

Bibliografia

- [1] Williams, C. Arthur et al.: "Risk Management and Insurance", sétima edição McGraw-Hill, Inc, 1995.
- [2] W. Kent Muhlbauer: "Pipeline Risk Management Manual", 1996, Gulf Publishing Company, Houston, Texas.
- [3] API Std 1160 - Managing System Integrity for Hazardous Liquid / API.2001. 86p.il.:27,94cm.Norma Técnica – API / 2001.
- [4] R. J. Cizelj et al.: "Component reliability assessment using quantitative and qualitative data", Reliability Engineering and Systems Safety 71 (2001) pp. 81-95.
- [5] Christian Kirchsteiger: "On the use of probability and deterministic methods in Risk analysis", Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 12 pp. 399-419, 1999.
- [6] www.nts.gov
- [7] Fu, B. et al.: "Methods for assessing corroded pipeline – review, validation and recommendations",
http://www.advanticatechinc.com/Library_Items/Technical_Papers/Papers
- [8] S. Bonvinivi, et al.: " Risk analysis of hazardous materials transportation: evaluating uncertainty by means of fuzzy logic", Journal of Hazardous Materials 62 (1998), pp. 59-74.
- [9] A . B. Zolotukin, Use of Fuzzy Sets Theory in Qualitative and Quantitative Risk Assessment SPE International Conference on health, Safety, and the environment in Oil and Gas Exploration and Production held in Stavanger, Norway, 26-28 Junho 2000
- [10] Roberval Luna da Silva: " Avaliação da vida útil de instalações metálicas antigas com base nos dados subjetivos de inspeção, Conferencia sobre tecnologia de Equipamentos COTEQ 1999, pp. 30-33.
- [11] W. G. de Ru: "Risk analysis modelling with the use of fuzzy logic", Computers & Security Vol. 15, No. 3 pp. 239-248, 1996 .
- [12] Cláudio de Brito Garcia: "Avaliação Qualitativa de Riscos Através da Lógica Fuzzy Associada à Técnica de Análise Preliminar de Perigos", tese apresentada ao curso de Pós-graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de

Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ciências em Engenharia Química.

- [13] Kenji Ikejima, Dan M. Frangopol: "Risk assessment for gas pipelines using fuzzy sets", Civil Engineer Systems, 1987. Vol. 4, pp:147-152
- [14] Adrian A. Hopgood: "Intelligent Systems for Engineers and Scientist", 2nd ed.
- [15] Mario Pezzi Filho: "Aplicação de IBR, Inspeção Baseada Em Risco, a Oleodutos Segundo O API 581 BRD Verificação de Consistência com as Práticas Usuais da Indústria para Avaliação de Risco", dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.
- [16] G. Spadoni et. al.: "A numerical procedure for assessing risks from road transport of dangerous substances" Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 8 No. 8 pp. 245-252, 1995.
- [17] W. G. de Ru: "Risk analysis modelling with the use of fuzzy logic", Computers&Security Vol. 15, No. 3 pp. 239-248, 1996 .
- [18] Cox, E., "The fuzzy systems handbook : a practitioner's guide to building, using, and maintaining fuzzy systems", Boston : AP Professional, 1994.
- [19] Marcia de Paiva:" Aplicação de técnicas da engenharia do conhecimento para a avaliação das condições de segurança de sistemas estruturais", Tese submetida ao corpo docente da coordenação dos programas de pós-graduação em engenharia da universidade federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de doutor em ciências em engenharia civil, Março de 1996.
- [20] Jose A. Bogarin, et al:" Uma estratégia baseada em conhecimento e lógica fuzzy para a avaliação da vida útil de equipamentos com trincas", Conferencia sobre tecnologia de equipamento COTEQ 96, pp. 37-40.
- [21] Bastian Andreas: "Identifying fuzzy models utilizing genetic programming", [Volume 113, Issue 3](#) , 1 August 2000, p. 333-350
- [22] Michael R. Acton et al.:"The development of the PIPESAFE Risk assessment package for gas transmission pipeline", Volume 1 ASME 1998,pp.1-7.
- [23] Pipeline Accident Report: Pipeline rupture and Subsequent Fire in Billingham, Washington Juno 10, 1999.

- [24] Keith Hollaway: NTSB determines that New Mexico Pipeline Rupture and Fire were caused by internal corrosion.
- [25] <http://www.uneptie.org/pc/apell/disasters/lists/cstransport.html>
- [26] <http://ambicenter.com.br/petrobras20.htm>
- [27] <http://ops.dot.gov/stats.htm>
- [28] Faisal I. Khan, S.A. Abbasi: "Major accidents in process industries and an analysis of causes and consequences", Journal of Loss Prevention in the Process Industries 12 (1999) pp. 361-378.
- [29] John L. Kennedy: "Oil and Gas pipeline fundamentals", PennWell Books, second edition 1993.
- [30] "Risk Based Inspection Base Resource Document", Publication 581-API, Primeira edição 2000
- [31] Faisal I. Khan, S. A. Abbasi : "Techniques and Methodologies for Risk analysis in Chemical Process Industries", Journal Loss Prevention in the Process Industries 11 (2000), pp. 261-277.
- [32] Biagiotti, Steve, et al. : "Formalizing Pipeline Integrity with Risk Assessment Methods & Tools", 2000 International Pipeline Conference - Volume 1 ASME 2000, pp. 31-39.
- [33] G.J. Stam, et al.: "Environmental risk, towards an integrated assessment to industrial activities", Journal of Hazardous Materials 61 (1998), pp. 371-374.
- [34] Asa Scott : "Environment - Accident - Index: validation of a model", Journal Loss Prevention in the Process Industries 61 (1998), pp. 305-312.
- [35] Philipp e Jarion: "Value at Risk: The new Benchmark for controlling marked Risk", Chicago: Irwin, 1997.
- [36] Acton, M.R., Gosse, A. J.: "Pipeline Risk Assessment – New Developments for Natural Gas Hydrocarbon Pipelines"
- [37] http://www.twi.co.uk/j32k/unprotected/band_1/riskwise_pipe.html
- [38] <http://www.bass-trigon.com/Default.htm>
- [39] <http://www.mjharden.com/pipeline/products/pipeviewrisk.html>
- [40] http://www.vrj.com.au/vrj_paper.htm
- [41] www.dynamicrisk.net/CustomSoftware.html
- [42] Ron S. Burdyllo and Audrey I.L.: "Enhanced pipeline integrity at lower cost – a pipeline integrity prioritization model", 2000 International Pipeline conference – Volume 2 ASME 2000

- [43] Muhlbauer, W. K.: “Scheduling Integrity Re-verifications”, published in Pipeline Pigging, Rehabilitation, and Repair Conference Proceedings, by Pipes and Pipelines International, January 2002, Houston.
- [44] Muhlbauer, W. K.: "Key Note Address: Pipeline Risk Management", published in Conference Proceedings, by API Workshop, Sep 2001, Houston
- [45] Stuart G. Reid: “Perception and communications of risk, and the importance of dependability”, Structural Safety 21(1999) pp. 373-384.
- [46] Alberto Ildefonso e José Luiz de França Freire: “Incorporação De Incerteza No Modelo De Muhlbauer Usando Conceitos Fuzzy”, trabalho técnico apresentado na sétima Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 ao 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis SC.
- [47] J.W. Kim et al.: “An integrated framework to the predictive error analysis in emergency situation”, Journal Loss Prevention in the Process Industries 15 (2002), pp. 97-104.
- [48] Ester Galli: “A sociological case study of occupational accidents in the Brazilian petrochemical industry”, Accident Analisys Preventions 31 (1999) pp. 297-304.
- [49] Arnoldos, J. et al.: “ Design of a computer tool for the evaluation of the consequences of accidental natural gas releases in distribution pipes”, Journal of Loss Prevention in the process industries 11(1980) p. 135-148.
- [50] Falabella, D.: “Analytical parameters for determining the integrity of a gás pipeline systems”, Society of Petroleum Engineers, SPE
- [51] Methodos for assessing corroded pipeline, p.101-109.
- [52] Petrobrás: “Diretrizes para integridade de dutos”,
- [53] Bruno M. da Fonseca e Oswaldo G. Filho: “IBR x Regulamentos – Um levantamento da Relação do IBR com os Regulamentos Regulatórios de Diversos Países”, trabalho técnico apresentado na sétima Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 ao 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis SC.
- [54] J. Tischuck: “Economic of Risk based inspection and maintenance”, Australian RBI Conference 2002,
- [55] John Willcoks and Yong Bai: “ Risk Based Inspection and Integrity management of pipeline systems”

- [56] Gutemberg de Souza Pimenta et al.: “Estado da Arte do Monitoramento da corrosão nos Dutos da Transpetro”, trabalho técnico apresentado na sétima Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 ao 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis SC.
- [57] Nikola K. Kasabov: “On-line learning, reasoning, rule extraction and aggregation in locally optimized evolving fuzzy neural networks, Neurocomputing 41 (2001) 25}45.
- [58] Alberto Ildefonso: " Um Procedimento Preliminar para a Avaliação de Integridade Estrutural Aplicado as Estruturas de Grande Porte", Tese de Mestrado apresentado ao departamento de engenharia Mecânica da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, maio 2000.
- [59] Kiefner, J. F. & Vieth, P. H., “New method corrects criterium for evaluating corroded pipe”, Journal Oil Gas 6 (1990) 56-9.
- [60] Bruno Eckstein: “Medição de espessura: Como avaliar a consistência e a confiabilidade dos dados Existentes Para Usá-los no Cálculo da Probabilidade Futura de Falha”, trabalho técnico apresentado na sétima Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 ao 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis SC.
- [61] Paul Slovic: “ The Risk game”, Journal of Hazardous Materials 86 (2001) 17-24.
- [62] Jan Jantzen: “Tutorial on fuzzy logic”. www.iau.dtu.dk/~jj/pubs/logic.pdf.
- [63] Zadeh, L. A. :” Outlina of a new approach to tha analysis of complex systems and Decision Process”, IEEE Transaction on systems, man ans cibernetics, vol. 3, No. 1, January 1973.
- [64] J.L.F. Freire et al.:" Gerenciamento de riscos e avaliação da integridade estrutural em dutos: Uma avaliação através da lógica nebulosa", Conferencia sobre tecnologia de equipamento COTEQ 99.
- [65] Rogério Pinto Espindola: “Otimização de regras fuzzy de classificação por Algoritmos Genéticos”, tese submetida ao corpo docente da coordenação dos programas de Pós-graduação em Engenharia da Universidade do Rio de Janeiro como Parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Ciências em Engenharia Civil.
- [66] Solange Oliveira Rezende: “Sistemas inteligentes – Fundamentos e Aplicações” Editora Manole, primeira edição 2003.

- [67] S. G. Cao: “Mandani-type fuzzy controllers are universal fuzzy controllers”, *Fuzzy Sets and Systems* 123 (2001) pp. 359-367.
- [68] LIN, C. T.; LEE, C. S. G. *Neural fuzzy systems: a neuro-fuzzy synergism to intelligent systems*. Upper Saddle River, N. J.: Prentice Hall PTR, c1996. 797 p. ISBN 0132351692 (enc.)
- [69] Cai kai Yuan: “Posbist Reliability Behavior of Typical Systems with two types of Failure”, *Fuzzy Sets and Systems* 43 (1991) 17-32.
- [70] Don Lin Mon: “Fuzzy Systema reliability analisys for components with diffrent membership functions”, *Fuzzy Sets and Systems* 64 (1994) 145-157.
- [71] Cai Kai-Yuan, et al.: " Fuzzy vaiables as a basis for a theory of fuzzy reliability in the possibility contex", *Fuzzy sets and Systems* 42 (1991), pp. 145-172.
- [72] Cai Kai-Yuan, et al: " Systems failure engineering and fuzzy methodology and introduction overview", *Fuzzy sets and Systems* 83(1996), pp .113-133.
- [73] Waldemar Karwowski: “Potential Applications of Fuzzy Sets in Industries Safety Eneeneering”, *Fuzzy Sets and Systems* 19 (1996) 105-120.
- [74] Ned Gulley, J.S. Roger Jang:" Fuzzy Logic Toolbox User`s Guide", Copyright 1995 by The MathWorks.
- [75] <http://if.kaist.ac.kr/lecture/cs670/2001/>
- [76] Ken Nozaki, Hisao Ishibuchi, Hideo Tanaka
A cimple but powerful heuristic method for generating fuzzy rules from numerical data *Fuzzy Sets and Systems* 86 (1997) 251 – 270
- [77] Ching-Hsue: “Fuzzy system reliability analysis by interval of confidence”, *Fuzzy Sets and Systems* 56 (1993) pp. 29-35.
- [78] www.hess.com/about/msds/crude_sour
- [79] André Emanuel Scian Meneghin e Jorge Luiz de Almeida Ferreira: “Método de Análise de Probabilidade utilizando a transformada Rápida de Fourier”, trabalho técnico apresentado na sétima Conferencia sobre Tecnologia de Equipamentos, realizada no período de 09 ao 12 de Setembro de 2003, em Florianópolis SC.
- [80] Kosko, Bart: “Fuzzy engineering”, Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall, c1997. 547p. : ISBN 0131249916 (enc.)

ANEXO

ÍNDICE DE DANO POR PROJETO
Movimento do solo Ações mitigadoras Ciclos de funcionamento MAOP H Tempo Fator de segurança da tubulação Fator de segurança do sistema de tubulação Dano potencial de alcançar o MAOP
ÍNDICE DE DANO POR OPERAÇÕES INCORRETAS
Identificação de perigos MAOP Sistema de segurança Seleção de material da tubulação Revisão durante a etapa de projeto Inspeção durante a etapa de projeto Verificação dos materiais usados Qualidade das juntas aplicadas Técnica de BACK FILL Manipulação de materiais Proteção da tubulação Procedimento SCADA Teste de drogas Programa de segurança Fontes Treinamento Mitigadores de erros mecânicos Documentação Programa Procedimento
ÍNDICE DE DANO POR TERCEIROS
Profundidade da terra na tubulação Outros mecanismos de proteção Nível de atividade Facilidade de ocorrer acidentes Sistema de uma chamada Programa de educação pública Condição de linha reta Frequência de vigilância

Tabela A1: Variáveis do índices de dano por projeto, operações incorretas e por terceiros.

Índice de dano por corrosão de duto enterrado (Prevenção)		
Variável	Alternativas da variável	Pontuação
Proteção catódica	Um critério geral de instalação de proteção catódica é encontrado	8
	Sem critério geral de instalação de proteção catódica	0
Condição do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
A qualidade da aplicação do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
A qualidade do programa de inspeção	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
A qualidade do programa de correção de defeitos	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
Distância entre testes	Todos os metais enterrados na vizinhança da tubulação são monitorados	3
	Testes dirigidos são especificados numa distância de uma a duas milhas e todas as interferências externas são monitoradas por testes dirigidos	1
	Testes dirigidos são especificados para mais de duas milhas, mas não todas as interferências externas são monitoradas	0
Frequência de leitura dos testes	Mais de dois vezes ao ano	3
	Dois vezes ao ano	2
	Anualmente	1
Estudos de corte de intervalo (anos)	Cada ano	8
	Cada 2 anos	7
	Cada 3 anos	6
	Cada 4 anos	5
	Cada 5 anos	4
	Cada 6 anos	3
	Cada 7 anos	2
	Cada 8 anos	1
	Realizado cada mais de 8 anos	0
Ferramentas de inspeção interna	Inspeção realizada a cada ano	8
	Inspeção realizada a cada 2 anos	7
	Inspeção realizada a cada 3 anos	6
	Inspeção realizada a cada 4 anos	5
	Inspeção realizada a cada 5 anos	4
	Inspeção realizada a cada 6 anos	3
	Inspeção realizada a cada 7 anos	2
	Inspeção realizada a cada 8 anos	1
	Inspeção realizada a cada mais de 8 anos	0

Tabela A2: Alternativas e pontuações das variáveis preventivas do Índice de dano por corrosão de duto enterrado

Índice de dano por corrosão de duto enterrado (Atributos)		
Corrosividade do solo	Baixa resistividade (500 ohm-cm do solo)	0
	Média resistividade (500-10000 ohm-cm)	2
	Alta resistividade (> 10000 ohm-cm)	4
	Desconhecido	0
	Caso especial	-4
Idade da tubulação	0-5 anos de serviço	3
	5-10	2
	10-20	1
	>25 ocorrências	0
Fluxo de corrente	Nenhuma ocorrência	4
	10	2
	11-25	1
	>25 ocorrências	0
Interferência de AC	Nenhuma fonte de AC ao redor dos 1000 pés de tubulação	4
	Existência de fonte de AC dentro dos 1000 pés, mas ações são Realizadas para proteger a tubulação	2
	Existência de fonte de AC dentro dos 1000 pés, mas nenhuma ação é realizada para proteger a tubulação	0
Produto da corrosividade	Fortemente corrosiva	0
	Medianamente corrosiva	3
	Corrosiva sob condições especiais	7
	Nunca corrosivo	10
MAOP	2-20 %	1
	21-50 %	2
	51-75 %	3
	>75 %	4

Tabela A3: Alternativas e pontuações das variáveis atributivas do Índice de dano por corrosão de duto enterrado

Índice de dano por corrosão interna		
Corrosividade do produto	Fortemente corrosiva	0
	Medianamente corrosiva	3
	Corrosiva sob condições especiais	7
	Nunca corrosivo	10
Proteção interna	Nenhuma	0
	Monitoração interna	2
	Injeção de inibidor	3
	Não necessário	10
	Pintura interna	5
	Operações de medição	3
	PIGGING	3

Tabela A4: Alternativas e pontuações das variáveis do Índice de dano por corrosão interna

Índice de dano por corrosão atmosférica		
Qualidade do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
Aplicação do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
Inspeção do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
Correção de defeitos do revestimento	Bom	3
	Aceitável	2
	Ruim	1
	Incorreto	0
Localização da tubulação	Entre água e ar	0
	Cobertos	1
	Isolados	2
	Supports/hangers	2
	Entre terra e ar	3
	Outras exposições	4
	Nenhuma	5
	Múltiplas ocorrências	-1
Tipo de atmosfera	Química e marinha	0
	Química e alta umidade	2
	Marinha, pântano e costero	4
	Alta umidade e alta temperatura	6
	Química e baixa umidade	8
	Baixa umidade	10

Tabela A5: Alternativas e pontuações das variáveis do Índice de dano por corrosão atmosférica.

Índice de dano por projeto		
Movimento do solo	Alto	0
	Médio	2
	Baixo	6
	Nenhum	10
	Desconhecido	2
Ações mitigadoras do movimento do solo	Monitoração pelo menos uma vez ao ano	1
	Monitoração continua	2
	Diminuidores de esforços	3
Ciclos de funcionamento	$< 10^3$ ciclos	1
	$10^3 - 10^4$ ciclos	2
	$10^4 - 10^5$ ciclos	3
	$10^5 - 10^6$ ciclos	4
	$> 10^6$ ciclos	5
MAOP	100 %	1
	90	2
	75	3
	50	4
	25	5
	10	6
	5	7
$H = \frac{\text{Pr essão de teste}}{\text{MAOP}}$	< 1.1	0
	1.11 – 1.25	5
	1.26 – 1.4	10
	1.41	15
Tempo	Teste a cada 4 anos	6
	Teste a cada 11 anos	0
$t = \frac{\text{espessura atual}}{\text{espessura requerida}}$	$t < 1$	-5
	1 – 1.1	2
	1.11 – 1.2	5
	1.21 – 1.4	9
	1.41 – 1.6	12
	1.61- 1.8	16
	> 1.81	20
Fator de segurança do sistema de Tubulação $T = \frac{\text{Máxima pressão de permitida}}{\text{Máxima pressão de operação}}$	$T < 2$	20
	1.75 – 1.99	16
	1.50 – 1.74	12
	1.25 – 1.49	8
	1.1 – 1.24	5
	1 – 1.1	0
	< 1	-10
Dano potencial	Alta probabilidade de ocorrer	0
	Baixa probabilidade de ocorrer	5
	Impossível	10

Tabela A6: Alternativas e pontuações das variáveis do Índice de dano por projeto

Índice de dano por operações incorretas		
Identificação de perigos	Não existe	0-4
Potencialidade de alcançar o MAOP	Frequente	0
	Improvável	5
	Extremamente improvável	10
	Impossível	12
Sistema de segurança	Não existe equipamento de segurança	0
	Um nível de segurança no lugar	3
	Mais de dois níveis de segurança no lugar	6
	Observação remota	1
	Observação e controle remoto	3
	Leitura ativa dos equipamentos	-2
	Não existe leitura dos equipamentos	-3
	Sistemas de segurança não necessários	10
Seleção de material da tubulação	Não existe	0-2
Verificações de projeto	Não existe	0-2
Inspeção do projeto	Não existe	0-10
Verificação dos materiais usados	Não existe	0-2
Juntas	Não existe	0-2
Técnica BACKFILL	Não existe	0-2
Manipulação de materiais	Não existe	0-2
Pintura de revestimento	Não existe	0-2
Procedimento	Não existe	0-7
SCADA	Não existe	0-5
Teste de drogas	Não existe	0-2
Programa de segurança	Não existe	0-2
Exames	Não existe	0-2
Treinamento	Mínima documentação requerida	2
	Provas	2
	Conhecimento de diversos tópicos	3
	Procedimento de serviço	2
	Programa de perfeccionamento	1
Preventores de erros mecânicos	Válvula com três vias com dupla instrumentação	2
	Dispositivo de fechamento	4
	Programa de seqüência para o fechamento do dispositivo	2
Documentação	Não existe	0-2
Programa	Não existe	0-3
Procedimento	Não existe	0-10

Tabela A7: Alternativas e pontuações das variáveis do Índice de dano por operações incorretas

Índice de dano por terceiros		
Profundidade da terra na tubulação	(Quantidade de terra sob a tubulação)/3	0-20
Outros mecanismos de proteção	Pintura de concreto de 2"	3
	Pintura de concreto de 4"	4
	Embalagem de tubulação	8
	Lajes de concreto	8
Nível de atividade	Alta	0
	Média	8
	Baixa	15
	Nenhuma	20
Facilidade de ocorrer acidentes	Não existe facilidade	10
	Existe facilidade	0
	Existência de acesso veicular a 200 pés.	5
	Área rodeada por cerca	2
	Trilhos protetores	3
	Árvores	4
	Valas	3
	Sinais	1
Sistema de uma chamada	Amplamente conhecido pela comunidade	2
	Encontros com órgãos públicos reguladores	2
	Apropriada reação a chamadas	5
Programa de educação pública	Envio de correios	2
	Encontros com inspetores públicos uma vez ao ano	2
	Encontros com as empresas escavadoras uma vez ao ano	2
	Programa regular educativo para grupos da comunidade	2
	Contato porta por porta	4
	Envio de correios para as empresas escavadoras	2
	Propagandas em publicações do contratante uma vez por ano	1
Condição de linha reta	Excelente	5
	Bom	3
	Regular	2
	Ruim	0
Frequência de vigilância	Diário	15
	4 dias por semana	12
	3 dias por semana	10
	2 dias por semana	8
	uma vez por semana	6
	Menos de 4 vezes ao mês	4
	Menos de 1 vez por mês	2
	Nunca	0

Tabela A8: Alternativas e pontuações das variáveis do Índice de dano por terceiros

Fator impacto de vazamento					
Inflamabilidade	Não combustível				0
	FP >200 F				1
	100 F > FP > 200 F				2
	FP <100 F ^ BP < 100 F				3
	FP <73 F ^ BP < 100 F				4
Reatividade	Substância completamente estável				0
	Medianamente reativo				1
	Significativamente reativo				2
	Possível detonação com confinamento				3
	Possível detonação sem confinamento				4
Toxicidade	Não existe perigo				0
	É provável ferimentos leves				1
	Atenção medica é requerida				2
	Pode causar dano temporal				3
	Pequenas exposições causa grandes ferimentos				4
Perigo crônico	RQ = 1				10
	10				8
	100				6
	1000				4
	5000				2
Nível de vazamento	Para vapor	Produto vazado depois de 10 minutos (libras)			
	Peso molecular	0-5000	5000-50000	50000-500000	>500000
	>= 50	4	3	2	1
	28-49	5	4	3	2
	<=27	6	5	4	3
	Para líquido (1 hora)	Pontuação			
	<1000 lb.				5
	1001-10000 lb.				4
	10001-100000 lb.				3
	100001-1000000 lb.				2
>1000001 lb.				1	
Densidade da população	Classe 1				1
	Classe 2				2
	Classe 3				3
	Classe 4				4

Tabela A9: Alternativas e pontuações das variáveis FIV

Nome do sistema fuzzy	Tipo de desfuzificação selecionada	Tipo de agregação selecionada	Quantidade de conjuntos fuzzy das variáveis de entradas	Quantidade de conjuntos fuzzy da variável de saída
SF24	L	S	9,9	9
SF25	C	S	9,9	25
SF26	B	S	9,9	17
SF27	B	S	7,9	21
SF28	C	M	9,9	33
SF29	B	S	7,9	21
SF30	B	S	9,9	17
SF31	B	S	9,9	17
SF32	C	S	9,9	66
SF33	C	M	9,9	51
SF34	B	S	7,9	21
SF35	C	M	9,9	41
SF36	C	M	9,9	53
SF37	B	M	7,8	21
SF38	B	S	9,9	17
SF39	C	M	9,9	53
SF40	B	S	9,9	17
SF41	B	S	9,9	17
SF42	B	S	9,9	17
SF43	C	M	9,9	33
SF44	C	M	9,9	25
SF45	B	M	9,9	39
SF46	C	S	9,9	16
SF47	B	S	9,9	17
SF48	B	S	7,9	21
SF49	C	M	9,9	73
SF50	B	S	9,9	17
SF51	C	M	9,9	25
SF52	C	M	8,8	64
SF53	C	M	9,9	39
SF54	C	S	9,7	59
SF55	C	M	7,8	56
SF56	C	M	7,8	56
SF57	B	M	7,8	21
SF58	B	S	9,9	17
SF59	C	M	9,9	17
SF60	C	M	11,17	78
SF61	C	S	9,9	25
SF62	C	M	9,9	69
SF63	C	M	11,17	78
SF64	B	S	9,9	17
SF65	B	S	9,9	17
SF66	B	S	9,9	17
SF67	C	M	17,11	78

Tabela A10: Resultados de selecionar o tipo de agregação, desfuzificação e a quantidade de conjuntos fuzzy para as variáveis lingüísticas de entradas e saída dos SLF.

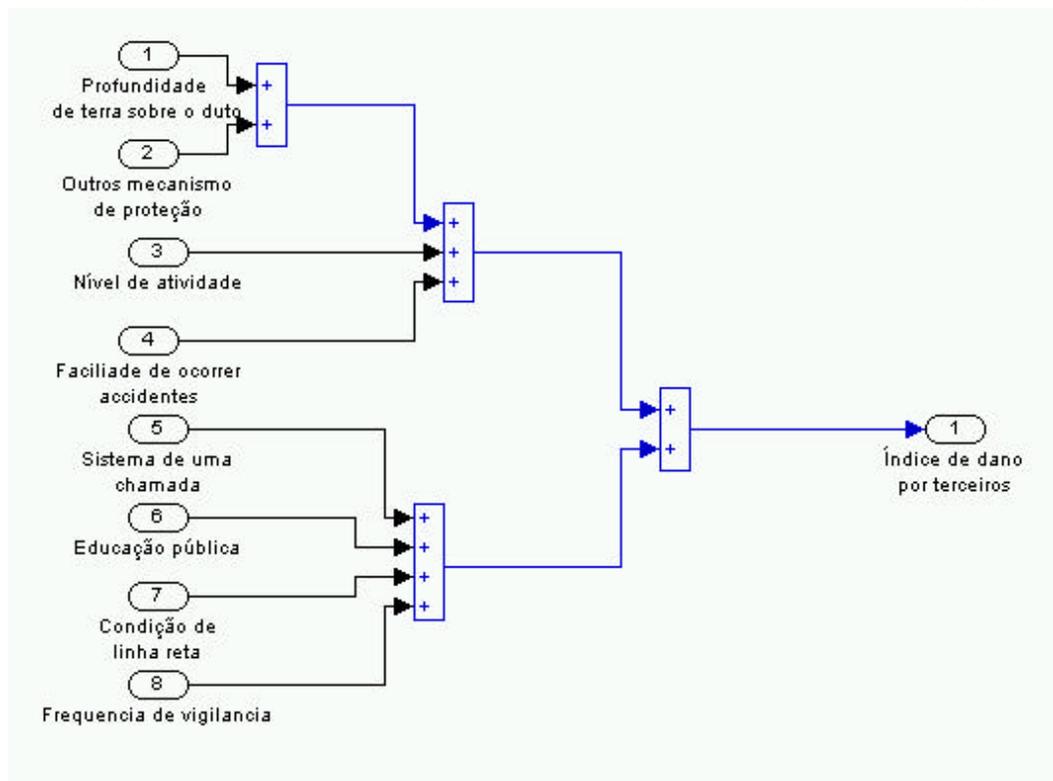


Figura A1: Fluxograma para a avaliação do índice de dano por terceiros segundo o modelo Muhlbauer

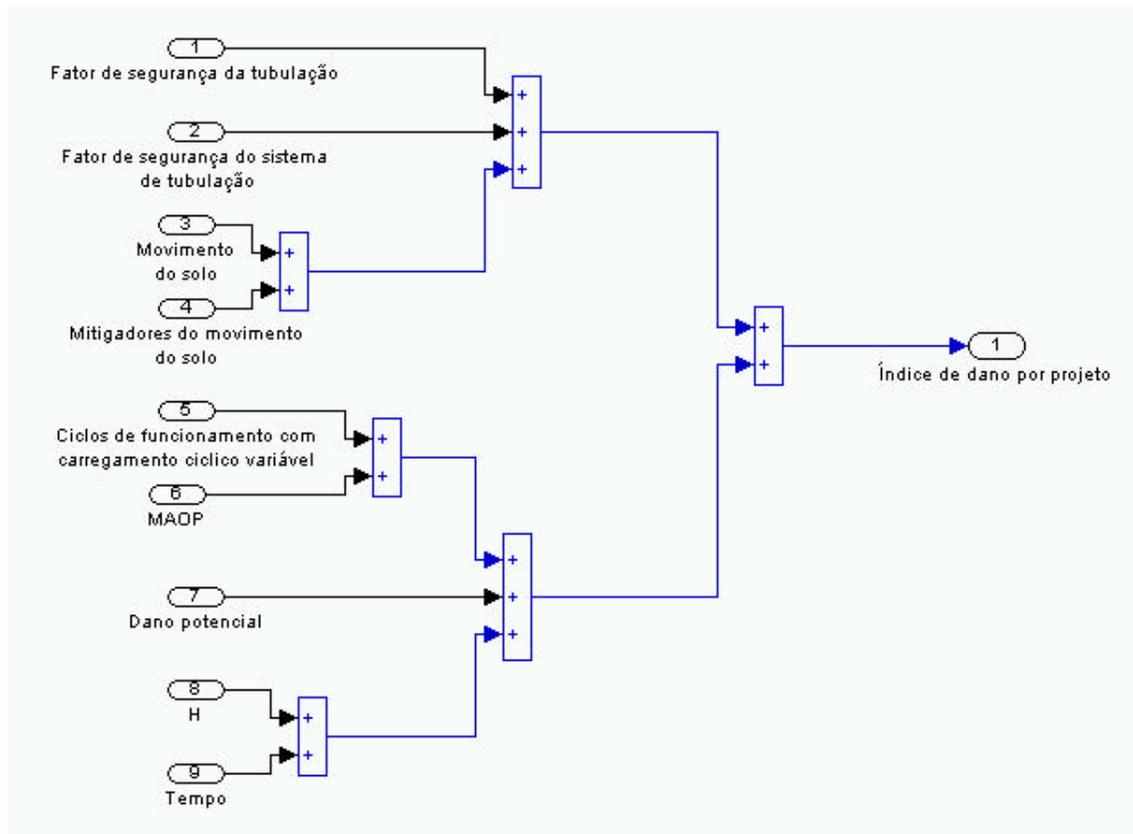


Figura A2: Fluxograma para a avaliação do índice de dano por projeto segundo o modelo Muhlbauer

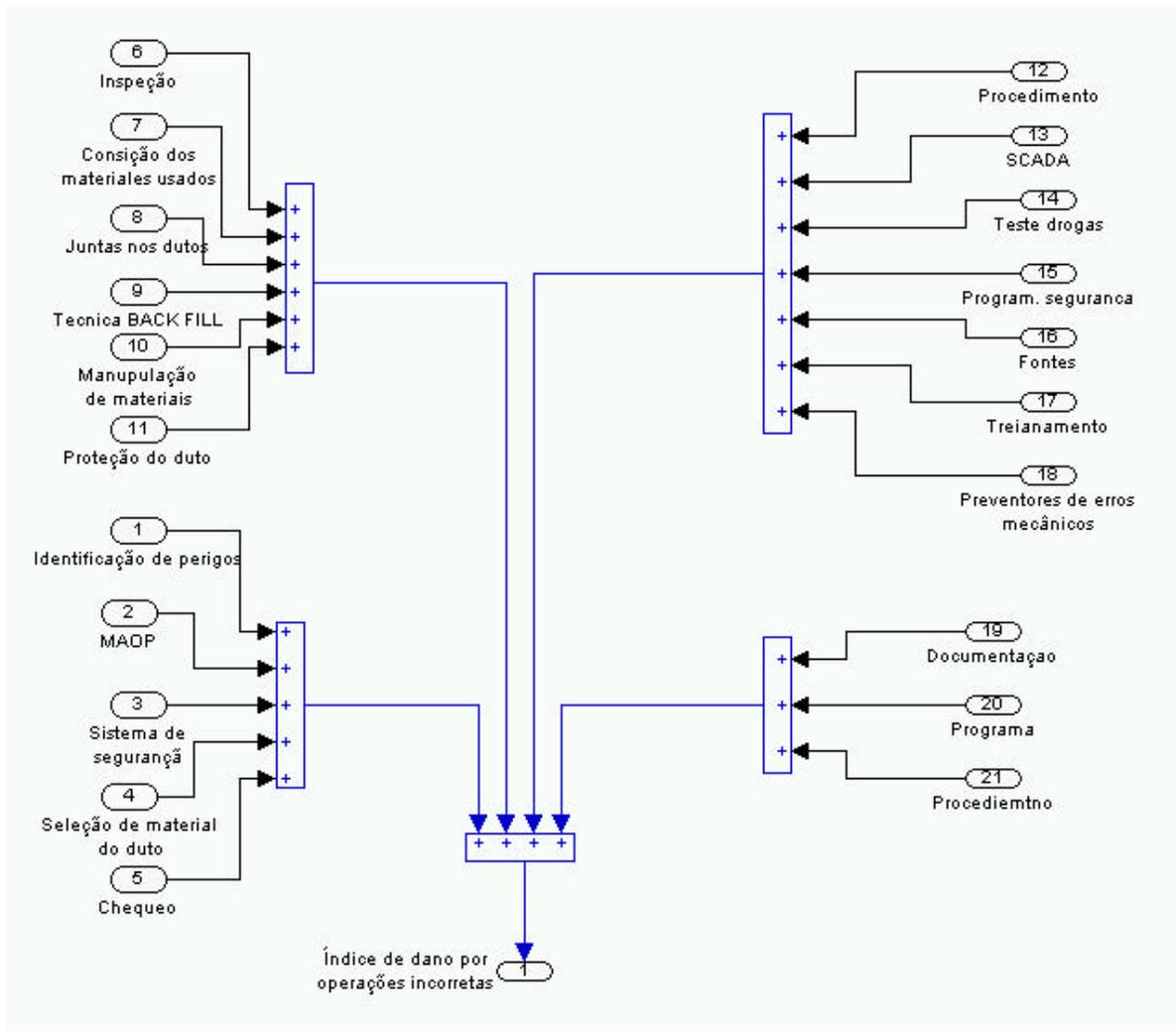


Figura A3: Fluxograma para a avaliação do índice de dano por operações incorretas segundo o modelo Muhlbauer

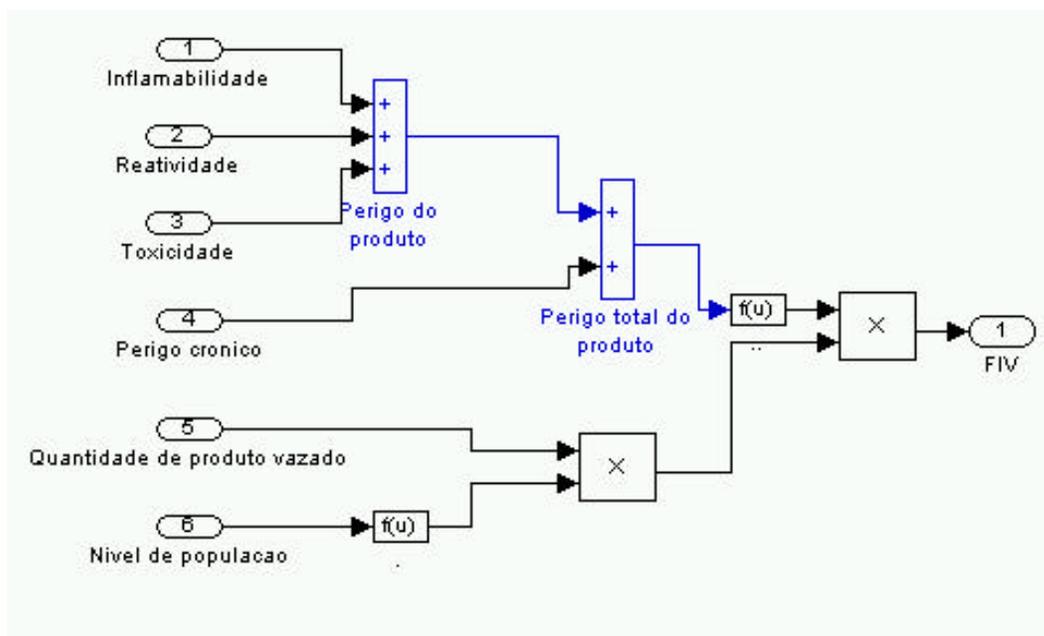


Figura A4: Fluxograma para a avaliação do FIV segundo o modelo Muhlbauer

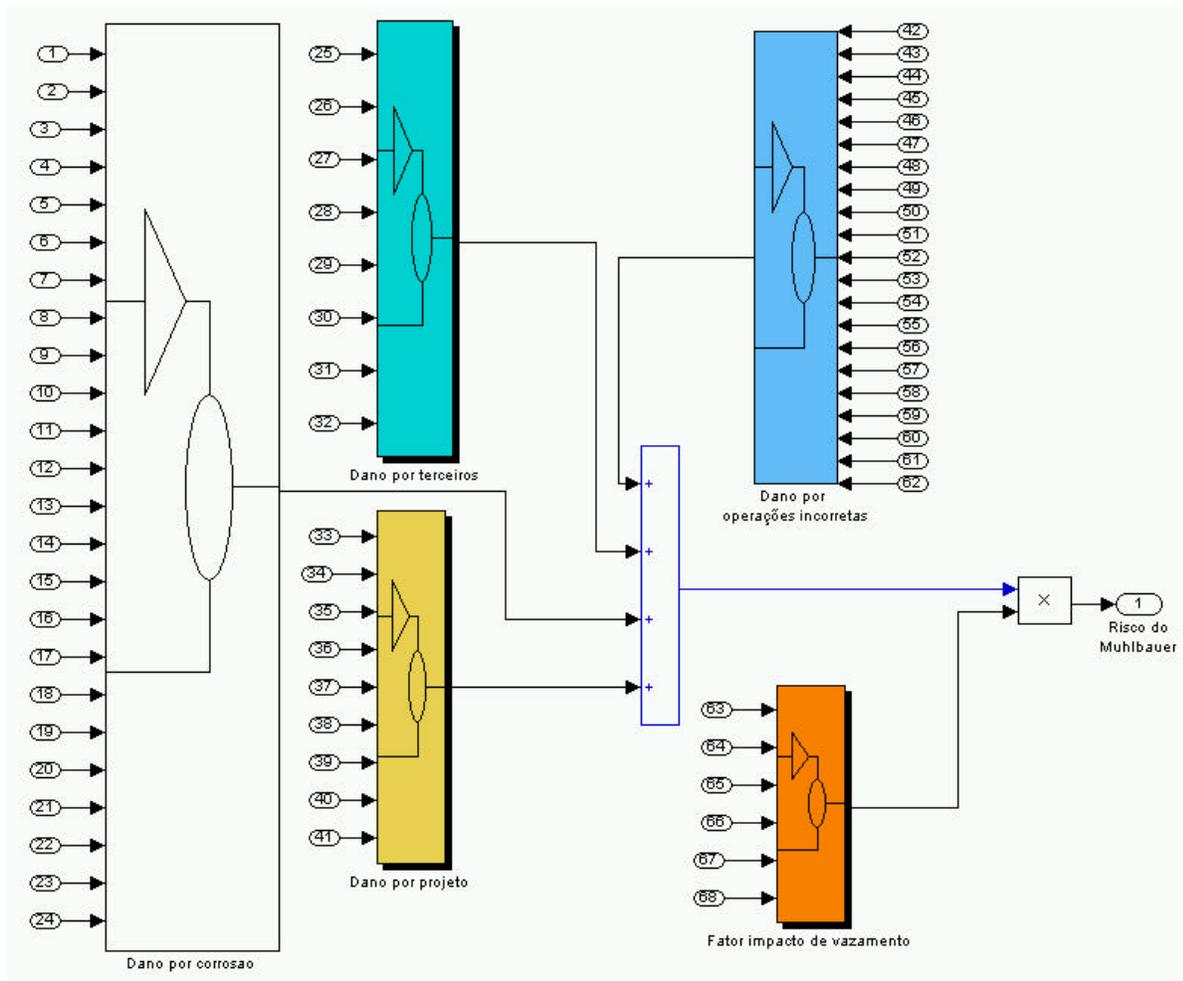


Figura A5: Fluxograma para a avaliação do Risco em sistemas de tubulação segundo o modelo Muhlbauer

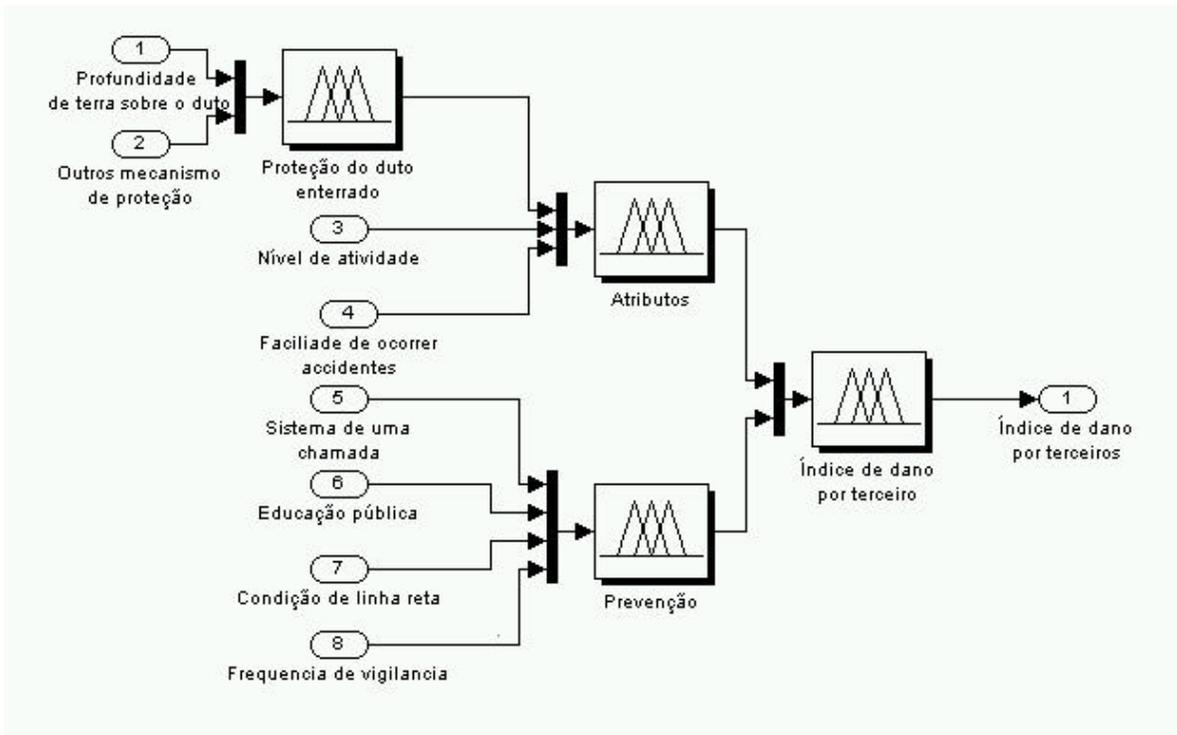
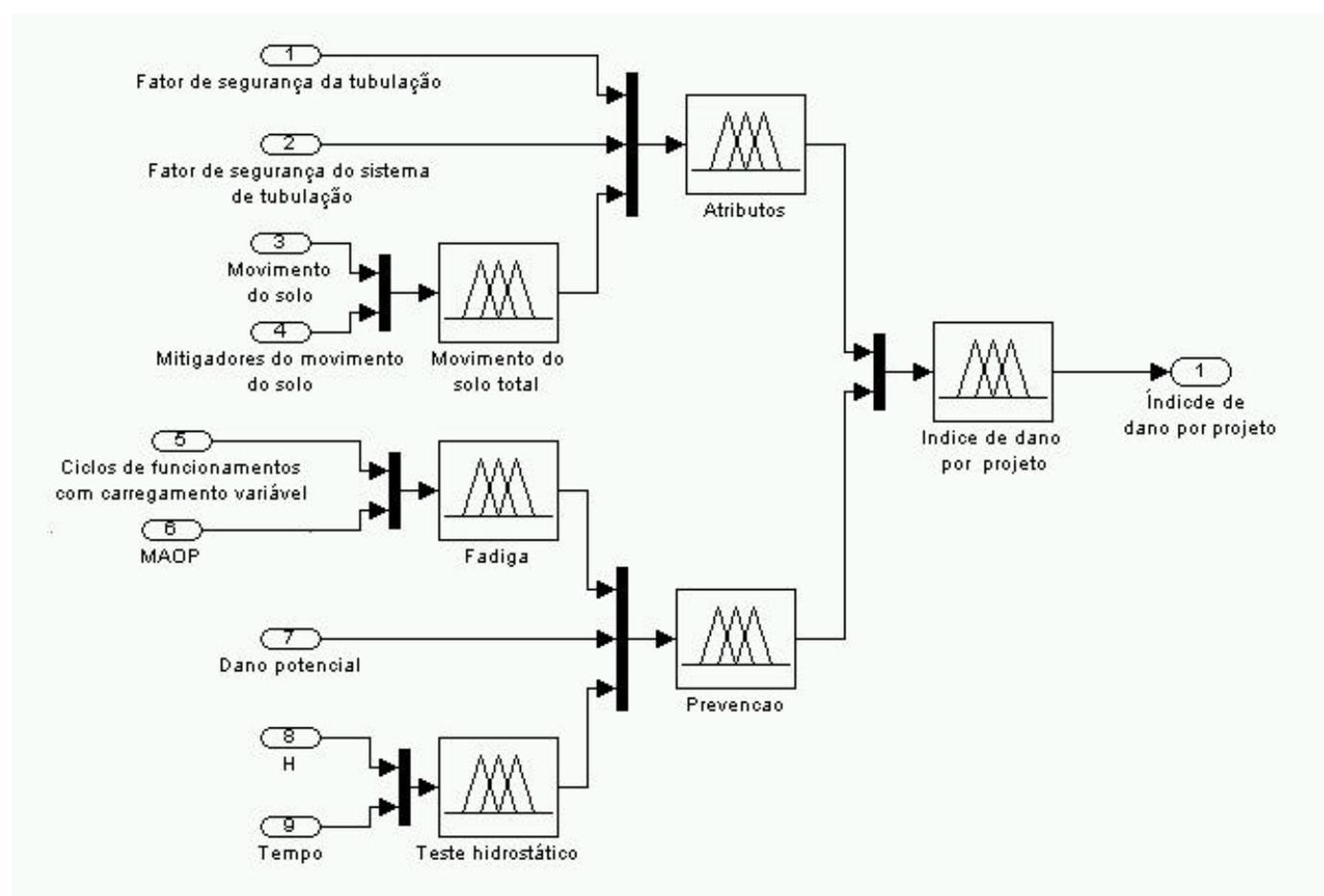


Figura A6: Variáveis do índice de dano por terceiros



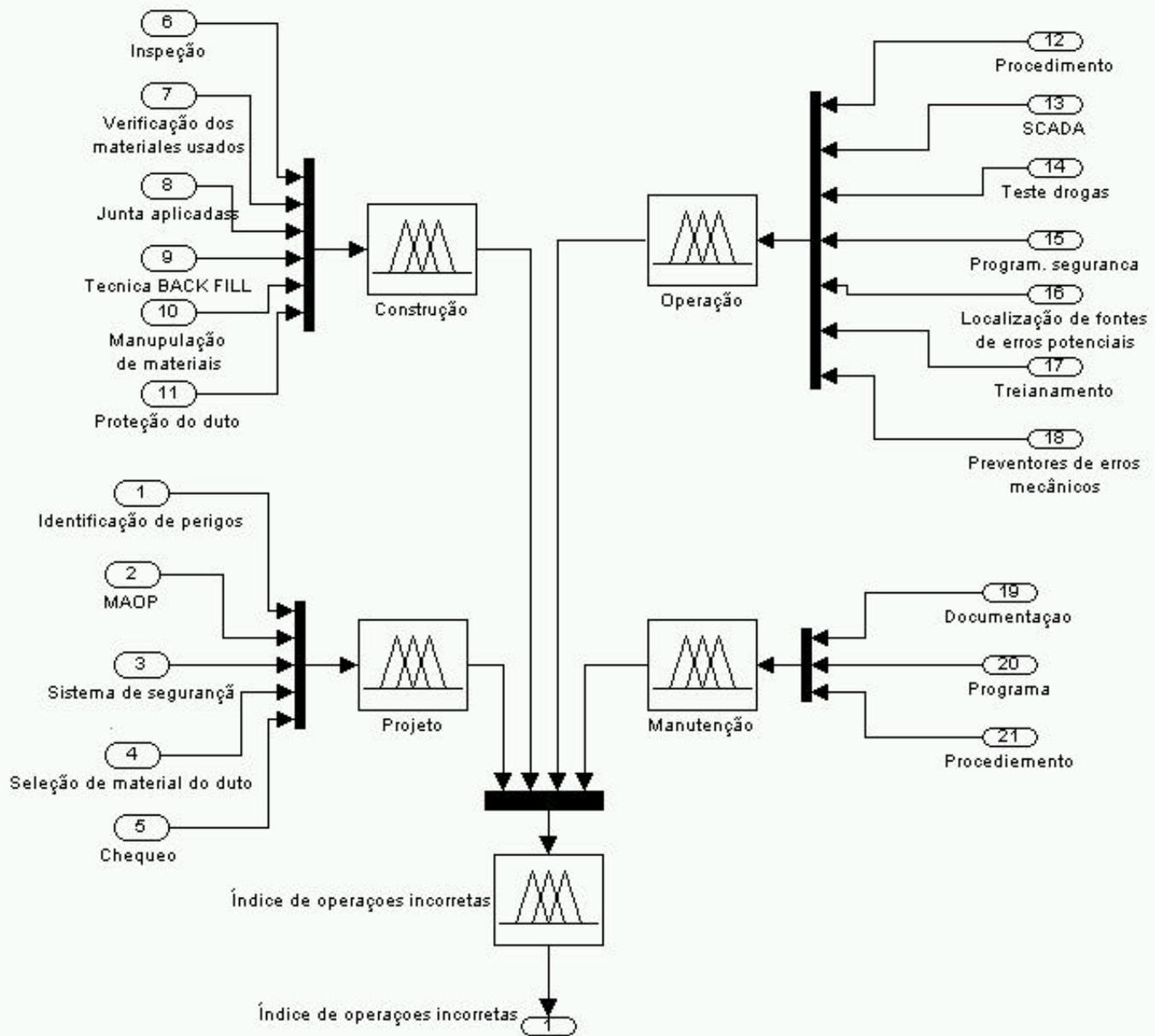


Figura A8: Fluxograma para avaliar o índice de dano por operações incorretas segundo o primeiro modelo proposto.

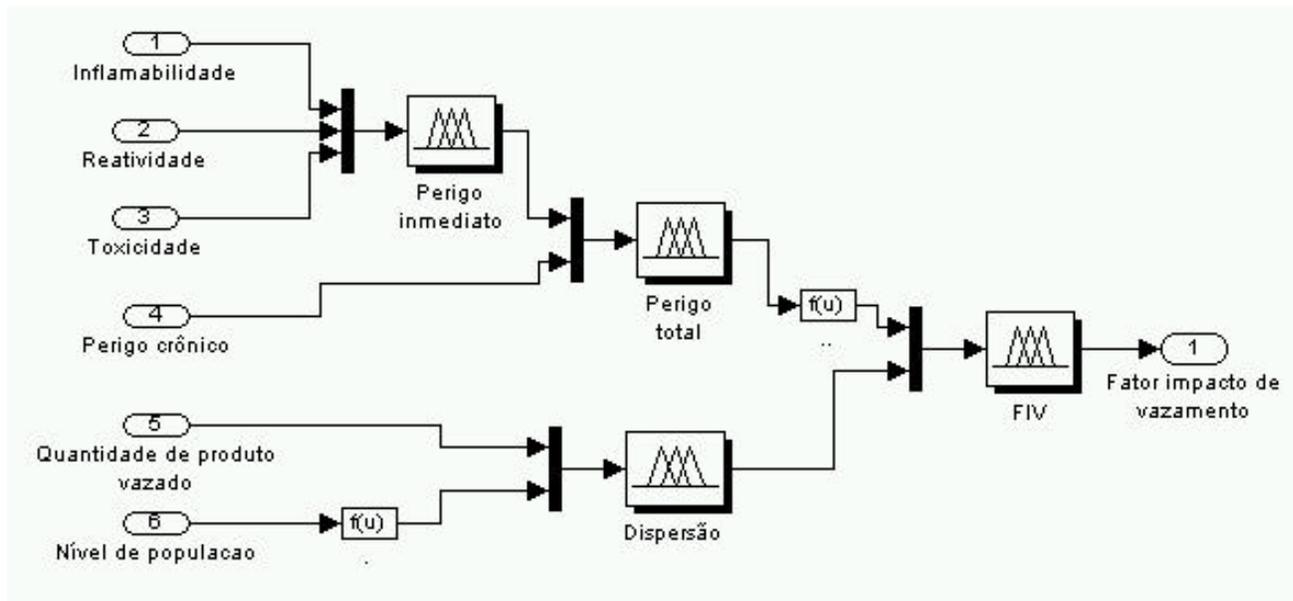


Figura A9: Fluxograma para avaliar o FIV segundo o primeiro modelo proposto.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 9925055/CA

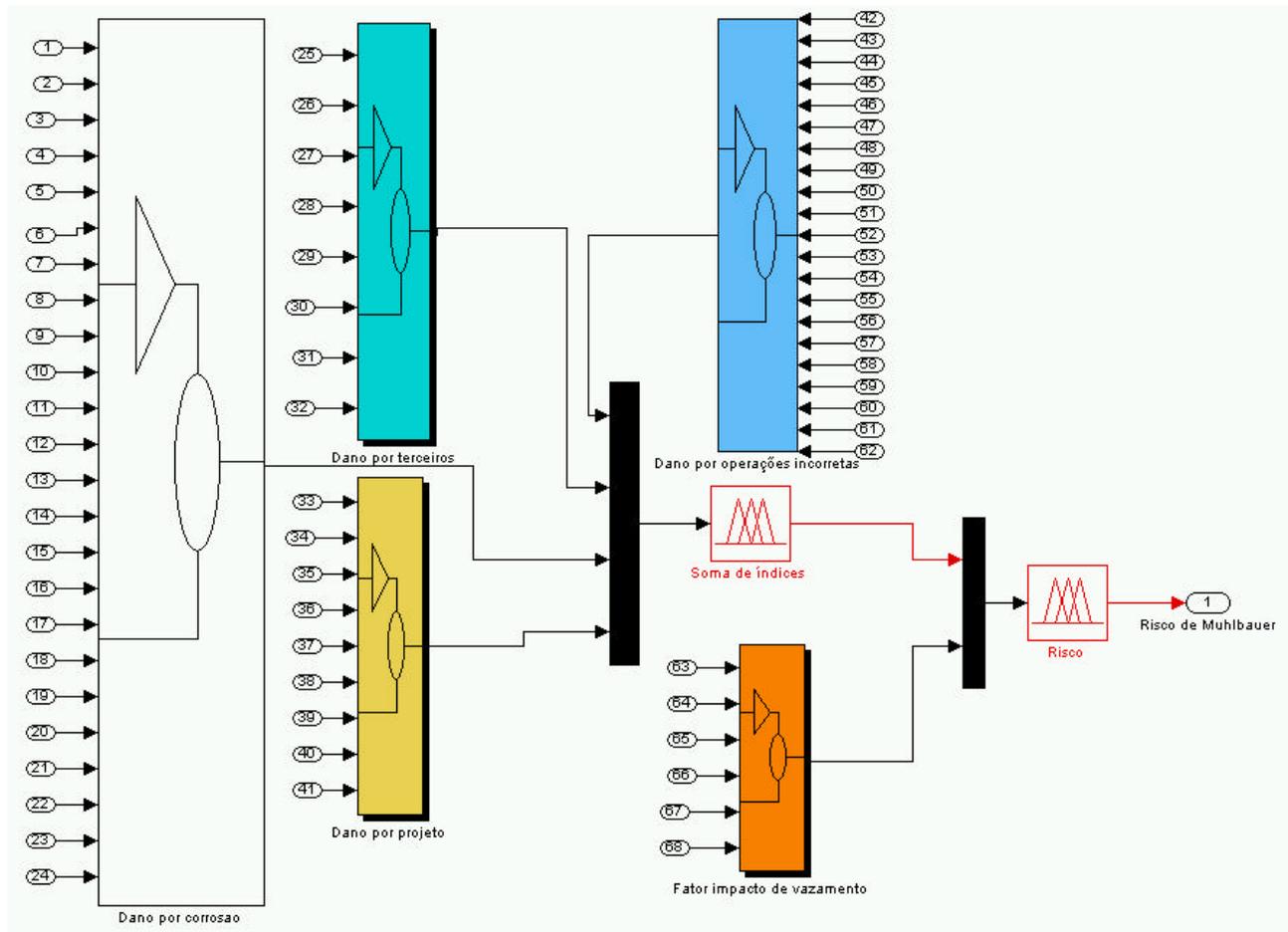


Figura A10: Fluxograma para o calcular o Risco em sistemas de tubulação segundo o primeiro modelo proposto.

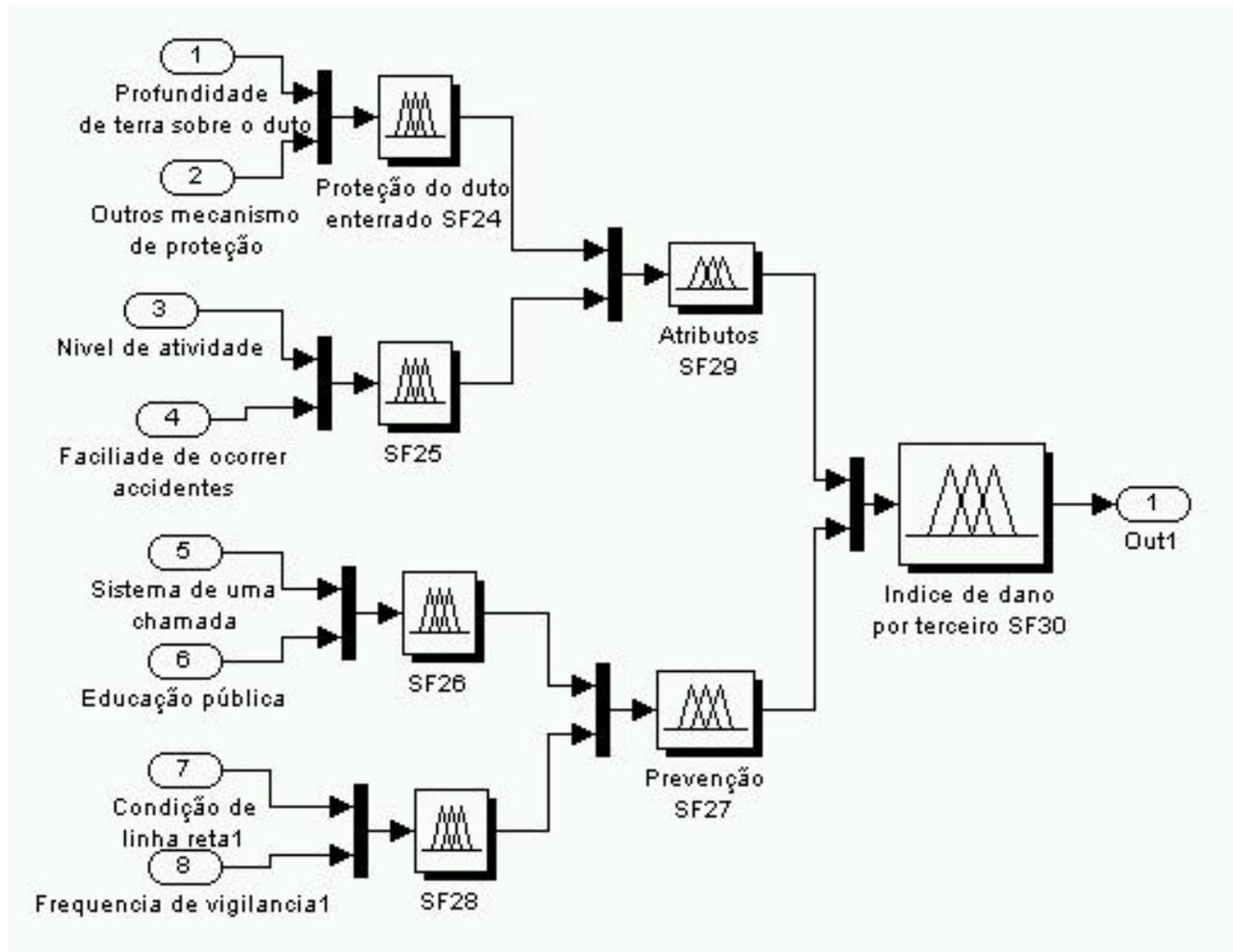


Figura A11: Fluxograma para avaliar o índice de dano por terceiros para o segundo modelo proposto.

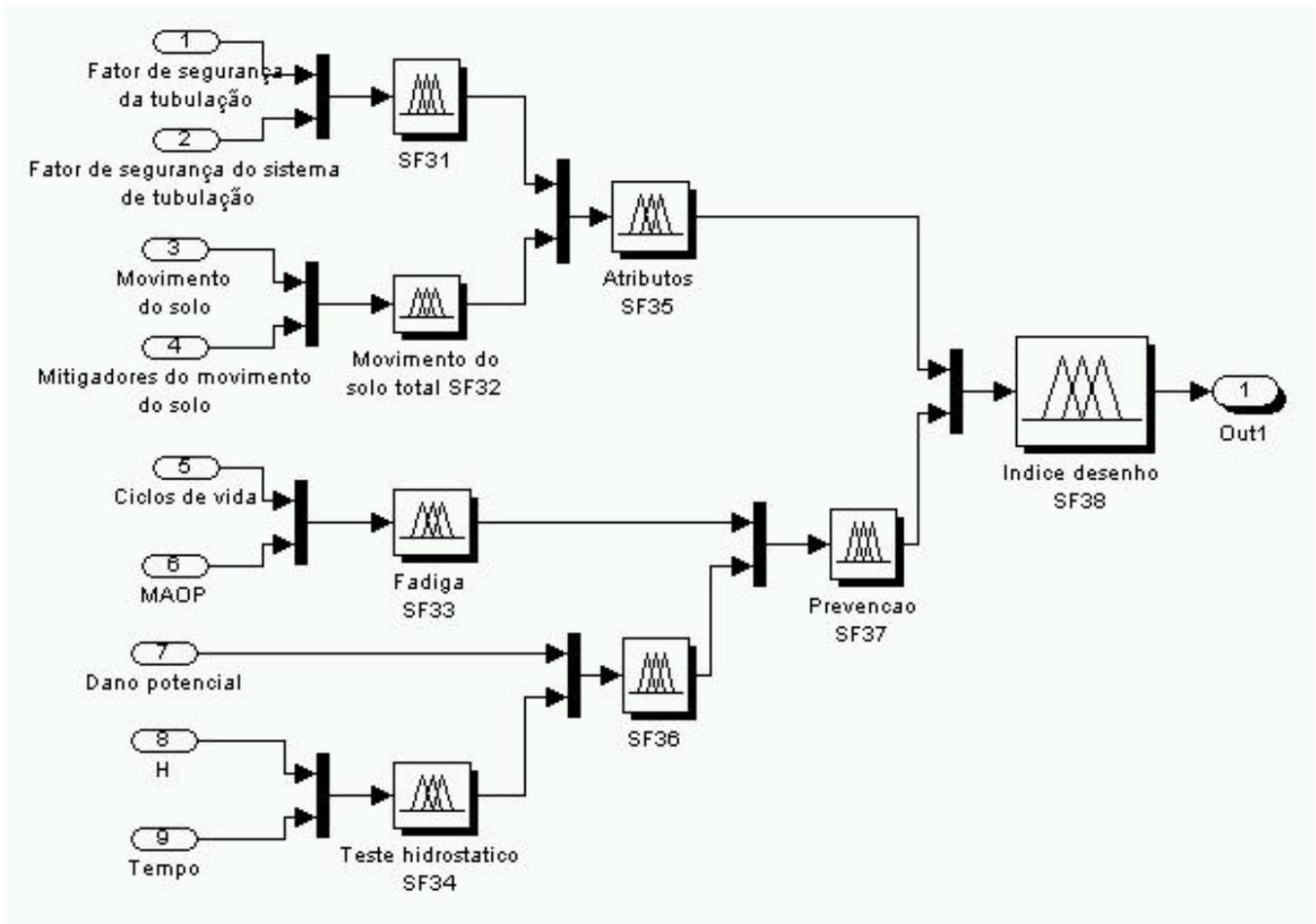


Figura A12: Fluxograma para avaliar o índice de dano por projeto para o segundo modelo proposto

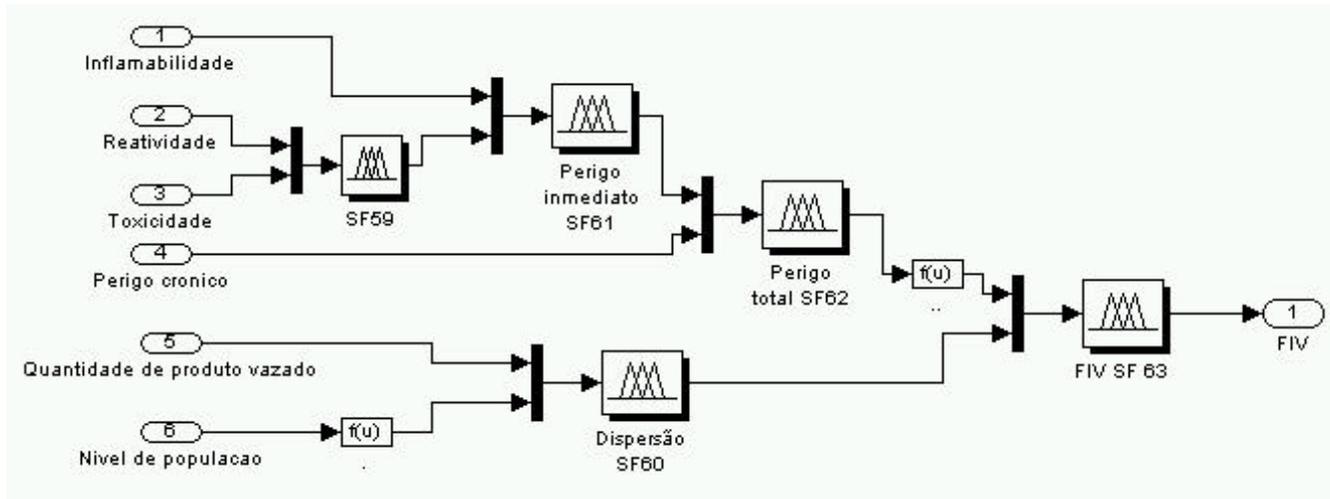


Figura A14: Fluxograma para avaliar o FIV para o primeiro modelo proposto

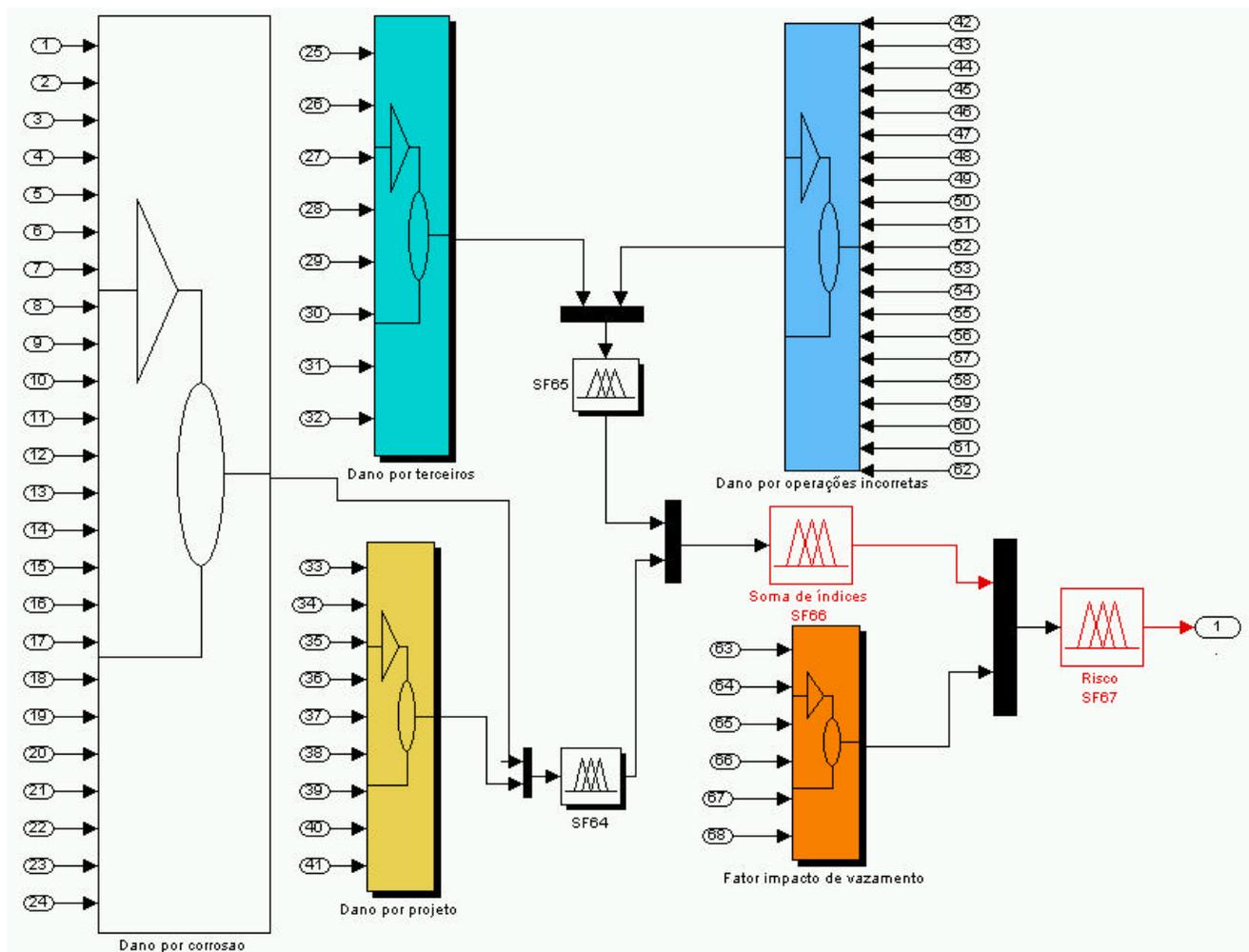


Figura A15: Fluxograma para avaliar o Risco em sistemas de tubulação para o segundo modelo proposto.