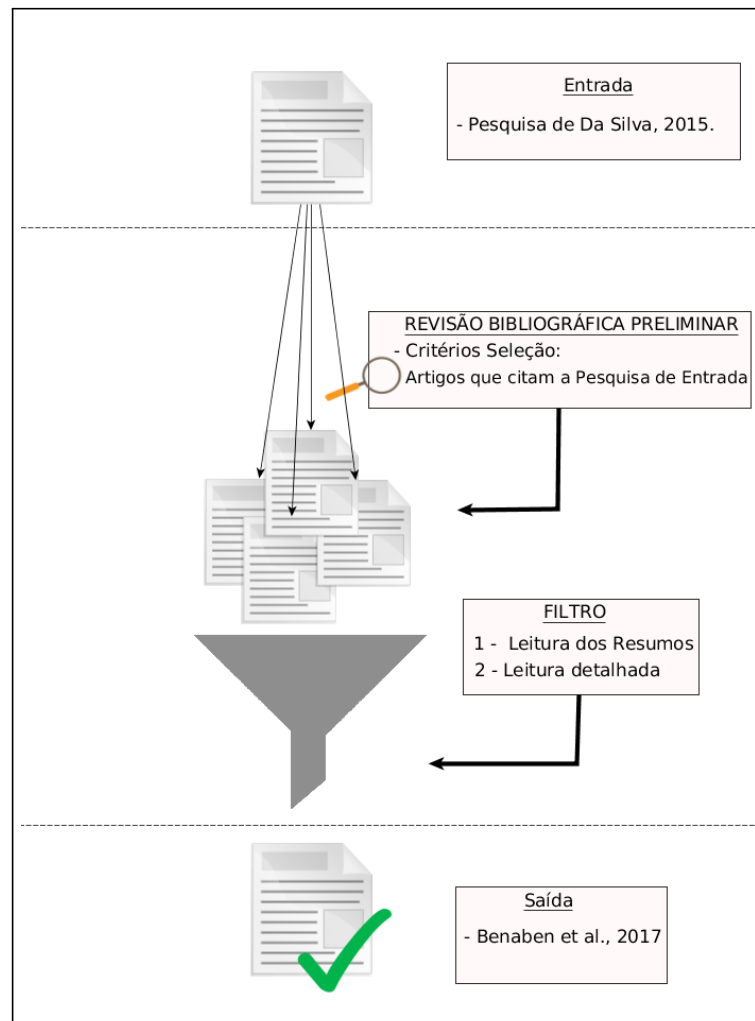


Figura 3.2: Processo de Revisão Bibliográfica preliminar.

A partir do conhecimento adquirido, foi possível realizar uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de verificar a existência de alguma proposta com soluções para Prevenção de crises na Aviação Civil. O ARIPS proposto por Shi e colaboradores[17] foi identificado como um modelo que utiliza as boas práticas do MDE e preenche os requisitos necessários para ser utilizado na fase de Prevenção do Gerenciamento de Crises. Lembrando que no ARIPS, foram aplicados conceitos de sistemas ARRS para detecção automática e antecipada do evento de Incursão.

O SAPEP se utiliza da mesma estrutura do ARIPS, mas foi proposto como contribuição para melhoria da atividade de Prevenção para situações críticas de Excursão, por meio da detecção antecipada e automática de casos de *Overrun*. Para a sua construção, o SAPEP também utilizou o AC 9179 [1] da FAA que define os procedimentos e normas preventivas para pilotos e controladores com respeito à Excursão.

3.2 Experimentação

Esta seção apresenta, de forma sucinta, o SAPEP como um instrumento de detecção de crise e os experimentos realizados a partir dele (Figura 3.1 – 2). Detalhes sobre o SAPEP e os resultados dos experimentos são apresentados no Capítulo 4.

3.2.1 Instrumento de Detecção de Crise

O SAPEP foi utilizado como instrumento para detecção automática de casos de *Overrun*. O SAPEP se propõe a inferir sobre o aumento da distância requerida de aterrissagem a partir de regras de decisão definidas e limitadas às variáveis deste estudo.

Como já mencionado, as regras de decisão do SAPEP seguem os modelos antecipatórios do ARIPS. Elementos como a definição de predicados e regras de decisão do modelo lógico foram utilizados no SAPEP.

– Predicado:

- *Runway (18L)* – No ARIPS esse predicado representa a ocupação da pista 18L (Figura 3.3).

– Modelo de Regra de decisão:

- Se uma aeronave aterrissar em uma *Runway*, então a *Runway* está ativa:
- WM2 – $\forall o \forall r (F(LandOn(o, r)) \Rightarrow Active(r))$

O modelo lógico utilizou informações sobre o evento crítico de *Overrun* contidas no AC 9179. As regras de decisão foram implementadas com o auxílio da linguagem de programação *Python*¹ versão 3.

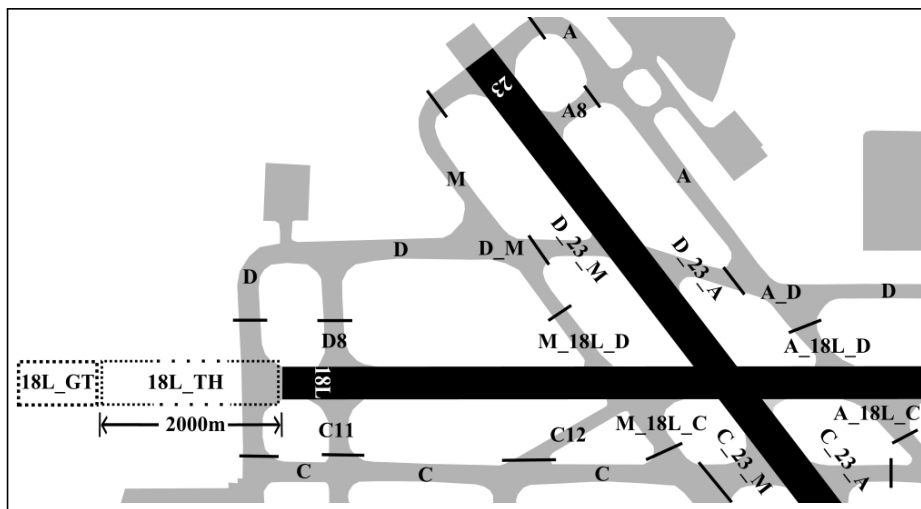


Figura 3.3: Fragmento de um mapa de aeroporto [17].

¹<https://www.python.org>

3.2.2 Análise de Sensibilidade

A Análise de Sensibilidade foi aplicada especialmente para avaliar os fatores selecionados para o modelo do SAPEP (Figura 3.1 – 4). Segundo Song e colaboradores [19], a Análise de Sensibilidade é um conjunto de técnicas utilizadas para obtenção de conhecimentos a respeito das incertezas dos fatores de um modelo. Os parâmetros do modelo na Análise de Sensibilidade podem ser quantificados e calibrados de tal forma que novos conhecimentos são adquiridos a respeito da influência de cada fator. Portanto, a partir deste tipo de estudo, são abertas possibilidades para o planejamento de otimizações. Para realizar a Análise, foram utilizadas duas técnicas complementares: o Planejamento de Experimentos e a Superfície de Resposta.

Segundo Jiju [12], as técnicas do Planejamento de Experimentos (*Design of Experiments* – DOE) viabilizam a criação de um delineamento experimental para o estudo de um processo. Neste estudo, o Plano de Experimentos utilizado foi o Fatorial Completo, que consiste em todas as possíveis combinações entre os níveis dos fatores de um experimento. O Plano é adequado para o estudo de quais fatores e interações são importantes em dois ou mais níveis. Por exemplo, para estudo de fatores com 2 níveis são definidos níveis baixo (-) e alto (+) nas rodadas de experimentos. Neste trabalho, o Fatorial Completo foi utilizado para construir as operações de aterrissagem, sendo cada operação de aterrissagem um conjunto de valores onde cada fator possui um valor definido pelo Plano. Além disso, foram adicionados pontos centrais a cada fator para viabilizar a estimativa de um modelo quadrático com respeito aos fatores principais (Figura 3.4). Para essa codificação, foi utilizada a linguagem R por meio do pacote *FrF2*. Cada operação de aterrissagem, portanto, é uma entrada para o SAPEP. Desta forma, para cada operação de aterrissagem o SAPEP calculou a distância requerida para o pouso. Com os dados das operações e as respectivas distâncias calculadas pelo SAPEP, é possível fazer a verificação estatística de um modelo matemático.

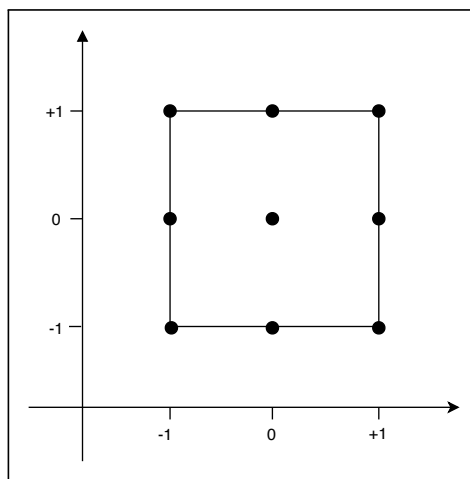


Figura 3.4: Planejamento Fatorial Completo com ponto central.

O modelo matemático tem como objetivo prover informações sobre o impacto dos fatores, individualmente e suas interações com os outros fatores, na variação da distância requerida.

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{i < j} b_{ij} x_i x_j + \varepsilon \quad (3-1)$$

A análise dos efeitos e interações dos fatores definidos no Plano é feita por meio da equação 3-1 do modelo matemático, onde y representa a variável resposta, a variável x_j representa os fatores principais, k representa o número de fatores definidos no Plano, as variáveis $x_i x_j$ representam as interações dos fatores, b_j e b_{ij} representam os parâmetros estimados na regressão e ε representa o erro. O coeficiente de determinação R^2 indica a qualidade do ajuste do modelo ao conjunto de dados. Um $R^2 < 0,7$ indica que o modelo não é bom suficiente para representar os dados. Um modelo bem ajustado permite que a influência de cada fator e suas interações também possam ser analisadas. Neste trabalho, foi utilizado como critério de aceitação do resultado da análise estatística um valor 99,5% de confiança.

O modelo de regressão, estimado a partir dos resultados do planejamento Fatorial Completo com ponto central, pode ser representado na Superfície de Resposta.

Segundo Montgomery [14], a Metodologia de Superfície de Resposta (*Response Surface Methodology* – RSM) é um conjunto de técnicas matemáticas e estatísticas utilizadas para modelar e analisar variáveis de um problema. O objetivo é a construção de propostas de otimizações sustentadas pelas descobertas na Superfície de Resposta. A execução da análise utiliza um modelo que modele a relação das variáveis com a resposta. A partir de um modelo bem ajustado, os resultados das análises podem sustentar propostas de soluções. Neste trabalho, utilizou-se Superfície de Resposta para a análise de operações de aterrissagem com o objetivo de oferecer direções para Prevenção de casos de *Overrun*. A representação do modelo de regressão na Superfície de Resposta utilizou a linguagem R por meio do pacote *graphics*.

Resultados

Neste Capítulo, os resultados obtidos na pesquisa são descritos com mais detalhes, evidenciando a construção do SAPEP e a Análise de Sensibilidade realizada. A Figura 4.1 serve de orientação do processo seguido.

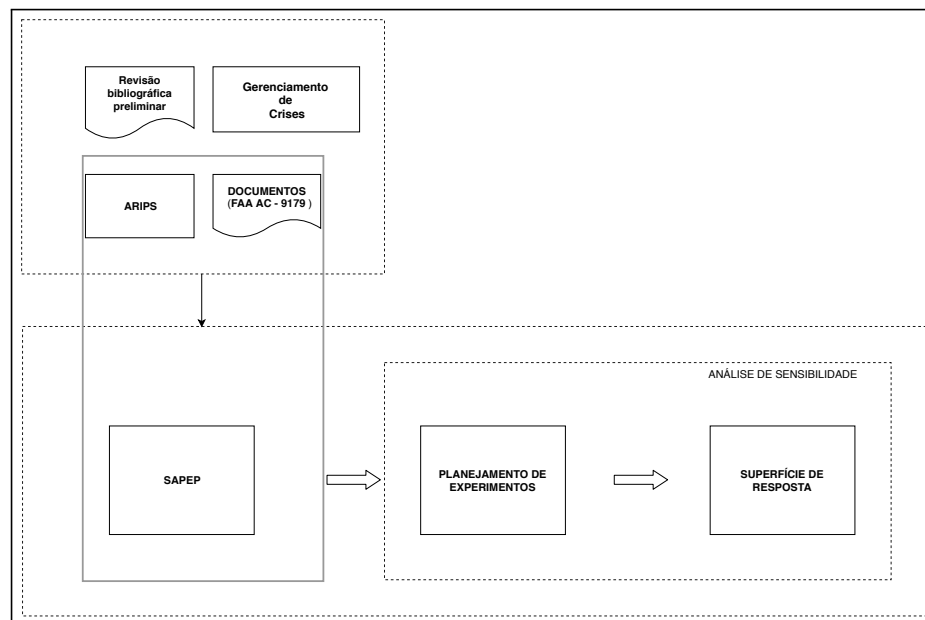


Figura 4.1: *Resumo dos resultados e do processo da pesquisa.*

4.1 Sistema Antecipatório de Prevenção de Excursão de Pista – SAPEP

O SAPEP, de uma forma automática, propõe-se a colaborar na Prevenção de ocorrências de Excursão ao detectar, alertar e instruir. O modelo do SAPEP tem como base o ARIPS (Figura 4.2), que de forma resumida, recebe dados dos Sistemas de Monitoramento de Tráfego Aéreo (SMTA) e aplica conceitos de raciocínio lógico antecipado para alertar e instruir sobre a iminência de um evento de Incursão.

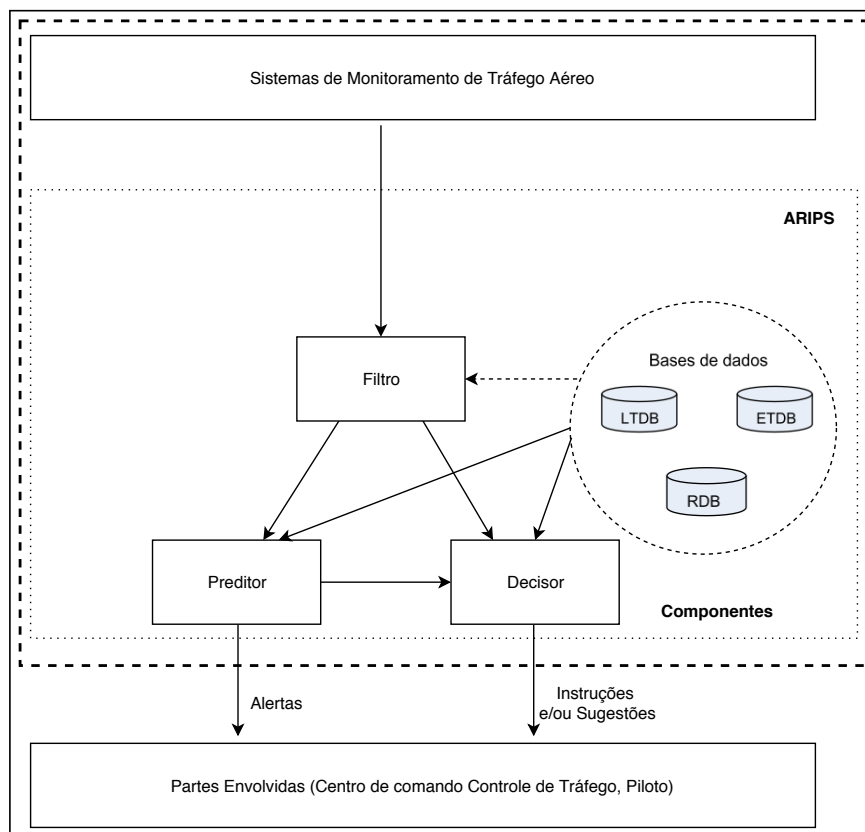


Figura 4.2: Arquitetura do ARIPS (Adaptado de [17]).

Neste sentido, o SAPEP foi modelado com as seguintes partes:

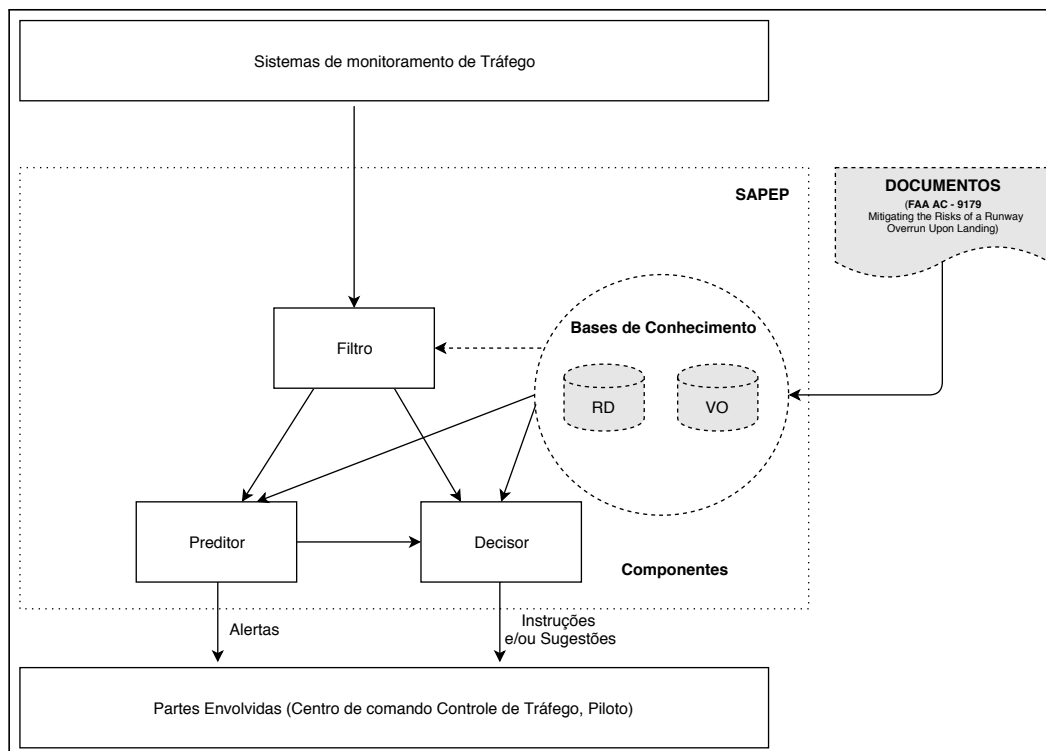


Figura 4.3: Arquitetura do SAPEP.

- Entradas: Dados de Operação
- Componentes
 - Bases de Conhecimento
 - Variáveis de Operação (VO)
 - Regras de Decisão (RD)
 - Filtro
 - Preditor
 - Decisor
- Saídas
 - Alertas
 - Instruções

A modelagem do SAPEP depende de bases com informações empíricas sobre os tipos de Excursões para definição do seu comportamento. Neste trabalho, o tipo de Excursão estudado foi o caso de *Overrun*, que ocorre quando há um aumento na Distância Requerida (DR) na operação de aterrissagem. O AC 9179 foi utilizado como base de informações de Excursão sobre casos de *Overrun* (Figura 4.3).

Os dados advindos dos Sistemas de Monitoramento de Tráfego Aéreo (SMTA) referentes a operação de aterrissagem são selecionados pelo componente Filtro. O Filtro utiliza informações da base Variáveis de Operação (VO) para selecionar dados relacionados aos fatores ligados ao caso de *Overrun*. Os fatores que podem aumentar o risco de *Overrun* estudados neste trabalho são:

- Distância Avaliada Disponível (DAD): representa a distância máxima que pode ser utilizada pela aeronave durante a aterrissagem. As regras de certificação exigem que ao cruzar o *threshold*, na altura limite de 50 *ft*¹, em uma pista seca, a aeronave utilize apenas 60% da DAD, os outros 40% são uma margem de segurança para variações na DR para aterrissagem [6].
- Gradiente de Pista (GP): variação entre a elevação do início e fim da pista. A cada 1% de variação no resultado dessa diferença são acrescentados 10% na DR para aterrissagem [1].
- Tempo de *Flare* (TF): a cada segundo durante o *Flare*², são adicionados 200 *ft* a DR.

¹*feet (ft)* medida de comprimento, “pés” em português, um pé equivale a 0,3048 m [21].

²Segundo ABNT [20], o *Flare* “é a fase intermediária da operação de pouso normal em que uma aeronave passa do voo planado para uma atitude horizontal, já nas proximidades do solo.”

- Excesso de Altura (EA): durante a aterrissagem, o aumento da altura da aeronave por qualquer motivo, implica no aumento da DR. O limite de segurança é de 50 *ft*, portanto, a cada 10 *ft* acima desse limite, são adicionados 200 *ft* na DR.
- Implementação de Dispositivos de Desaceleração (IDD): após cruzar o *threshold* da pista. O tempo máximo para acionar os dispositivos de desaceleração é de 2 segundos, acima desse limite, 200 *ft* são adicionados na DR.
- Excesso de Velocidade (EV): após cruzar o *threshold*, a aeronave deve manter velocidade de aterrissagem para a qual foi certificada. O excesso desse limite implicará no aumento da DR, ou seja, para cada 10% de excesso de velocidade, são acrescentados 20% à DR do momento.
- Vento de Cauda (VC): variação do vento na direção da aterrissagem. Para cada 10 *knot*³, são acrescentados 21% à DR do momento.
- Dispositivos de Frenagem Máxima (DFM): se os dispositivos de frenagem não estiverem acionados no máximo, a fim de retardar a velocidade aeronave, são acrescentados 20% à DR do momento.
- Condição de Pista (CP): condição em que a pista se encontra. Aumenta a DR em 15% no caso de pistas molhadas.

Os dados selecionados pelo Filtro são utilizados pelos componentes Preditor e Decisor. O Preditor é responsável por inferir, com base nos dados de operação, sobre a possibilidade de uma eventual situação de *Overrun* e emitir alertas. Os alertas emitidos podem ser utilizados como entrada para o componente Decisor lançar instruções que visam a tomada de decisão para mitigar ou agir durante a crise. Os alertas e instruções são obtidos a partir do processamento de fórmulas lógicas construídas a partir de informações da base de conhecimento Regras de Decisão (RD).

As RD utilizadas para inferir sobre o aumento da DR foram construídas a partir do valor de influência de cada variável (ou fator). O modelo lógico utiliza um vocabulário de predicados para representar as variáveis de operação (Tabela 4.1). A combinação dessas representações compõe as regras de decisão do modelo lógico do SAPEP para inferir sobre o aumento na DR. Os alertas são lançados quando a DR ultrapassa a DAD (Regra – R9).

³*knot* medida de velocidade, definida como uma milha náutica por hora, um *knot* equivale a 1,852 km/h [21].

Tabela 4.1: Vocabulário de predicados do SAPEP.

Fórmula	Significado
<i>GradientePista</i> (d, g)	aumento distância d mediante gradiente g
<i>TempoFlare</i> (t)	influência tempo t do <i>Flare</i>
<i>ExcessoAltura</i> (a)	excesso altura a
<i>ImplemenDispDesacelacao</i> (t)	tempo t para IDD
<i>ExcessoVelocidade</i> (v)	excesso da velocidade v
<i>VentoCauda</i> (v)	velocidade v de VC
<i>DispositivoFrenagemMaxima</i> (s)	status s de DFM
<i>CondicaoPista</i> (s)	status s de CP
<i>AumentoDistancia</i> (d)	distância d acrescentada
<i>Overrun</i> (p)	<i>Overrun</i> na pista p

As regras de decisão do modelo lógico que compõem o SAPEP são:

- R1) Sendo d uma distância de pista calculada a partir de DAD, a aplicação do gradiente de pista g aumentará a distância calculada d :
 - $\forall g \forall d ((\text{GradientePista}(d, g)) \Rightarrow \text{AumentoDistancia}(d))$
- R2) Sendo t um tempo gasto em uma operação de *Flare*, a distância requerida d será a distância recalculada com base no valor definido para TF:
 - $\forall t \forall d ((\text{TempoFlare}(t)) \Rightarrow \text{AumentoDistancia}(d))$
- R3) Seja uma altura a acima do limite permitido, a distância requerida d será a distância recalculada com base no valor definido para EA:
 - $\forall a \forall d [a > 50ft] ((\text{ExcessoAltura}(a)) \Rightarrow \text{AumentoDistancia}(d))$
- R4) Seja um tempo t superior ao limite permitido de 2 segundos para implementar os dispositivos de desaceleração, a distância requerida d será recalculada com base no valor definido para IDD:
 - $\forall t \forall d [t > 2segundos] ((\text{ImplemenDispDesacelacao}(t)) \Rightarrow \text{AumentoDistancia}(d))$
- R5) Seja uma porcentagem de excesso de velocidade v , a distância requerida d será recalculada com base no valor definido para EA:
 - $\forall v \forall d ((\text{ExcessoVelocidade}(v)) \Rightarrow \text{AumentoDistancia}(d))$
- R6) Seja a velocidade v de um VC, a distância requerida d será recalculada com base no valor definido para VC:

- $\forall v \forall d ((VentoCauda(v)) \Rightarrow AumentoDistancia(d))$
- R7) Seja um status s dos dispositivos de frenagem máxima, a distância requerida d será recalculada com base no valor definido para DFM:
 - $\forall s \forall d ((DispositivoFrenagemMaxima(s)) \Rightarrow AumentoDistancia(d))$
- R8) Seja o status s da condição da pista, a distância requerida d será recalculada com base no valor definido para CP:
 - $\forall s \forall d ((CondicaoPista(s)) \Rightarrow AumentoDistancia(d))$
- R9) Seja d a distância requerida e p a distância disponível na pista, um caso de *Overrun* ocorrerá se a operação de aterrissagem prosseguir para um valor de DAD insuficiente.
 - $\forall d \forall p [d > p] ((AumentoDistancia(d) \Rightarrow \mathbf{F}(Overrun(p)))$

Com objetivo de validar o SAPEP com dados reais de *Overrun*, diversas bases de acidentes foram pesquisadas. Entretanto, não foram identificados casos suficientes de forma que as variáveis na operação também pudessem ser obtidas. Na base de ocorrências de acidentes aéreos NTSB, por exemplo, foi identificado apenas um caso de *overrun*, o do aeroporto de *LaGuardia – New York* [13], com dados de operação disponíveis. Na ausência de dados reais, o grupo de pesquisa ainda espera realizar um conjunto de operações em simuladores de voo com o objetivo de validar o SAPEP. A seguir, é descrita a Análise de Sensibilidade realizada com a intenção de fortalecer a confiança no modelo e estender as sua capacidade de oferecer instruções para a Prevenção.

4.2 Análise de Sensibilidade

Começamos esta seção citando o trabalho de Wang e colaboradores [23] que utilizaram técnicas de Análise de Sensibilidade para estudarem a fase de *Flare*. Durante o *Flare*, os riscos de *overrun* aumentam. No estudo, foram selecionadas 21 variáveis de 293 voos para análise. Os resultados demonstraram que os parâmetros mais significativos foram: tempo e altura no *Flare*, velocidade em relação ao solo, taxa de descida e aceleração vertical.

4.2.1 Planejamento de Experimentos

Utilizou-se, o Plano Fatorial Completo com ponto central para definir os conjuntos de variáveis (fatores) e seus respectivos níveis como entrada no SAPEP. Cada conjunto de variáveis é uma representação de uma situação possível em uma operação de aterrissagem típica. Para isso, os limites dos fatores estudados foram definidos seguindo os valores

contidos no AC 9179. Por exemplo, o fator *EA*, que representa o excesso de altura, teve os limites definidos da seguinte forma: o limite para o nível baixo (-), uma altura máxima de 50 *ft*; o limite para o nível alto (+), uma altura de 70 *ft*; o ponto central (0); uma altura de 60 *ft*. A Tabela 4.2 apresenta os limites (níveis) utilizados para cada fator.

Tabela 4.2: Limites utilizados no Plano de Experimentos para cada Fator.

Fator	Unidade	(-1)	0	(+1)
DAD	<i>ft</i>	5000	5100	5200
GP	%	0,6	0,8	1
TF	segundo	1	2	3
EA	<i>ft</i>	50	60	70
IDD	segundo	2	3	4
EV	%	5	10	15
VC	<i>knot</i>	5	10	15
DFM		0 (sim)	-	1 (não)
CP		0 (seca)	-	1 (molhada)

Foram obtidas 532 operações de aterrissagem, por meio do planejamento Fatorial Completo, com ponto central. A Tabela 4.3 apresenta apenas 8 dos 532 conjuntos para efeito de exemplo. A Tabela completa dos experimentos está no Apêndice 6. Repare que a Tabela 4.3 também mostra o valor de DR obtido pelo SAPEP para cada operação de aterrissagem.

Tabela 4.3: Exemplos de operações de aterrissagem (Tabela completa no Apêndice 6).

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR
1	5000	0,6	1	50	2	5	5	0	0	4065,29
2	5200	0,6	1	50	2	5	5	0	0	4219,90
3	5000	1	1	50	2	5	5	0	0	4211,15
4	5200	1	1	50	2	5	5	0	0	4371,60
5	5000	0,6	3	50	2	5	5	0	0	4465,29
6	5200	0,6	3	50	2	5	5	0	0	4619,90
7	5000	1	3	50	2	5	5	0	0	4611,15
8	5200	1	3	50	2	5	5	0	0	4771,60

4.2.2 Modelagem estatística

A partir dos resultados do SAPEP, foi possível obter os parâmetros de cada fator no modelo matemático, além da significância estatística de cada parâmetro. Lembrando, o modelo matemático do Planejamento de Experimentos é dado pela Equação:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j x_j + \sum_{i < j} \sum b_{ij} x_i x_j + \epsilon \quad (4-1)$$

A Equação 4-2 apresenta o resultado obtido na regressão com os fatores e seus respectivos parâmetros. A Tabela 4.4 apresenta a equivalência entre os fatores da equação e as variáveis do estudo.

$$\begin{aligned} y = & -662,392 + 0,472x_1 - 263,183x_2 + 198,494x_3 + 19,849x_4 \\ & + 198,494x_5 - 38,616x_6 - 39,533x_7 - 812,923x_8 - 643,522x_9 \\ & + 0,103x_1x_2 + 0,018x_1x_6 + 0,019x_1x_7 + 0,202x_1x_8 + 0,155x_1x_9 \\ & + 8,756x_2x_6 + 9,118x_2x_7 + 95,552x_2x_8 + 73,337x_2x_9 + 43,011x_3x_8 \\ & + 33,011x_3x_9 + 4,301x_4x_8 + 3,301x_4x_9 + 43,011x_5x_8 + 33,011x_5x_9 \\ & + 1,641x_6x_7 + 17,199x_6x_8 + 13,2x_6x_9 + 17,91x_7x_8 + 13,746x_7x_9 \\ & + 167,957x_8x_9 \end{aligned} \quad (4-2)$$

Tabela 4.4: *Relação entre os fatores da Equação 4-2 e as variáveis no SAPEP.*

Coeficientes	Fatores
x_1	DAD
x_2	GP
x_3	TF
x_4	EA
x_5	IDD
x_6	EV
x_7	VC
x_8	DFM
x_9	CP
y	DR' (Distância Requerida calculada pela Equação 4-2)

Os resultados indicaram um bom ajuste do modelo de regressão ao conjunto de dados (Equação 4-2) criados a partir do Fatorial Completo com pontos centrais. Os fatores

principais são significativos de acordo com valor de p . O modelo de regressão mostrou-se promissor em relação ao modelo lógico com suas regras de decisão, pois com elas não foi possível visualizar as interações existentes entre os fatores na operação de aterrissagem, que aparecem no modelo de regressão. Por exemplo, a interação entre GP e o EV não está explícita nas regras de decisão do modelo lógico.

Tabela 4.5: Resultados da regressão.

	b	ϵ	signif.
(constante)	-662,392	87,662	1,99e-13 ***
x_1	0,472	0,017	2e-16 ***
x_2	-263,183	84,317	0,0019 **
x_3	198,494	0,571	2e-16 ***
x_4	19,849	0,057	2e-16 ***
x_5	198,494	0,571	2e-16 ***
x_6	-38,616	3,380	2e-16 ***
x_7	-39,533	3,380	2e-16 ***
x_8	-812,923	34,071	2e-16 ***
x_9	-643,522	34,071	2e-16 ***
x_1x_2	0,103	0,016	9,08e-10 ***
x_1x_6	0,018	0,000	2e-16 ***
x_1x_7	0,019	0,000	2e-16 ***
x_1x_8	0,202	0,006	2e-16 ***
x_1x_9	0,155	0,006	2e-16 ***
x_2x_6	8,756	0,329	2e-16 ***
x_2x_7	9,118	0,329	2e-16 ***
x_2x_8	95,552	3,293	2e-16 ***
x_2x_9	73,337	3,293	2e-16 ***
x_3x_8	43,011	0,658	2e-16 ***
x_3x_9	33,011	0,658	2e-16 ***
x_4x_8	4,301	0,0658	2e-16 ***
x_4x_9	3,301	0,0658	2e-16 ***
x_5x_8	43,011	0,658	2e-16 ***
x_5x_9	33,011	0,658	2e-16 ***
x_6x_7	1,641	0,013	2e-16 ***
x_6x_8	17,199	0,131	2e-16 ***
x_6x_9	13,200	0,131	2e-16 ***
x_7x_8	17,910	0,131	2e-16 ***

Continua na próxima página

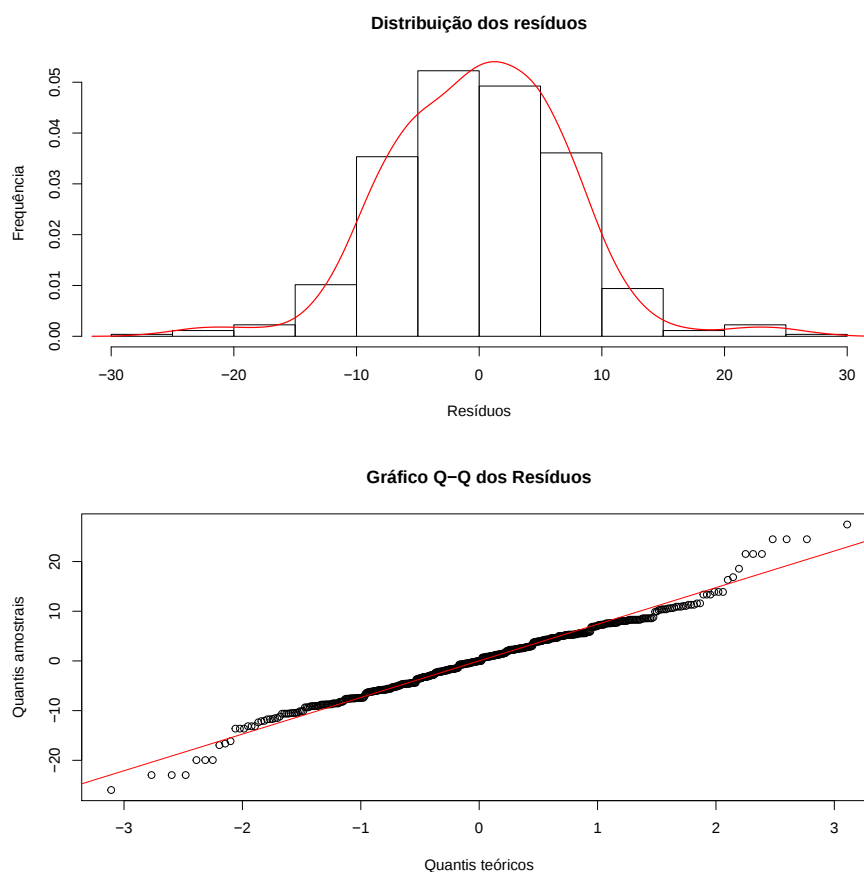
Tabela 4.5 – Resultados da regressão

	b	ε	signif.
x_7x_9	13,746	0,131	2e-16 ***
x_8x_9	167,957	1,296	2e-16 ***

Significância: 0 '***'; 0,001 '**'

Modelo: $p < 2,2e-16$; $R^2 = 1$; $\varepsilon = 7,46$

A Figura 4.4 mostra os gráficos Q-Q e Histograma obtidos a partir dos resultados dos resíduos da regressão (Apêndice 6). A Tabela 4.6 apresenta o resultado do teste de Shapiro – Wilk, indicando também que os resíduos do modelo seguem uma distribuição normal.

**Figura 4.4:** Gráficos da avaliação dos resíduos da regressão.

Assim, a partir do Planejamento Fatorial Completo com pontos centrais, gerou-se um modelo linear. A estatística do modelo indicou boa regressão e resíduos com comportamento normal. Mas como foram criados pontos centrais, testamos um modelo

Tabela 4.6: *Teste de normalidade dos resíduos da regressão.*

teste	significância
<i>Shapiro-Wilk</i> = 0,984	$p = 1,705e-05$

quadrático para os fatores principais. Neste caso, a estatística do modelo quadrático indicou que não houve ganho significativo, portanto ficamos com o modelo linear. Então o modelo linear foi utilizado para construção da Superfície de Resposta.

4.2.3 Superfície de Resposta

Os resultados do modelo foram representados em gráficos de contorno com o objetivo de analisar a Superfície de Resposta obtida pela regressão do modelo da Equação 4-2. A análise da Superfície de Resposta, permite, no caso desta pesquisa, definir a chamada “janela de operação” a cada instante da aterrissagem. Desta forma, dado um conjunto de valores dos fatores, é possível, com o SAPEP, saber se há crise ou não e, com a Superfície de Resposta, o que deverá fazer para evitar ou sair da crise.

Para efeito de esclarecimento, suponha, por exemplo, que está ocorrendo uma operação de aterrissagem em uma pista que tem como Distância Avaliada Disponível (DAD) de 5000 *ft*. A Tabela 4.7 mostra que se os fatores estiverem com seus valores definidos como expressos pela linha da Rodada 257 ou 259, o SAPEP indicará que não há crise ($DAD > DR$). Entretanto, se os valores forem os expressos na linha da Rodada 265 ou 267, o SAPEP indicará que há crise ($DAD < DR$).

Tabela 4.7: *Resultados das operações – variação EA e GP.*

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'
257	5000	0,6	1	50	2	5	5	0	1	4675,08	4667,09
259	5000	1	1	50	2	5	5	0	1	4842,82	4832,94
265	5000	0,6	1	70	2	5	5	0	1	5135,08	5130,10
267	5000	1	1	70	2	5	5	0	1	5302,82	5295,95

Repare, entretanto, que se há uma crise, o SAPEP não oferece o meio para se sair da crise, nem para se evitar uma situação de iminente crise (assim como o ARIPS). A Superfície de Resposta construída a partir do modelo matemático obtido pelo Planejamento de Experimentos permite traçar estratégias para se sair ou evitar uma crise. Continuando no exemplo, os resultados mostram que para a variação de GP e EA em uma pista com DAD de 5000 *ft*, GP de aproximadamente 0,82% e EA próximo a 63 *ft* (indicado como um ponto da Figura 4.5), a aeronave está em uma região crítica, pois ultrapassa a DAD (região vermelha na Figura 4.5). A direção A, indicada na Figura 4.5, com redução da altura da aeronave em relação a pista, poderia ser uma solução.

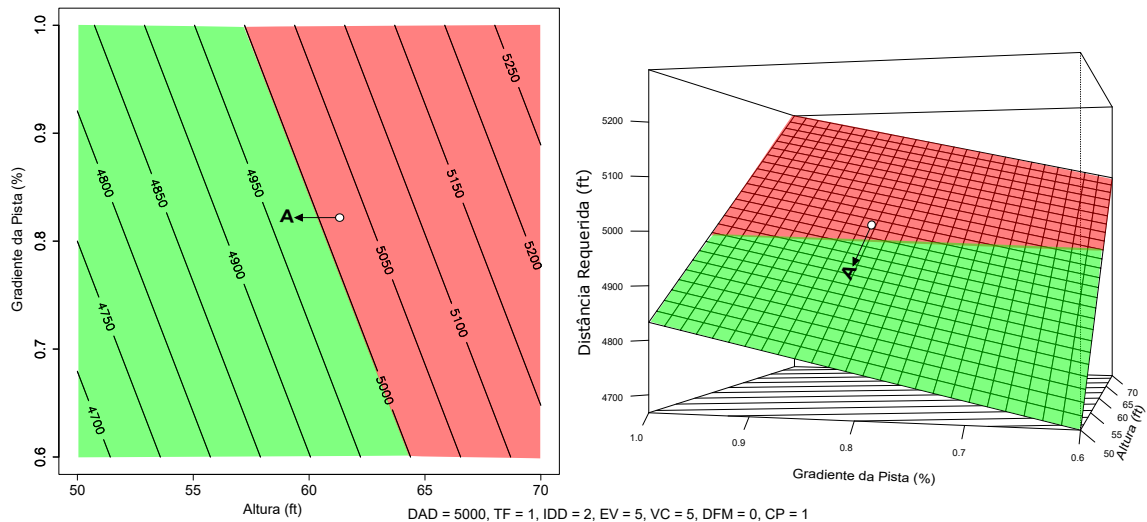


Figura 4.5: Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EA e GP.

Ainda no mesmo exemplo, uma análise da Superfície de Resposta, agora, por meio dos fatores EV e EA, é possível perceber três possibilidades de saída da região crítica, como indicado na Figura 4.6. As saídas da região crítica seriam: na direção A, com a ação de reduzir a altura; na direção B, com a redução da velocidade; na direção C, com a redução conjunta de altura e velocidade.

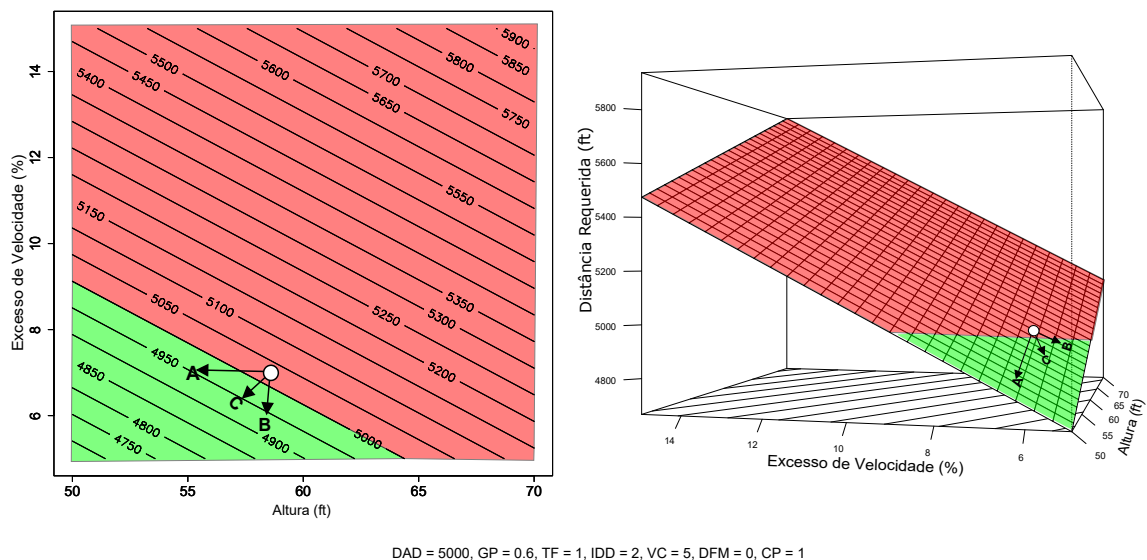


Figura 4.6: Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EA e EV.

Os casos acima, embora corretos, tem um caráter mais didático sobre as possibilidades deste tipo de análise. Um caso mais emblemático, é a janela de operação que a Superfície de Resposta revela para o mesmo exemplo no caso do fator Implementação de Dispositivos de Desaceleração (IDD). A Figura 4.7 mostra quão pequena é a janela de operação (para os valores dos fatores indicados na Figura)!

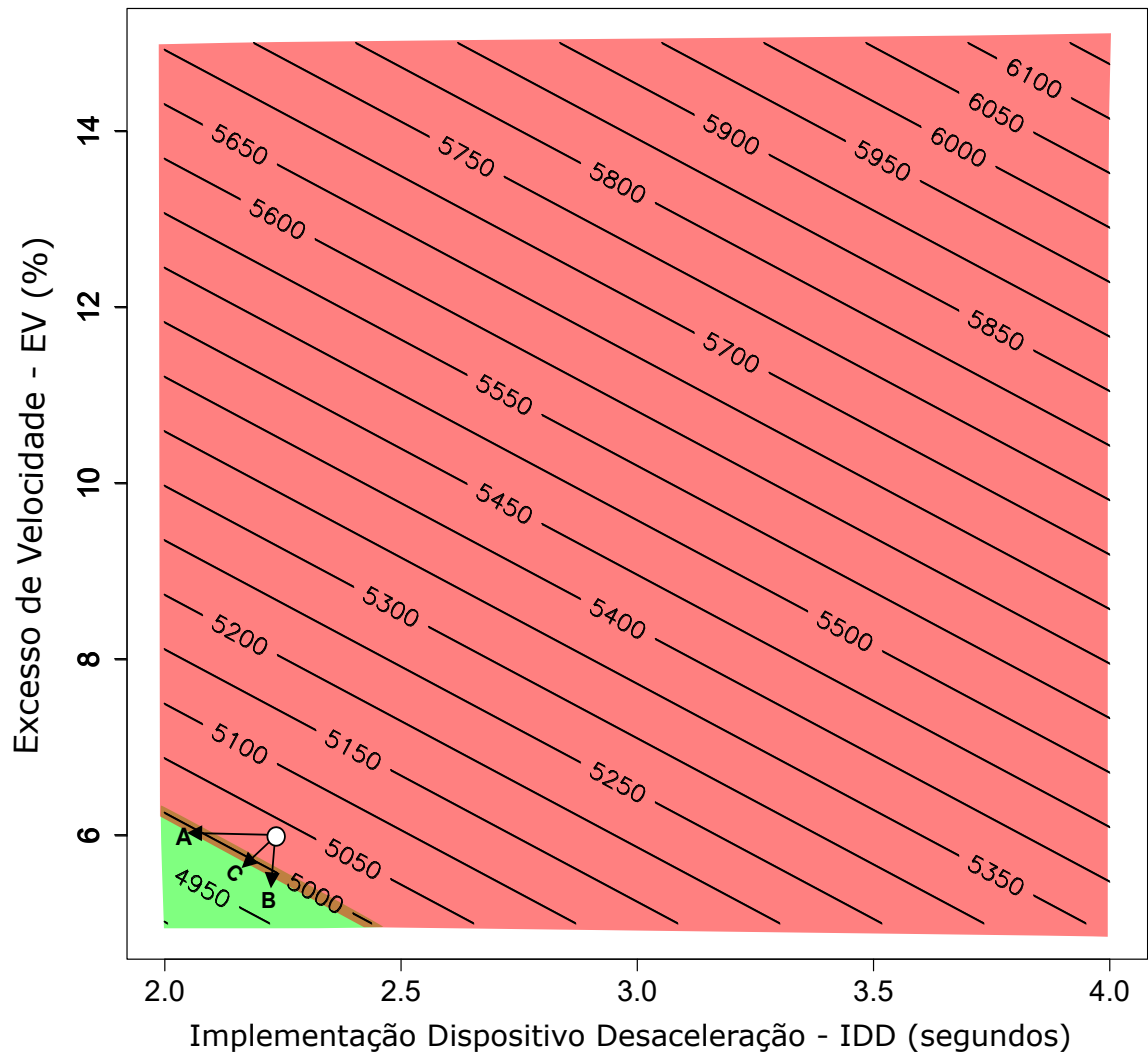


Figura 4.7: Análise da Superfície de Resposta por meio dos fatores EV e IDD.

Desta forma, espera-se ter sido possível exemplificar como o SAPEP, associado a outras técnicas, poderá de fato colaborar com o Gerenciamento de Crises na Aviação Civil ao entregar alertas e sugestões para evitar ou, até mesmo, sair de uma crise de *Overrun*.

Conclusão

A fim de prover um sistema para o Gerenciamento de Crises, com foco na prevenção de acidentes da aviação, este estudo apresentou o SAPEP. A estrutura do SAPEP foi baseada no ARIPS, uma proposta de Shi e colaboradores [18] para casos de Incursão. O SAPEP foi proposto para problemas de Pista, um dos motivos mais frequentes de acidentes e incidentes na Aviação Civil [11].

O SAPEP mostrou-se promissor ao oferecer como resposta a variação da distância requerida para aterrissagem ao utilizar regras de decisão para monitorar e detectar casos de Excursão de Pista com *Overrun*.

O trabalho também apresenta uma Análise de respostas do SAPEP. A análise quantificou a influência de cada fator e suas interações no aumento da distância, por meio do Planejamento de Experimentos. O modelo de regressão obtido mostrou-se razoável, pois ajustou-se ao conjunto de dados e a análise de resíduos mostrou aleatoriedade e distribuição normal. Assim, conforme esses resultados, o modelo mostrou-se capaz de substituir o modelo lógico para predição do aumento da distância requerida, para aterrissagem.

Um estudo, construindo uma Superfície de Resposta, a partir do modelo de regressão, estendeu a capacidade do SAPEP de apenas detectar um evento crítico de *Overrun*, para também oferecer sugestões para que as partes envolvidas executem ações estratégicas de Prevenção.

Além disso, de um modo diferente do trabalho de Wang e colaboradores [23], que utilizaram dados de 293 voos para executar uma Análise de Sensibilidade, este estudo apresentou uma forma de elaborar operações para estudar eventos críticos da Aviação Civil utilizando o Planejamento de Experimentos. Logo, limitações como indisponibilidade de dados de acidentes foram contornadas e resultados puderam ser obtidos.

Neste estudo percebeu-se a necessidade de explorar medidas de prevenção para outros eventos críticos da Aviação Civil. Algumas propostas de trabalhos futuros podem ser sugeridas:

- 1 – Estudar, por meio de simuladores de voo, a capacidade antecipatória do SAPEP.
- 2 – Estudar relações entre os eventos críticos levantados neste estudo (Tabela 2.1).

- 3 – Estender a aplicação da metodologia aplicada no trabalho para outros eventos críticos (Tabela [2.1](#)).
- 4 – Construir o SAPEP como um equipamento aviônico, verificando a sua integração com os outros sistemas aviônicos.
- 5 – Viabilizar a integração de informações sobre acidentes e incidentes reportados e os dados de voo em uma base de dados única e de livre acesso.
- 6 – Explorar as políticas e instruções utilizadas na ocorrência de eventos críticos em todas as fases de um voo, com objetivo de perceber oportunidades de automação e previsão de crises.

Referências Bibliográficas

- [1] ADMINISTRATION, F. A. **Mitigating the risks of a runway overrun upon landing.** Technical report, Federal Aviation Administration, 2014.
- [2] BENABEN, F.; MONTARNAL, A.; TRUPTIL, S.; LAURAS, M.; FERTIER, A.; SALATGE, N.; REBIERE, S. **A conceptual framework and a suite of tools to support crisis management.** In: *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*, 2017.
- [3] BENABEN, F.; TRUPTIL, S.; LAURAS, M.; SALATGE, N. **Management of collaborative behavior through a service-oriented mediation system: the case of crisis management.** In: *Services Computing (SCC), 2015 IEEE International Conference on*, p. 554–561. IEEE, 2015.
- [4] CARTER, W. N. **Disaster management: A disaster manager's handbook.** In: *Disaster management: A disaster manager's handbook*. ADB, 1991.
- [5] DA SILVA, A. R. **Model-driven engineering: A survey supported by the unified conceptual model.** *Computer Languages, Systems & Structures*, 43:139–155, 2015.
- [6] ECK, C. F. **The airline pilots look at runway grooving.** In: *Pavement Grooving and Traction Studies*, volume 5073, p. 147, 1969.
- [7] FOUNDATION, F. S. **Reducing the risk of runway excursions.** Technical report, Flight Safety foundation, 2009.
- [8] GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa.** Atlas, 2002.
- [9] GOTO, Y.; KUBONIWA, R.; CHENG, J. **Development and maintenance environment for anticipatory reasoning-reacting systems.** *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 24:61–72, 2011.
- [10] HAREL, D.; PNUELI, A. **On the development of reactive systems.** Weizmann Institute of Science. Department of Applied Mathematics, 1985.

- [11] ICAO. **International civil aviation organization – istars api data service**. Technical report, International Civil Aviation Organization (ICAO), 2019.
- [12] JIJU, A. **Design of experiments for engineers and scientists**. Burlington, MA: Elsevier Ltd, 2003.
- [13] JONES, D. **Runway excursion at new york laguardia**. Technical report, National Transportation Safety Board, 2017.
- [14] MONTGOMERY, D. C. **Design and analysis of experiments**. John wiley & sons, 2005.
- [15] NETJASOV, F.; JANIC, M. **A review of research on risk and safety modelling in civil aviation**. *Journal of Air Transport Management*, 14(4):213–220, 2008.
- [16] SHI, K. **Making existing reactive systems anticipatory: methodology and case studies**. PhD thesis, Doctoral Dissertation, Graduate School of Science and Engineering, Saitama Univ, 2013.
- [17] SHI, K.; GOTO, Y.; ZHU, Z.; CHENG, J. **Anticipatory runway incursion prevention systems**. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 96(11):2385–2396, 2013.
- [18] SHI, K.; WAGATSUMA, K.; GOTO, Y.; CHENG, J. **World model, predictive model, and behavioral model of an anticipatory reasoning-reacting system for runway incursion prevention**. *International Journal of Computing Anticipatory Systems*, 28:67–87, 2014.
- [19] SONG, X.; ZHANG, J.; ZHAN, C.; XUAN, Y.; YE, M.; XU, C. **Global sensitivity analysis in hydrological modeling: Review of concepts, methods, theoretical framework, and applications**. *Journal of Hydrology*, 523:739 – 757, 2015.
- [20] TÉCNICAS, A. A. B. D. N. **Projeto ABNT 08:020.30-009-1: aeronáutica e espaço – vocabulário – parte 1 – aeronaves**. Rio de Janeiro, 2011.
- [21] THOMPSON, A.; TAYLOR, B. N. **Guide for the use of the international system of units (si)**. Technical report, National Institute of Standards and Technology, 2008.
- [22] WAGNER, D. C.; BARKER, K. **Statistical methods for modeling the risk of runway excursions**. *Journal of Risk Research*, 17(7):885–901, 2014.
- [23] WANG, L.; REN, Y.; WU, C. **Effects of flare operation on landing safety: A study based on anova of real flight data**. *Safety Science*, 102:14 – 25, 2018.

Apêndice

Tabela 6.1: Plano de Experimentos, o resultado obtido pela Equação 4-2 e o Resíduo ($R = DR - DR'$).

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
1	5000	0,6	1	50	2	5	5	0	0	4065,29	4091,27	-25,98
2	5200	0,6	1	50	2	5	5	0	0	4219,9	4236,06	-16,15
3	5000	1	1	50	2	5	5	0	0	4211,15	4227,78	-16,63
4	5200	1	1	50	2	5	5	0	0	4371,6	4380,81	-9,22
5	5000	0,6	3	50	2	5	5	0	0	4465,29	4488,26	-22,97
6	5200	0,6	3	50	2	5	5	0	0	4619,9	4633,04	-13,14
7	5000	1	3	50	2	5	5	0	0	4611,15	4624,77	-13,62
8	5200	1	3	50	2	5	5	0	0	4771,6	4777,8	-6,21
9	5000	0,6	1	70	2	5	5	0	0	4465,29	4488,26	-22,97
10	5200	0,6	1	70	2	5	5	0	0	4619,9	4633,04	-13,14
11	5000	1	1	70	2	5	5	0	0	4611,15	4624,77	-13,62
12	5200	1	1	70	2	5	5	0	0	4771,6	4777,8	-6,21
13	5000	0,6	3	70	2	5	5	0	0	4865,29	4885,24	-19,95
14	5200	0,6	3	70	2	5	5	0	0	5019,9	5030,03	-10,13
15	5000	1	3	70	2	5	5	0	0	5011,15	5021,76	-10,61
16	5200	1	3	70	2	5	5	0	0	5171,6	5174,79	-3,19
17	5000	0,6	1	50	4	5	5	0	0	4465,29	4488,26	-22,97
18	5200	0,6	1	50	4	5	5	0	0	4619,9	4633,04	-13,14
19	5000	1	1	50	4	5	5	0	0	4611,15	4624,77	-13,62
20	5200	1	1	50	4	5	5	0	0	4771,6	4777,8	-6,21
21	5000	0,6	3	50	4	5	5	0	0	4865,29	4885,24	-19,95
22	5200	0,6	3	50	4	5	5	0	0	5019,9	5030,03	-10,13
23	5000	1	3	50	4	5	5	0	0	5011,15	5021,76	-10,61
24	5200	1	3	50	4	5	5	0	0	5171,6	5174,79	-3,19
25	5000	0,6	1	70	4	5	5	0	0	4865,29	4885,24	-19,95
26	5200	0,6	1	70	4	5	5	0	0	5019,9	5030,03	-10,13
27	5000	1	1	70	4	5	5	0	0	5011,15	5021,76	-10,61
28	5200	1	1	70	4	5	5	0	0	5171,6	5174,79	-3,19

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
29	5000	0,6	3	70	4	5	5	0	0	5265,29	5282,23	-16,94
30	5200	0,6	3	70	4	5	5	0	0	5419,9	5427,02	-7,12
31	5000	1	3	70	4	5	5	0	0	5411,15	5418,75	-7,6
32	5200	1	3	70	4	5	5	0	0	5571,6	5571,78	-0,18
33	5000	0,6	1	50	2	15	5	0	0	4768,07	4766,88	1,19
34	5200	0,6	1	50	2	15	5	0	0	4950,79	4948,76	2,03
35	5000	1	1	50	2	15	5	0	0	4940,45	4938,43	2,02
36	5200	1	1	50	2	15	5	0	0	5130,07	5128,54	1,52
37	5000	0,6	3	50	2	15	5	0	0	5168,07	5163,87	4,2
38	5200	0,6	3	50	2	15	5	0	0	5350,79	5345,75	5,04
39	5000	1	3	50	2	15	5	0	0	5340,45	5335,42	5,03
40	5200	1	3	50	2	15	5	0	0	5530,07	5525,53	4,54
41	5000	0,6	1	70	2	15	5	0	0	5168,07	5163,87	4,2
42	5200	0,6	1	70	2	15	5	0	0	5350,79	5345,75	5,04
43	5000	1	1	70	2	15	5	0	0	5340,45	5335,42	5,03
44	5200	1	1	70	2	15	5	0	0	5530,07	5525,53	4,54
45	5000	0,6	3	70	2	15	5	0	0	5568,07	5560,86	7,21
46	5200	0,6	3	70	2	15	5	0	0	5750,79	5742,74	8,06
47	5000	1	3	70	2	15	5	0	0	5740,45	5732,4	8,05
48	5200	1	3	70	2	15	5	0	0	5930,07	5922,52	7,55
49	5000	0,6	1	50	4	15	5	0	0	5168,07	5163,87	4,2
50	5200	0,6	1	50	4	15	5	0	0	5350,79	5345,75	5,04
51	5000	1	1	50	4	15	5	0	0	5340,45	5335,42	5,03
52	5200	1	1	50	4	15	5	0	0	5530,07	5525,53	4,54
53	5000	0,6	3	50	4	15	5	0	0	5568,07	5560,86	7,21
54	5200	0,6	3	50	4	15	5	0	0	5750,79	5742,74	8,06
55	5000	1	3	50	4	15	5	0	0	5740,45	5732,4	8,05
56	5200	1	3	50	4	15	5	0	0	5930,07	5922,52	7,55
57	5000	0,6	1	70	4	15	5	0	0	5568,07	5560,86	7,21
58	5200	0,6	1	70	4	15	5	0	0	5750,79	5742,74	8,06
59	5000	1	1	70	4	15	5	0	0	5740,45	5732,4	8,05
60	5200	1	1	70	4	15	5	0	0	5930,07	5922,52	7,55
61	5000	0,6	3	70	4	15	5	0	0	5968,07	5957,85	10,22
62	5200	0,6	3	70	4	15	5	0	0	6150,79	6139,73	11,07
63	5000	1	3	70	4	15	5	0	0	6140,45	6129,39	11,06
64	5200	1	3	70	4	15	5	0	0	6330,07	6319,51	10,56
65	5000	0,6	1	50	2	5	15	0	0	4799,87	4798,19	1,68
66	5200	0,6	1	50	2	5	15	0	0	4983,86	4981,6	2,26
67	5000	1	1	50	2	5	15	0	0	4973,45	4971,18	2,27

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
68	5200	1	1	50	2	5	15	0	0	5164,39	5162,83	1,55
69	5000	0,6	3	50	2	5	15	0	0	5199,87	5195,18	4,69
70	5200	0,6	3	50	2	5	15	0	0	5383,86	5378,59	5,27
71	5000	1	3	50	2	5	15	0	0	5373,45	5368,17	5,28
72	5200	1	3	50	2	5	15	0	0	5564,39	5559,82	4,57
73	5000	0,6	1	70	2	5	15	0	0	5199,87	5195,18	4,69
74	5200	0,6	1	70	2	5	15	0	0	5383,86	5378,59	5,27
75	5000	1	1	70	2	5	15	0	0	5373,45	5368,17	5,28
76	5200	1	1	70	2	5	15	0	0	5564,39	5559,82	4,57
77	5000	0,6	3	70	2	5	15	0	0	5599,87	5592,17	7,7
78	5200	0,6	3	70	2	5	15	0	0	5783,86	5775,58	8,29
79	5000	1	3	70	2	5	15	0	0	5773,45	5765,16	8,29
80	5200	1	3	70	2	5	15	0	0	5964,39	5956,81	7,58
81	5000	0,6	1	50	4	5	15	0	0	5199,87	5195,18	4,69
82	5200	0,6	1	50	4	5	15	0	0	5383,86	5378,59	5,27
83	5000	1	1	50	4	5	15	0	0	5373,45	5368,17	5,28
84	5200	1	1	50	4	5	15	0	0	5564,39	5559,82	4,57
85	5000	0,6	3	50	4	5	15	0	0	5599,87	5592,17	7,7
86	5200	0,6	3	50	4	5	15	0	0	5783,86	5775,58	8,29
87	5000	1	3	50	4	5	15	0	0	5773,45	5765,16	8,29
88	5200	1	3	50	4	5	15	0	0	5964,39	5956,81	7,58
89	5000	0,6	1	70	4	5	15	0	0	5599,87	5592,17	7,7
90	5200	0,6	1	70	4	5	15	0	0	5783,86	5775,58	8,29
91	5000	1	1	70	4	5	15	0	0	5773,45	5765,16	8,29
92	5200	1	1	70	4	5	15	0	0	5964,39	5956,81	7,58
93	5000	0,6	3	70	4	5	15	0	0	5999,87	5989,16	10,71
94	5200	0,6	3	70	4	5	15	0	0	6183,86	6172,57	11,3
95	5000	1	3	70	4	5	15	0	0	6173,45	6162,15	11,3
96	5200	1	3	70	4	5	15	0	0	6364,39	6353,8	10,59
97	5000	0,6	1	50	2	15	15	0	0	5636,21	5637,94	-1,73
98	5200	0,6	1	50	2	15	15	0	0	5853,66	5858,44	-4,78
99	5000	1	1	50	2	15	15	0	0	5841,35	5845,96	-4,61
100	5200	1	1	50	2	15	15	0	0	6067	6074,7	-7,69
101	5000	0,6	3	50	2	15	15	0	0	6036,21	6034,93	1,28
102	5200	0,6	3	50	2	15	15	0	0	6253,66	6255,43	-1,77
103	5000	1	3	50	2	15	15	0	0	6241,35	6242,95	-1,6
104	5200	1	3	50	2	15	15	0	0	6467	6471,69	-4,68
105	5000	0,6	1	70	2	15	15	0	0	6036,21	6034,93	1,28
106	5200	0,6	1	70	2	15	15	0	0	6253,66	6255,43	-1,77

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
107	5000	1	1	70	2	15	15	0	0	6241,35	6242,95	-1,6
108	5200	1	1	70	2	15	15	0	0	6467	6471,69	-4,68
109	5000	0,6	3	70	2	15	15	0	0	6436,21	6431,92	4,29
110	5200	0,6	3	70	2	15	15	0	0	6653,66	6652,42	1,24
111	5000	1	3	70	2	15	15	0	0	6641,35	6639,94	1,41
112	5200	1	3	70	2	15	15	0	0	6867	6868,67	-1,67
113	5000	0,6	1	50	4	15	15	0	0	6036,21	6034,93	1,28
114	5200	0,6	1	50	4	15	15	0	0	6253,66	6255,43	-1,77
115	5000	1	1	50	4	15	15	0	0	6241,35	6242,95	-1,6
116	5200	1	1	50	4	15	15	0	0	6467	6471,69	-4,68
117	5000	0,6	3	50	4	15	15	0	0	6436,21	6431,92	4,29
118	5200	0,6	3	50	4	15	15	0	0	6653,66	6652,42	1,24
119	5000	1	3	50	4	15	15	0	0	6641,35	6639,94	1,41
120	5200	1	3	50	4	15	15	0	0	6867	6868,67	-1,67
121	5000	0,6	1	70	4	15	15	0	0	6436,21	6431,92	4,29
122	5200	0,6	1	70	4	15	15	0	0	6653,66	6652,42	1,24
123	5000	1	1	70	4	15	15	0	0	6641,35	6639,94	1,41
124	5200	1	1	70	4	15	15	0	0	6867	6868,67	-1,67
125	5000	0,6	3	70	4	15	15	0	0	6836,21	6828,91	7,3
126	5200	0,6	3	70	4	15	15	0	0	7053,66	7049,4	4,25
127	5000	1	3	70	4	15	15	0	0	7041,35	7036,93	4,42
128	5200	1	3	70	4	15	15	0	0	7267	7265,66	1,34
129	5000	0,6	1	50	2	5	5	1	0	4878,35	4867,05	11,29
130	5200	0,6	1	50	2	5	5	1	0	5063,88	5052,31	11,57
131	5000	1	1	50	2	5	5	1	0	5053,38	5041,79	11,59
132	5200	1	1	50	2	5	5	1	0	5245,92	5235,29	10,63
133	5000	0,6	3	50	2	5	5	1	0	5358,35	5350,06	8,28
134	5200	0,6	3	50	2	5	5	1	0	5543,88	5535,32	8,56
135	5000	1	3	50	2	5	5	1	0	5533,38	5524,8	8,58
136	5200	1	3	50	2	5	5	1	0	5725,92	5718,3	7,61
137	5000	0,6	1	70	2	5	5	1	0	5358,35	5350,06	8,28
138	5200	0,6	1	70	2	5	5	1	0	5543,88	5535,32	8,56
139	5000	1	1	70	2	5	5	1	0	5533,38	5524,8	8,58
140	5200	1	1	70	2	5	5	1	0	5725,92	5718,3	7,61
141	5000	0,6	3	70	2	5	5	1	0	5838,35	5833,08	5,27
142	5200	0,6	3	70	2	5	5	1	0	6023,88	6018,33	5,55
143	5000	1	3	70	2	5	5	1	0	6013,38	6007,81	5,57
144	5200	1	3	70	2	5	5	1	0	6205,92	6201,31	4,6
145	5000	0,6	1	50	4	5	5	1	0	5358,35	5350,06	8,28

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
146	5200	0,6	1	50	4	5	5	1	0	5543,88	5535,32	8,56
147	5000	1	1	50	4	5	5	1	0	5533,38	5524,8	8,58
148	5200	1	1	50	4	5	5	1	0	5725,92	5718,3	7,61
149	5000	0,6	3	50	4	5	5	1	0	5838,35	5833,08	5,27
150	5200	0,6	3	50	4	5	5	1	0	6023,88	6018,33	5,55
151	5000	1	3	50	4	5	5	1	0	6013,38	6007,81	5,57
152	5200	1	3	50	4	5	5	1	0	6205,92	6201,31	4,6
153	5000	0,6	1	70	4	5	5	1	0	5838,35	5833,08	5,27
154	5200	0,6	1	70	4	5	5	1	0	6023,88	6018,33	5,55
155	5000	1	1	70	4	5	5	1	0	6013,38	6007,81	5,57
156	5200	1	1	70	4	5	5	1	0	6205,92	6201,31	4,6
157	5000	0,6	3	70	4	5	5	1	0	6318,35	6316,09	2,26
158	5200	0,6	3	70	4	5	5	1	0	6503,88	6501,35	2,54
159	5000	1	3	70	4	5	5	1	0	6493,38	6490,82	2,56
160	5200	1	3	70	4	5	5	1	0	6685,92	6684,32	1,59
161	5000	0,6	1	50	2	15	5	1	0	5721,68	5714,67	7,02
162	5200	0,6	1	50	2	15	5	1	0	5940,95	5937,01	3,94
163	5000	1	1	50	2	15	5	1	0	5928,54	5924,43	4,11
164	5200	1	1	50	2	15	5	1	0	6156,08	6155,01	1,07
165	5000	0,6	3	50	2	15	5	1	0	6201,68	6197,68	4,01
166	5200	0,6	3	50	2	15	5	1	0	6420,95	6420,02	0,93
167	5000	1	3	50	2	15	5	1	0	6408,54	6407,44	1,1
168	5200	1	3	50	2	15	5	1	0	6636,08	6638,03	-1,94
169	5000	0,6	1	70	2	15	5	1	0	6201,68	6197,68	4,01
170	5200	0,6	1	70	2	15	5	1	0	6420,95	6420,02	0,93
171	5000	1	1	70	2	15	5	1	0	6408,54	6407,44	1,1
172	5200	1	1	70	2	15	5	1	0	6636,08	6638,03	-1,94
173	5000	0,6	3	70	2	15	5	1	0	6681,68	6680,69	1
174	5200	0,6	3	70	2	15	5	1	0	6900,95	6903,03	-2,08
175	5000	1	3	70	2	15	5	1	0	6888,54	6890,45	-1,91
176	5200	1	3	70	2	15	5	1	0	7116,08	7121,04	-4,96
177	5000	0,6	1	50	4	15	5	1	0	6201,68	6197,68	4,01
178	5200	0,6	1	50	4	15	5	1	0	6420,95	6420,02	0,93
179	5000	1	1	50	4	15	5	1	0	6408,54	6407,44	1,1
180	5200	1	1	50	4	15	5	1	0	6636,08	6638,03	-1,94
181	5000	0,6	3	50	4	15	5	1	0	6681,68	6680,69	1
182	5200	0,6	3	50	4	15	5	1	0	6900,95	6903,03	-2,08
183	5000	1	3	50	4	15	5	1	0	6888,54	6890,45	-1,91
184	5200	1	3	50	4	15	5	1	0	7116,08	7121,04	-4,96

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
185	5000	0,6	1	70	4	15	5	1	0	6681,68	6680,69	1
186	5200	0,6	1	70	4	15	5	1	0	6900,95	6903,03	-2,08
187	5000	1	1	70	4	15	5	1	0	6888,54	6890,45	-1,91
188	5200	1	1	70	4	15	5	1	0	7116,08	7121,04	-4,96
189	5000	0,6	3	70	4	15	5	1	0	7161,68	7163,7	-2,02
190	5200	0,6	3	70	4	15	5	1	0	7380,95	7386,04	-5,09
191	5000	1	3	70	4	15	5	1	0	7368,54	7373,46	-4,92
192	5200	1	3	70	4	15	5	1	0	7596,08	7604,05	-7,97
193	5000	0,6	1	50	2	5	15	1	0	5759,84	5753,08	6,76
194	5200	0,6	1	50	2	5	15	1	0	5980,64	5976,96	3,68
195	5000	1	1	50	2	5	15	1	0	5968,14	5964,29	3,85
196	5200	1	1	50	2	5	15	1	0	6197,27	6196,41	0,85
197	5000	0,6	3	50	2	5	15	1	0	6239,84	6236,09	3,75
198	5200	0,6	3	50	2	5	15	1	0	6460,64	6459,97	0,67
199	5000	1	3	50	2	5	15	1	0	6448,14	6447,3	0,84
200	5200	1	3	50	2	5	15	1	0	6677,27	6679,42	-2,16
201	5000	0,6	1	70	2	5	15	1	0	6239,84	6236,09	3,75
202	5200	0,6	1	70	2	5	15	1	0	6460,64	6459,97	0,67
203	5000	1	1	70	2	5	15	1	0	6448,14	6447,3	0,84
204	5200	1	1	70	2	5	15	1	0	6677,27	6679,42	-2,16
205	5000	0,6	3	70	2	5	15	1	0	6719,84	6719,1	0,74
206	5200	0,6	3	70	2	5	15	1	0	6940,64	6942,98	-2,34
207	5000	1	3	70	2	5	15	1	0	6928,14	6930,32	-2,18
208	5200	1	3	70	2	5	15	1	0	7157,27	7162,43	-5,17
209	5000	0,6	1	50	4	5	15	1	0	6239,84	6236,09	3,75
210	5200	0,6	1	50	4	5	15	1	0	6460,64	6459,97	0,67
211	5000	1	1	50	4	5	15	1	0	6448,14	6447,3	0,84
212	5200	1	1	50	4	5	15	1	0	6677,27	6679,42	-2,16
213	5000	0,6	3	50	4	5	15	1	0	6719,84	6719,1	0,74
214	5200	0,6	3	50	4	5	15	1	0	6940,64	6942,98	-2,34
215	5000	1	3	50	4	5	15	1	0	6928,14	6930,32	-2,18
216	5200	1	3	50	4	5	15	1	0	7157,27	7162,43	-5,17
217	5000	0,6	1	70	4	5	15	1	0	6719,84	6719,1	0,74
218	5200	0,6	1	70	4	5	15	1	0	6940,64	6942,98	-2,34
219	5000	1	1	70	4	5	15	1	0	6928,14	6930,32	-2,18
220	5200	1	1	70	4	5	15	1	0	7157,27	7162,43	-5,17
221	5000	0,6	3	70	4	5	15	1	0	7199,84	7202,12	-2,27
222	5200	0,6	3	70	4	5	15	1	0	7420,64	7425,99	-5,36
223	5000	1	3	70	4	5	15	1	0	7408,14	7413,33	-5,19

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
224	5200	1	3	70	4	5	15	1	0	7637,27	7645,45	-8,18
225	5000	0,6	1	50	2	15	15	1	0	6763,45	6764,83	-1,37
226	5200	0,6	1	50	2	15	15	1	0	7024,39	7025,79	-1,4
227	5000	1	1	50	2	15	15	1	0	7009,62	7011,06	-1,44
228	5200	1	1	50	2	15	15	1	0	7280,4	7280,27	0,13
229	5000	0,6	3	50	2	15	15	1	0	7243,45	7247,84	-4,39
230	5200	0,6	3	50	2	15	15	1	0	7504,39	7508,8	-4,41
231	5000	1	3	50	2	15	15	1	0	7489,62	7494,08	-4,46
232	5200	1	3	50	2	15	15	1	0	7760,4	7763,28	-2,88
233	5000	0,6	1	70	2	15	15	1	0	7243,45	7247,84	-4,39
234	5200	0,6	1	70	2	15	15	1	0	7504,39	7508,8	-4,41
235	5000	1	1	70	2	15	15	1	0	7489,62	7494,08	-4,46
236	5200	1	1	70	2	15	15	1	0	7760,4	7763,28	-2,88
237	5000	0,6	3	70	2	15	15	1	0	7723,45	7730,85	-7,4
238	5200	0,6	3	70	2	15	15	1	0	7984,39	7991,81	-7,42
239	5000	1	3	70	2	15	15	1	0	7969,62	7977,09	-7,47
240	5200	1	3	70	2	15	15	1	0	8240,4	8246,29	-5,89
241	5000	0,6	1	50	4	15	15	1	0	7243,45	7247,84	-4,39
242	5200	0,6	1	50	4	15	15	1	0	7504,39	7508,8	-4,41
243	5000	1	1	50	4	15	15	1	0	7489,62	7494,08	-4,46
244	5200	1	1	50	4	15	15	1	0	7760,4	7763,28	-2,88
245	5000	0,6	3	50	4	15	15	1	0	7723,45	7730,85	-7,4
246	5200	0,6	3	50	4	15	15	1	0	7984,39	7991,81	-7,42
247	5000	1	3	50	4	15	15	1	0	7969,62	7977,09	-7,47
248	5200	1	3	50	4	15	15	1	0	8240,4	8246,29	-5,89
249	5000	0,6	1	70	4	15	15	1	0	7723,45	7730,85	-7,4
250	5200	0,6	1	70	4	15	15	1	0	7984,39	7991,81	-7,42
251	5000	1	1	70	4	15	15	1	0	7969,62	7977,09	-7,47
252	5200	1	1	70	4	15	15	1	0	8240,4	8246,29	-5,89
253	5000	0,6	3	70	4	15	15	1	0	8203,45	8213,86	-10,41
254	5200	0,6	3	70	4	15	15	1	0	8464,39	8474,83	-10,44
255	5000	1	3	70	4	15	15	1	0	8449,62	8460,1	-10,48
256	5200	1	3	70	4	15	15	1	0	8720,4	8729,3	-8,9
257	5000	0,6	1	50	2	5	5	0	1	4675,08	4667,09	8
258	5200	0,6	1	50	2	5	5	0	1	4852,89	4842,94	9,95
259	5000	1	1	50	2	5	5	0	1	4842,82	4832,94	9,89
260	5200	1	1	50	2	5	5	0	1	5027,34	5017,03	10,31
261	5000	0,6	3	50	2	5	5	0	1	5135,08	5130,1	4,99
262	5200	0,6	3	50	2	5	5	0	1	5312,89	5305,95	6,94

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
263	5000	1	3	50	2	5	5	0	1	5302,82	5295,95	6,87
264	5200	1	3	50	2	5	5	0	1	5487,34	5480,04	7,3
265	5000	0,6	1	70	2	5	5	0	1	5135,08	5130,1	4,99
266	5200	0,6	1	70	2	5	5	0	1	5312,89	5305,95	6,94
267	5000	1	1	70	2	5	5	0	1	5302,82	5295,95	6,87
268	5200	1	1	70	2	5	5	0	1	5487,34	5480,04	7,3
269	5000	0,6	3	70	2	5	5	0	1	5595,08	5593,11	1,97
270	5200	0,6	3	70	2	5	5	0	1	5772,89	5768,96	3,93
271	5000	1	3	70	2	5	5	0	1	5762,82	5758,96	3,86
272	5200	1	3	70	2	5	5	0	1	5947,34	5943,05	4,28
273	5000	0,6	1	50	4	5	5	0	1	5135,08	5130,1	4,99
274	5200	0,6	1	50	4	5	5	0	1	5312,89	5305,95	6,94
275	5000	1	1	50	4	5	5	0	1	5302,82	5295,95	6,87
276	5200	1	1	50	4	5	5	0	1	5487,34	5480,04	7,3
277	5000	0,6	3	50	4	5	5	0	1	5595,08	5593,11	1,97
278	5200	0,6	3	50	4	5	5	0	1	5772,89	5768,96	3,93
279	5000	1	3	50	4	5	5	0	1	5762,82	5758,96	3,86
280	5200	1	3	50	4	5	5	0	1	5947,34	5943,05	4,28
281	5000	0,6	1	70	4	5	5	0	1	5595,08	5593,11	1,97
282	5200	0,6	1	70	4	5	5	0	1	5772,89	5768,96	3,93
283	5000	1	1	70	4	5	5	0	1	5762,82	5758,96	3,86
284	5200	1	1	70	4	5	5	0	1	5947,34	5943,05	4,28
285	5000	0,6	3	70	4	5	5	0	1	6055,08	6056,12	-1,04
286	5200	0,6	3	70	4	5	5	0	1	6232,89	6231,97	0,92
287	5000	1	3	70	4	5	5	0	1	6222,82	6221,97	0,85
288	5200	1	3	70	4	5	5	0	1	6407,34	6406,06	1,27
289	5000	0,6	1	50	2	15	5	0	1	5483,28	5474,71	8,57
290	5200	0,6	1	50	2	15	5	0	1	5693,41	5687,65	5,77
291	5000	1	1	50	2	15	5	0	1	5681,52	5675,59	5,93
292	5200	1	1	50	2	15	5	0	1	5899,58	5896,77	2,81
293	5000	0,6	3	50	2	15	5	0	1	5943,28	5937,72	5,56
294	5200	0,6	3	50	2	15	5	0	1	6153,41	6150,66	2,75
295	5000	1	3	50	2	15	5	0	1	6141,52	6138,6	2,92
296	5200	1	3	50	2	15	5	0	1	6359,58	6359,78	-0,2
297	5000	0,6	1	70	2	15	5	0	1	5943,28	5937,72	5,56
298	5200	0,6	1	70	2	15	5	0	1	6153,41	6150,66	2,75
299	5000	1	1	70	2	15	5	0	1	6141,52	6138,6	2,92
300	5200	1	1	70	2	15	5	0	1	6359,58	6359,78	-0,2
301	5000	0,6	3	70	2	15	5	0	1	6403,28	6400,73	2,55

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
302	5200	0,6	3	70	2	15	5	0	1	6613,41	6613,67	-0,26
303	5000	1	3	70	2	15	5	0	1	6601,52	6601,61	-0,09
304	5200	1	3	70	2	15	5	0	1	6819,58	6822,79	-3,21
305	5000	0,6	1	50	4	15	5	0	1	5943,28	5937,72	5,56
306	5200	0,6	1	50	4	15	5	0	1	6153,41	6150,66	2,75
307	5000	1	1	50	4	15	5	0	1	6141,52	6138,6	2,92
308	5200	1	1	50	4	15	5	0	1	6359,58	6359,78	-0,2
309	5000	0,6	3	50	4	15	5	0	1	6403,28	6400,73	2,55
310	5200	0,6	3	50	4	15	5	0	1	6613,41	6613,67	-0,26
311	5000	1	3	50	4	15	5	0	1	6601,52	6601,61	-0,09
312	5200	1	3	50	4	15	5	0	1	6819,58	6822,79	-3,21
313	5000	0,6	1	70	4	15	5	0	1	6403,28	6400,73	2,55
314	5200	0,6	1	70	4	15	5	0	1	6613,41	6613,67	-0,26
315	5000	1	1	70	4	15	5	0	1	6601,52	6601,61	-0,09
316	5200	1	1	70	4	15	5	0	1	6819,58	6822,79	-3,21
317	5000	0,6	3	70	4	15	5	0	1	6863,28	6863,75	-0,46
318	5200	0,6	3	70	4	15	5	0	1	7073,41	7076,68	-3,27
319	5000	1	3	70	4	15	5	0	1	7061,52	7064,62	-3,1
320	5200	1	3	70	4	15	5	0	1	7279,58	7285,8	-6,22
321	5000	0,6	1	50	2	5	15	0	1	5519,85	5511,47	8,38
322	5200	0,6	1	50	2	5	15	0	1	5731,44	5725,94	5,5
323	5000	1	1	50	2	5	15	0	1	5719,47	5713,8	5,67
324	5200	1	1	50	2	5	15	0	1	5939,05	5936,51	2,54
325	5000	0,6	3	50	2	5	15	0	1	5979,85	5974,49	5,36
326	5200	0,6	3	50	2	5	15	0	1	6191,44	6188,95	2,49
327	5000	1	3	50	2	5	15	0	1	6179,47	6176,81	2,66
328	5200	1	3	50	2	5	15	0	1	6399,05	6399,52	-0,47
329	5000	0,6	1	70	2	5	15	0	1	5979,85	5974,49	5,36
330	5200	0,6	1	70	2	5	15	0	1	6191,44	6188,95	2,49
331	5000	1	1	70	2	5	15	0	1	6179,47	6176,81	2,66
332	5200	1	1	70	2	5	15	0	1	6399,05	6399,52	-0,47
333	5000	0,6	3	70	2	5	15	0	1	6439,85	6437,5	2,35
334	5200	0,6	3	70	2	5	15	0	1	6651,44	6651,97	-0,52
335	5000	1	3	70	2	5	15	0	1	6639,47	6639,82	-0,35
336	5200	1	3	70	2	5	15	0	1	6859,05	6862,53	-3,49
337	5000	0,6	1	50	4	5	15	0	1	5979,85	5974,49	5,36
338	5200	0,6	1	50	4	5	15	0	1	6191,44	6188,95	2,49
339	5000	1	1	50	4	5	15	0	1	6179,47	6176,81	2,66
340	5200	1	1	50	4	5	15	0	1	6399,05	6399,52	-0,47

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
341	5000	0,6	3	50	4	5	15	0	1	6439,85	6437,5	2,35
342	5200	0,6	3	50	4	5	15	0	1	6651,44	6651,97	-0,52
343	5000	1	3	50	4	5	15	0	1	6639,47	6639,82	-0,35
344	5200	1	3	50	4	5	15	0	1	6859,05	6862,53	-3,49
345	5000	0,6	1	70	4	5	15	0	1	6439,85	6437,5	2,35
346	5200	0,6	1	70	4	5	15	0	1	6651,44	6651,97	-0,52
347	5000	1	1	70	4	5	15	0	1	6639,47	6639,82	-0,35
348	5200	1	1	70	4	5	15	0	1	6859,05	6862,53	-3,49
349	5000	0,6	3	70	4	5	15	0	1	6899,85	6900,51	-0,66
350	5200	0,6	3	70	4	5	15	0	1	7111,44	7114,98	-3,53
351	5000	1	3	70	4	5	15	0	1	7099,47	7102,83	-3,37
352	5200	1	3	70	4	5	15	0	1	7319,05	7325,54	-6,5
353	5000	0,6	1	50	2	15	15	0	1	6481,64	6483,23	-1,59
354	5200	0,6	1	50	2	15	15	0	1	6731,71	6734,79	-3,08
355	5000	1	1	50	2	15	15	0	1	6717,55	6720,58	-3,03
356	5200	1	1	50	2	15	15	0	1	6977,05	6980,38	-3,32
357	5000	0,6	3	50	2	15	15	0	1	6941,64	6946,24	-4,6
358	5200	0,6	3	50	2	15	15	0	1	7191,71	7197,8	-6,09
359	5000	1	3	50	2	15	15	0	1	7177,55	7183,59	-6,04
360	5200	1	3	50	2	15	15	0	1	7437,05	7443,39	-6,34
361	5000	0,6	1	70	2	15	15	0	1	6941,64	6946,24	-4,6
362	5200	0,6	1	70	2	15	15	0	1	7191,71	7197,8	-6,09
363	5000	1	1	70	2	15	15	0	1	7177,55	7183,59	-6,04
364	5200	1	1	70	2	15	15	0	1	7437,05	7443,39	-6,34
365	5000	0,6	3	70	2	15	15	0	1	7401,64	7409,25	-7,61
366	5200	0,6	3	70	2	15	15	0	1	7651,71	7660,81	-9,1
367	5000	1	3	70	2	15	15	0	1	7637,55	7646,61	-9,05
368	5200	1	3	70	2	15	15	0	1	7897,05	7906,4	-9,35
369	5000	0,6	1	50	4	15	15	0	1	6941,64	6946,24	-4,6
370	5200	0,6	1	50	4	15	15	0	1	7191,71	7197,8	-6,09
371	5000	1	1	50	4	15	15	0	1	7177,55	7183,59	-6,04
372	5200	1	1	50	4	15	15	0	1	7437,05	7443,39	-6,34
373	5000	0,6	3	50	4	15	15	0	1	7401,64	7409,25	-7,61
374	5200	0,6	3	50	4	15	15	0	1	7651,71	7660,81	-9,1
375	5000	1	3	50	4	15	15	0	1	7637,55	7646,61	-9,05
376	5200	1	3	50	4	15	15	0	1	7897,05	7906,4	-9,35
377	5000	0,6	1	70	4	15	15	0	1	7401,64	7409,25	-7,61
378	5200	0,6	1	70	4	15	15	0	1	7651,71	7660,81	-9,1
379	5000	1	1	70	4	15	15	0	1	7637,55	7646,61	-9,05

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
380	5200	1	1	70	4	15	15	0	1	7897,05	7906,4	-9,35
381	5000	0,6	3	70	4	15	15	0	1	7861,64	7872,27	-10,62
382	5200	0,6	3	70	4	15	15	0	1	8111,71	8123,82	-12,11
383	5000	1	3	70	4	15	15	0	1	8097,55	8109,62	-12,06
384	5200	1	3	70	4	15	15	0	1	8357,05	8369,41	-12,36
385	5000	0,6	1	50	2	5	5	1	1	5610,1	5610,83	-0,73
386	5200	0,6	1	50	2	5	5	1	1	5823,46	5827,15	-3,68
387	5000	1	1	50	2	5	5	1	1	5811,39	5814,9	-3,51
388	5200	1	1	50	2	5	5	1	1	6032,8	6039,46	-6,66
389	5000	0,6	3	50	2	5	5	1	1	6162,1	6159,86	2,24
390	5200	0,6	3	50	2	5	5	1	1	6375,46	6376,18	-0,72
391	5000	1	3	50	2	5	5	1	1	6363,39	6363,94	-0,55
392	5200	1	3	50	2	5	5	1	1	6584,8	6588,5	-3,69
393	5000	0,6	1	70	2	5	5	1	1	6162,1	6159,86	2,24
394	5200	0,6	1	70	2	5	5	1	1	6375,46	6376,18	-0,72
395	5000	1	1	70	2	5	5	1	1	6363,39	6363,94	-0,55
396	5200	1	1	70	2	5	5	1	1	6584,8	6588,5	-3,69
397	5000	0,6	3	70	2	5	5	1	1	6714,1	6708,9	5,2
398	5200	0,6	3	70	2	5	5	1	1	6927,46	6925,22	2,25
399	5000	1	3	70	2	5	5	1	1	6915,39	6912,97	2,42
400	5200	1	3	70	2	5	5	1	1	7136,8	7137,53	-0,73
401	5000	0,6	1	50	4	5	5	1	1	6162,1	6159,86	2,24
402	5200	0,6	1	50	4	5	5	1	1	6375,46	6376,18	-0,72
403	5000	1	1	50	4	5	5	1	1	6363,39	6363,94	-0,55
404	5200	1	1	50	4	5	5	1	1	6584,8	6588,5	-3,69
405	5000	0,6	3	50	4	5	5	1	1	6714,1	6708,9	5,2
406	5200	0,6	3	50	4	5	5	1	1	6927,46	6925,22	2,25
407	5000	1	3	50	4	5	5	1	1	6915,39	6912,97	2,42
408	5200	1	3	50	4	5	5	1	1	7136,8	7137,53	-0,73
409	5000	0,6	1	70	4	5	5	1	1	6714,1	6708,9	5,2
410	5200	0,6	1	70	4	5	5	1	1	6927,46	6925,22	2,25
411	5000	1	1	70	4	5	5	1	1	6915,39	6912,97	2,42
412	5200	1	1	70	4	5	5	1	1	7136,8	7137,53	-0,73
413	5000	0,6	3	70	4	5	5	1	1	7266,1	7257,93	8,17
414	5200	0,6	3	70	4	5	5	1	1	7479,46	7474,25	5,21
415	5000	1	3	70	4	5	5	1	1	7467,39	7462	5,38
416	5200	1	3	70	4	5	5	1	1	7688,8	7686,56	2,24
417	5000	0,6	1	50	2	15	5	1	1	6579,94	6590,45	-10,51
418	5200	0,6	1	50	2	15	5	1	1	6832,09	6843,85	-11,76

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
419	5000	1	1	50	2	15	5	1	1	6817,82	6829,55	-11,73
420	5200	1	1	50	2	15	5	1	1	7079,49	7091,19	-11,7
421	5000	0,6	3	50	2	15	5	1	1	7131,94	7139,48	-7,55
422	5200	0,6	3	50	2	15	5	1	1	7384,09	7392,89	-8,79
423	5000	1	3	50	2	15	5	1	1	7369,82	7378,58	-8,76
424	5200	1	3	50	2	15	5	1	1	7631,49	7640,23	-8,73
425	5000	0,6	1	70	2	15	5	1	1	7131,94	7139,48	-7,55
426	5200	0,6	1	70	2	15	5	1	1	7384,09	7392,89	-8,79
427	5000	1	1	70	2	15	5	1	1	7369,82	7378,58	-8,76
428	5200	1	1	70	2	15	5	1	1	7631,49	7640,23	-8,73
429	5000	0,6	3	70	2	15	5	1	1	7683,94	7688,52	-4,58
430	5200	0,6	3	70	2	15	5	1	1	7936,09	7941,92	-5,83
431	5000	1	3	70	2	15	5	1	1	7921,82	7927,62	-5,79
432	5200	1	3	70	2	15	5	1	1	8183,49	8189,26	-5,77
433	5000	0,6	1	50	4	15	5	1	1	7131,94	7139,48	-7,55
434	5200	0,6	1	50	4	15	5	1	1	7384,09	7392,89	-8,79
435	5000	1	1	50	4	15	5	1	1	7369,82	7378,58	-8,76
436	5200	1	1	50	4	15	5	1	1	7631,49	7640,23	-8,73
437	5000	0,6	3	50	4	15	5	1	1	7683,94	7688,52	-4,58
438	5200	0,6	3	50	4	15	5	1	1	7936,09	7941,92	-5,83
439	5000	1	3	50	4	15	5	1	1	7921,82	7927,62	-5,79
440	5200	1	3	50	4	15	5	1	1	8183,49	8189,26	-5,77
441	5000	0,6	1	70	4	15	5	1	1	7683,94	7688,52	-4,58
442	5200	0,6	1	70	4	15	5	1	1	7936,09	7941,92	-5,83
443	5000	1	1	70	4	15	5	1	1	7921,82	7927,62	-5,79
444	5200	1	1	70	4	15	5	1	1	8183,49	8189,26	-5,77
445	5000	0,6	3	70	4	15	5	1	1	8235,94	8237,55	-1,62
446	5200	0,6	3	70	4	15	5	1	1	8488,09	8490,96	-2,86
447	5000	1	3	70	4	15	5	1	1	8473,82	8476,65	-2,83
448	5200	1	3	70	4	15	5	1	1	8735,49	8738,3	-2,8
449	5000	0,6	1	50	2	5	15	1	1	6623,82	6634,32	-10,5
450	5200	0,6	1	50	2	5	15	1	1	6877,73	6889,26	-11,52
451	5000	1	1	50	2	5	15	1	1	6863,36	6874,86	-11,5
452	5200	1	1	50	2	5	15	1	1	7126,86	7138,04	-11,19
453	5000	0,6	3	50	2	5	15	1	1	7175,82	7183,35	-7,53
454	5200	0,6	3	50	2	5	15	1	1	7429,73	7438,29	-8,56
455	5000	1	3	50	2	5	15	1	1	7415,36	7423,9	-8,54
456	5200	1	3	50	2	5	15	1	1	7678,86	7687,08	-8,22
457	5000	0,6	1	70	2	5	15	1	1	7175,82	7183,35	-7,53

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
458	5200	0,6	1	70	2	5	15	1	1	7429,73	7438,29	-8,56
459	5000	1	1	70	2	5	15	1	1	7415,36	7423,9	-8,54
460	5200	1	1	70	2	5	15	1	1	7678,86	7687,08	-8,22
461	5000	0,6	3	70	2	5	15	1	1	7727,82	7732,39	-4,57
462	5200	0,6	3	70	2	5	15	1	1	7981,73	7987,33	-5,59
463	5000	1	3	70	2	5	15	1	1	7967,36	7972,93	-5,57
464	5200	1	3	70	2	5	15	1	1	8230,86	8236,11	-5,26
465	5000	0,6	1	50	4	5	15	1	1	7175,82	7183,35	-7,53
466	5200	0,6	1	50	4	5	15	1	1	7429,73	7438,29	-8,56
467	5000	1	1	50	4	5	15	1	1	7415,36	7423,9	-8,54
468	5200	1	1	50	4	5	15	1	1	7678,86	7687,08	-8,22
469	5000	0,6	3	50	4	5	15	1	1	7727,82	7732,39	-4,57
470	5200	0,6	3	50	4	5	15	1	1	7981,73	7987,33	-5,59
471	5000	1	3	50	4	5	15	1	1	7967,36	7972,93	-5,57
472	5200	1	3	50	4	5	15	1	1	8230,86	8236,11	-5,26
473	5000	0,6	1	70	4	5	15	1	1	7727,82	7732,39	-4,57
474	5200	0,6	1	70	4	5	15	1	1	7981,73	7987,33	-5,59
475	5000	1	1	70	4	5	15	1	1	7967,36	7972,93	-5,57
476	5200	1	1	70	4	5	15	1	1	8230,86	8236,11	-5,26
477	5000	0,6	3	70	4	5	15	1	1	8279,82	8281,42	-1,6
478	5200	0,6	3	70	4	5	15	1	1	8533,73	8536,36	-2,63
479	5000	1	3	70	4	5	15	1	1	8519,36	8521,97	-2,61
480	5200	1	3	70	4	5	15	1	1	8782,86	8785,15	-2,29
481	5000	0,6	1	50	2	15	15	1	1	7777,97	7778,07	-0,1
482	5200	0,6	1	50	2	15	15	1	1	8078,05	8070,1	7,95
483	5000	1	1	50	2	15	15	1	1	8061,06	8053,64	7,42
484	5200	1	1	50	2	15	15	1	1	8372,47	8353,91	18,56
485	5000	0,6	3	50	2	15	15	1	1	8329,97	8327,11	2,86
486	5200	0,6	3	50	2	15	15	1	1	8630,05	8619,13	10,92
487	5000	1	3	50	2	15	15	1	1	8613,06	8602,68	10,38
488	5200	1	3	50	2	15	15	1	1	8924,47	8902,94	21,52
489	5000	0,6	1	70	2	15	15	1	1	8329,97	8327,11	2,86
490	5200	0,6	1	70	2	15	15	1	1	8630,05	8619,13	10,92
491	5000	1	1	70	2	15	15	1	1	8613,06	8602,68	10,38
492	5200	1	1	70	2	15	15	1	1	8924,47	8902,94	21,52
493	5000	0,6	3	70	2	15	15	1	1	8881,97	8876,14	5,83
494	5200	0,6	3	70	2	15	15	1	1	9182,05	9168,17	13,88
495	5000	1	3	70	2	15	15	1	1	9165,06	9151,71	13,35
496	5200	1	3	70	2	15	15	1	1	9476,47	9451,98	24,49

Continua na próxima página

Rodada	DAD	GP	TF	EA	IDD	EV	VC	DFM	CP	DR	DR'	R
497	5000	0,6	1	50	4	15	15	1	1	8329,97	8327,11	2,86
498	5200	0,6	1	50	4	15	15	1	1	8630,05	8619,13	10,92
499	5000	1	1	50	4	15	15	1	1	8613,06	8602,68	10,38
500	5200	1	1	50	4	15	15	1	1	8924,47	8902,94	21,52
501	5000	0,6	3	50	4	15	15	1	1	8881,97	8876,14	5,83
502	5200	0,6	3	50	4	15	15	1	1	9182,05	9168,17	13,88
503	5000	1	3	50	4	15	15	1	1	9165,06	9151,71	13,35
504	5200	1	3	50	4	15	15	1	1	9476,47	9451,98	24,49
505	5000	0,6	1	70	4	15	15	1	1	8881,97	8876,14	5,83
506	5200	0,6	1	70	4	15	15	1	1	9182,05	9168,17	13,88
507	5000	1	1	70	4	15	15	1	1	9165,06	9151,71	13,35
508	5200	1	1	70	4	15	15	1	1	9476,47	9451,98	24,49
509	5000	0,6	3	70	4	15	15	1	1	9433,97	9425,18	8,79
510	5200	0,6	3	70	4	15	15	1	1	9734,05	9717,2	16,85
511	5000	1	3	70	4	15	15	1	1	9717,06	9700,75	16,32
512	5200	1	3	70	4	15	15	1	1	10028,47	10001,01	27,45
513	5100	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7726,03	7726,03	0
514	5000	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7596,18	7596,88	-0,7
515	5200	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7855,87	7855,17	0,7
516	5100	0,6	2	60	3	10	10	1	1	7603,4	7604,05	-0,66
517	5100	1	2	60	3	10	10	1	1	7848,66	7848	0,66
518	5100	0,8	1	60	3	10	10	1	1	7450,03	7451,51	-1,48
519	5100	0,8	3	60	3	10	10	1	1	8002,03	8000,54	1,48
520	5100	0,8	2	50	3	10	10	1	1	7450,03	7451,51	-1,48
521	5100	0,8	2	70	3	10	10	1	1	8002,03	8000,54	1,48
522	5100	0,8	2	60	2	10	10	1	1	7450,03	7451,51	-1,48
523	5100	0,8	2	60	4	10	10	1	1	8002,03	8000,54	1,48
524	5100	0,8	2	60	3	5	10	1	1	7174,19	7177,15	-2,96
525	5100	0,8	2	60	3	15	10	1	1	8277,86	8274,9	2,96
526	5100	0,8	2	60	3	10	5	1	1	7151,39	7154,47	-3,09
527	5100	0,8	2	60	3	10	15	1	1	8300,66	8297,58	3,09
528	5100	0,8	2	60	3	10	10	0	1	6438,36	6438,36	0
529	5100	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7726,03	7726,03	0
530	5100	0,8	2	60	3	10	10	1	0	6718,28	6718,28	0
531	5100	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7726,03	7726,03	0
532	5100	0,8	2	60	3	10	10	1	1	7726,03	7726,03	0