



USO DE TÉCNICAS DE AGRUPAMENTO E REDE NEURAL EM SINISTROS COM MÁQUINAS AGRÍCOLAS NAS RODOVIAS FEDERAIS PARANAENSES

Deivielison Ximenes Siqueira Macedo¹, Leonardo de Almeida Monteiro², Viviane Castro dos Santos³, Enio Costa⁴ & Daniel Albiero²

RESUMO: Acidentes com máquinas agrícolas estão cada vez mais presentes na realidade do trabalhador rural, isso pela grande difusão e necessidade do uso dessas máquinas no campo, todavia muitos desses acidentes são negligenciados na sua forma de ocorrência, havendo necessidade de estudos sobre os indicadores desses sinistros com intuito de tentar evitá-los. O uso associado de técnicas de agrupamento de dados e redes neurais vem se mostrando de grande eficiência para demonstrar o impacto de variáveis sobre a dinâmica do acidente, pois levam em consideração todas as variáveis em conjunto. Assim objetivou-se realizar o uso de redes neurais, análise de agrupamento hierárquico e análise de agrupamento não hierárquico sobre os indicadores dos acidentes envolvendo tratores ocorridos em rodovias federais do estado do Paraná. O trabalho consiste de uma parceria do Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas-LIMA com 16^a Superintendência da Polícia Rodoviária Federal, o qual forneceu o Boletim de Acidente de Trânsito-BAT referente a máquinas agrícolas nas rodovias federais paranaenses no período de 2007 a 2016. No BAT os indicadores avaliados foram: tipo de acidente, causa do acidente, período do dia em que ocorreu o acidente, condições climáticas no momento do acidente e situação física da vítima. O uso das redes neurais foi realizado através dos mapas auto organizados, os métodos de agrupamento hierárquico foi realizado através do dendrograma e o não hierárquico pelo coeficiente de K-means. A técnica em conjunto permitiu analisar todas as variáveis em conjunto fornecendo uma visão mais clara do processo de ocorrência dos sinistros.

PALAVRAS-CHAVE: Acidente, Estradas, Segurança.

USE OF CLUSTER ANALYSIS AND NEURAL NETWORK IN ACCIDENTS WITH AGRICULTURAL MACHINES IN THE FEDERAL ROADS OF PARANÁ

ABSTRACT: Accidents with agricultural machinery are increasingly present in the rural reality, due to the great diffusion and necessity of these machines use in the field. However, many of these accidents are neglected in their form of occurrence, and studies on accidents indicators are necessary to attempt to avoid them. The associated use of data grouping techniques and neural networks has been shown to be very efficient in demonstrating the impact of variables on the dynamics of accident, since they take into account all the variables together. The objective was to perform the use of neural networks, hierarchical grouping analysis and non-hierarchical grouping analysis on the indicators of tractors accidents occurred on federal highways in the state of Paraná. The study consisted of a partnership between the Laboratory of Investigation of Agricultural Machinery Accidents -LIMA, and the 16th Superintendence of the Federal Highway Police, which provided the Traffic Accident Bulletin-BAT of agricultural machinery on the federal highways of Paraná from 2007 to 2016. The indicators evaluated were: type of accident, cause of the accident, period of the day in which the accident occurred, climatic conditions at the time of the accident and the physical situation of the victim. The use of neural networks was performed through self-organized maps; hierarchical grouping methods were performed through the dendrogram and non-hierarchical using the K-means coefficient. The technique together allowed analyzing all the variables together providing a clearer view of the process of claims occurrence.

KEYWORDS: Accident, Road, Security.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Lima (2016) a região sul do Brasil é a região com maior índice de acidentes com tratores no país, pelo menos no período do estudo de 2013 a maio de 2016. A autora ainda relata que o estado com maior índice de sinistros é o Paraná, todavia não especifica as condições de ocorrência desses acidentes no estado.

¹ Professor Doutor, Faculdade Terra Nordeste- FATENE, E-mail: derilsiqueira@hotmail.com

² Professor Doutor, Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Engenharia Agrícola.

³ Mestre em Engenharia Agrícola, doutoranda na Universidade Federal do Ceará-UFC, Departamento de Engenharia Agrícola.

⁴ Professor Doutor, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará-IFCE.

O estudo aprofundado da ocorrência de acidentes é de grande importância para evitar que os mesmos ocorram, principalmente através da conscientização dos envolvidos em evitar situações de risco (JORGESEN, 2008). A falta de conscientização leva o operador ao desconhecimento sobre práticas de segurança, isso é constatado por Ambrosi e Maggi (2013), os autores trabalhando no município de Coronel Vivida no estado do Paraná realizaram entrevistas com pessoas que sofreram ou presenciaram acidentes, os mesmos verificaram um alto índice de acidentes envolvendo máquinas agrícolas (45%), com os dados da entrevista foi possível observar que as principais causas conotavam em falta de atenção dos operadores de máquinas agrícolas.

Essa desatenção ou falta de atenção é constatada em outros trabalhos como o de Macedo et al. (2016), os autores realizaram a caracterização dos acidentes envolvendo tratores nas rodovias federais goianas e verificaram diferença estatística entre as causas, sendo a falta de atenção (38,89%) a principal responsável pela ocorrência dos acidentes.

Um banco de dados referente a acidentes é caracterizado por um grande número de registros e um número elevado de parâmetros qualitativos, informações essas que são utilizadas para analisar o acidente (MURÉ; COMBERTI; DEMICHELA, 2017).

Palamara, Piglione e Piccinini (2011) relatam que devido à natureza desconhecida da distribuição dos sinistros e de seus indicadores a utilização de técnicas de agrupamentos é a melhor forma de representá-los, pois métodos de agrupamento usam técnicas de similaridade ou dissimilaridade que auxiliam na formação de grupos de acidentes mais semelhantes entre si, ajudando assim a identificar cadeias mais comuns de eventos. Pensando nisso os autores abordam o estudo de acidentes em dois níveis diferentes através do uso de redes neurais não supervisionadas (mapas auto organizados) e do coeficiente K-means.

Os mapas auto organizados (self organized maps) ou redes SOM são muito utilizados para descobrir padrões em um grupo de dados, Arcoverde et al. (2011) utilizaram a técnica para descobrir padrões de áreas prioritárias para recuperação florestal. Já Leite e Souza Filho (2010) utilizaram a técnica em dados geológicos e geofísicos de uma região.

Assim objetivou-se aplicar as redes neurais através das redes SOM sobre os indicadores dos acidentes envolvendo tratores ocorridos em rodovias federais paranaenses, identificar os padrões apresentados e utilizar métodos de agrupamento hierárquico e não hierárquico para determinar os grupos de sinistros mais similares entre si.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Investigação de Acidentes com Máquinas Agrícolas (LIMA), pertencente

ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, localizada no município de Fortaleza-CE.

Os sinistros utilizados são provenientes dos Boletins de Acidentes de Trânsito (BAT) preenchidos pelo policial rodoviário federal no registro da ocorrência. Essas informações são possíveis pela parceria do LIMA com a 16ª Superintendência da Polícia Rodoviária Federal (PRF) Fortaleza.

No boletim de acidente de trânsito constam diversas informações sobre o acidente e como o mesmo ocorreu. Os boletins utilizados no presente estudo abrangem os acidentes envolvendo tratores nas rodovias federais paranaenses no período de 2007 a 2016, ao todo foram verificados 155 boletins. Os indicadores de acidente analisados foram tipo de acidente, causa do acidente, horário de ocorrência, condições climáticas e condições clínicas dos acidentados.

Foram verificadas quatorze classes de tipos de acidentes sendo elas: atropelamento animal, danos eventuais, derramamento de carga, incêndio, queda de veículo, saída de pista, capotamento\ tombamento, colisão com bicicleta, colisão com objeto fixo, colisão com objeto móvel, colisão traseira, colisão transversal, colisão lateral e colisão frontal.

As causas dos acidentes foram divididas em onze classes: animais na pista, defeito na via, defeito mecânico em veículo, desobediência à sinalização, não guardar distância segura, ultrapassem indevida, velocidade incompatível, falta de atenção, condutor dormiu ao volante, ingestão de álcool e outras.

As condições climáticas no momento do acidente foram divididas em oito classes: céu claro, sol, nevoeiro\neblina, vento, nublado, chuva e granizo e ignorada pelo policial.

As classes referentes ao indicador horário foram agrupadas de 2 em 2 horas começando de 00:00 as 1:59 até 22:00 as 23:59.

Por fim, as condições clínicas dos acidentados no momento do registro foram divididas em: sem vítimas, com vítima ferida, com uma vítima ferida leve, com mais de uma vítima ferida leve, com uma vítima ferida grave, com mais de uma vítima ferida grave, com vítimas fatais, com uma vítima fatal, com uma vítima fatal e vítimas feridas, com mais de uma vítima fatal e com mais de uma vítima fatal e vítimas feridas.

Os dados recolhidos nos boletins são informações qualitativas, todavia para seu processamento de forma adequada essas informações foram transformadas em quantitativas, valores quantitativos foram atribuídos levando-se em consideração o grau de semelhança entre as classes, essas informações estão presentes nas Tabelas 1 a 5.

Tabela 1 - Conversão das classes de tipo de acidente em valores numéricos.

Indicador	Classe	Código
Tipo de acidente	Atropelamento de animal e pessoas	1
	Danos Eventuais	2
	Derramamento de Carga	3
	Incêndio	4
	Queda de veículo	5
	Saída de Pista	6
	Capotamento/tombamento	7
	Colisão com bicicleta	8
	Colisão com objeto fixo	9
	Colisão com objeto móvel	10
	Colisão Transversal	11
	Colisão traseira	12
	Colisão frontal	13
	Colisão lateral	14

Tabela 2 - Conversão das classes de causa de acidente em valores numéricos.

Indicador	Classe	Código
Causa do acidente	Animais na Pista	1
	Defeito na via	2
	Defeito mecânico em veículo	3
	Desobediência à sinalização	4
	Não guardar distância segura	5
	Ultrapassagem indevida	6
	Velocidade incompatível	7
	Falta de atenção	8
	Condutor dormiu ao volante	9
	Ingestão de álcool	10
	Outras	11

Tabela 3 - Conversão das classes de condições climáticas em valores numéricos.

Indicador	Classe	Código
Condições meteorológicas	Céu Claro	1
	Sol	2
	Nevoeiro/neblina	3
	Vento	4
	Nublado	5
	Chuva	6
	Granizo	7
	Ignorada	8

Tabela 4 - Conversão das classes de horas de ocorrência do acidente em valores numéricos.

Indicador	Classe	Código
Horário	00:00 a 01:59	1
	02:00 a 03:59	2
	04:00 a 5:59	3
	06:00 a 07:59	4
	08:00 a 09:59	5
	10:00 a 11:59	6
	12:00 a 13:59	7
	14:00 a 15:59	8
	16:00 a 17:59	9
	18:00 a 19:59	10
	20:00 a 21:59	11
	22:00 a 23:59	12

Tabela 5 - Conversão das classes de condições clínicas em valores numéricos.

INDICADOR	CLASSE	CÓDIGO
Condições clínicas	Sem vítimas	1
	Com vítima ferida	2
	Com uma vítima ferida leve	3
	Com mais de uma vítima ferida leve	4
	Com uma vítima ferida grave	5
	Com mais de uma vítima ferida grave	6
	Com mais de uma vítima ferida leve e grave	7
	Com vítimas fatais	8
	Com uma vítima fatal	9
	Com uma vítima fatal e vítimas feridas	10
	Com mais de uma vítima fatal	11
	Com mais de uma vítima fatal e vítimas feridas	12

Após a codificação, essas informações foram transcritas formando uma matriz, onde as colunas equivalem aos indicadores dos acidentes e as linhas as informações referentes a cada sinistro individualmente. Assim um acidente que ocorreu entre as 06:00 e 07:59, sendo uma colisão transversal, devido a falta de atenção dos envolvidos, com o céu nublado e sem vítimas, formará a seguinte linha na matriz: 4-11-8-5-1.

Ainda na fase de codificação no final foi adicionada uma coluna equivalente aos rótulos das informações se tornando o controle de cada sinistro no mapa.

Após montada a base de treinamento a matriz foi apresentada ao programa no qual foi possível o treinamento da rede neural e posteriormente as projeções

hierárquicas e não hierárquicas através do dendrograma e do coeficiente de k-means,

O software utilizado foi o MATLAB 2010®, nele foi utilizada a caixa de ferramentas *somtoolbox* que tem como função principal o treinamento de redes SOM e geração de mapas auto organizados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi gerada uma rede 20x20 com erro topográfico de 0,406 e erro de quantização de 0,006. O erro topográfico de

acordo com Costa e Netto (2007) considera a proximidade dos campos receptivos e a proporção dos objetos que indicam a descontinuidade do mapa. Já o erro de quantização segundo Carvalho, Souza e Epprecht (2016) verifica o quão bem ajustados estão os vetores de entrada da rede. Quanto mais próximos de zero forem os valores, mais real é a representação do mapa, dessa forma os valores obtidos são considerados satisfatórios.

Na Figura 1 encontra-se a matriz unificada e os planos componentes referentes a cada indicador.

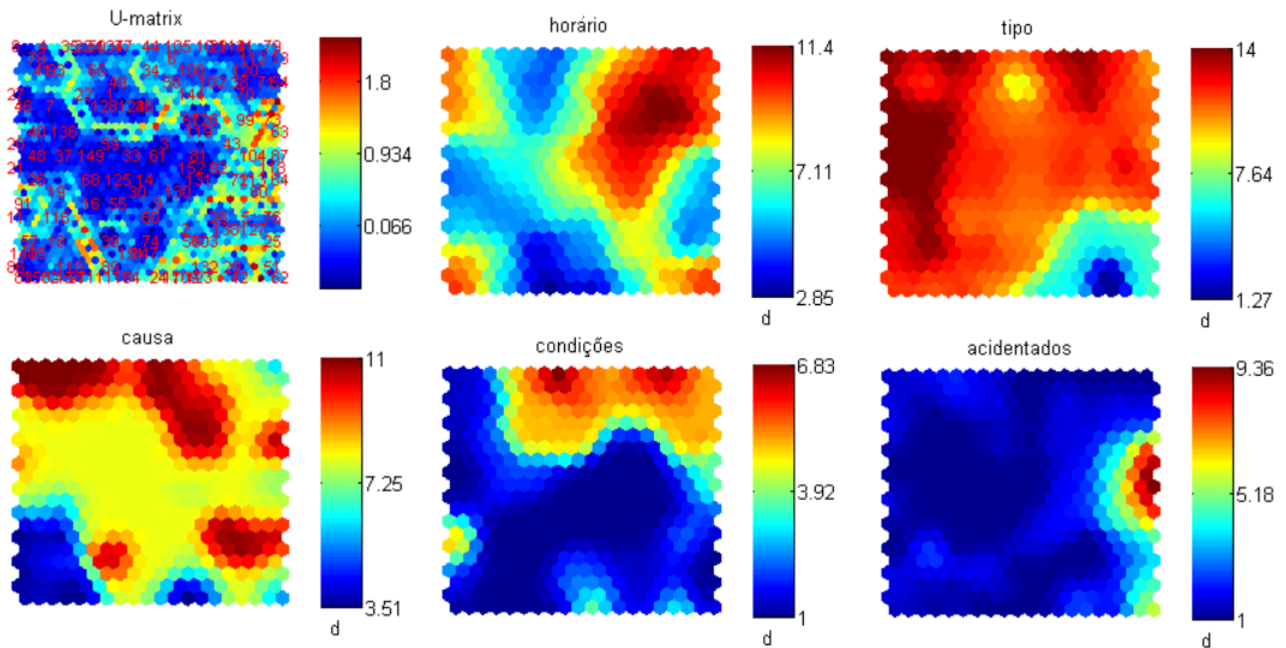


Figura 1 - Planos de componentes gerados pela matriz

Inicialmente analisando os planos de cada indicador foi possível verificar as classes mais frequentes, isso se dá utilizando os valores atribuídos a cada classe e a paleta de cores na lateral de cada.

O indicador tipo de acidente obteve, na sua maioria, acidentes relacionados a colisão traseira, colisão transversal e colisão lateral, valores 11, 12 e 14 respectivamente, equivalente as cores mais próximas do vermelho e vermelho escuro. Macedo et al (2015) trabalhando com acidentes envolvendo tratores em Minas Gerais verificaram comportamento semelhante, com as colisões sendo responsáveis pela maioria das ocorrências.

Para o indicador causa, a classe que mais se destacou foi a falta de atenção, seguida por outras causas. A classe outras causas representam acidentes que ocorreram devido a causas não listadas nos boletins de acidente de trânsito. Debiasi, Schlosser e Willes (2004) verificaram mesmo comportamento em acidentes de trabalho envolvendo conjuntos tratorizados em propriedades rurais.

O indicador condições climáticas mostra um grande número de ocorrências em condições de céu claro e sol, com código 1 e 2 respectivamente, já o plano referente a situação dos acidentados apresenta a maioria das ocorrências sem vítimas ou com vítimas feridas leves, códigos 1 e 2. No plano do indicador horário não foi possível afirmar ao certo quais classes são mais representativas.

Ao comparar os planos entre si pode-se observar os comportamentos de alguns acidentes. Analisando o plano componente de tipo de acidente, causa do acidente e condições climáticas no ponto superior central foi verificado colisões traseiras, com motoristas que ingeriram álcool e com condições climáticas de granizo no momento do acidente. Esse comportamento retrata uma situação onde a pista poderia estar escorregadia por conta do granizo e alguns dos condutores sobre efeito de bebida alcoólica tem seus reflexos reduzidos acarretando em uma colisão traseira.

Já analisando o centro a direita dos planos referentes a tipo de acidente, condições climáticas e acidentados

verifica-se que ocorreram colisões traseira por conta de baixa visibilidade já que o ambiente encontrava-se com neblina e que acarretaram em vítimas fatais.

Por fim analisando o centro inferior dos planos referentes aos indicadores horário e causa do acidente verifica-se acidentes nas primeiras horas dos dia, entre meia noite e

duas da manhã, devido a falta de atenção, provavelmente pelo horário adiantado os envolvidos deviam estar sonolentos e por consequência com atenção diminuta o que acarretou na ocorrência do acidente.

Na Figura 2 encontra-se a matriz U com seus rótulos de identificação.

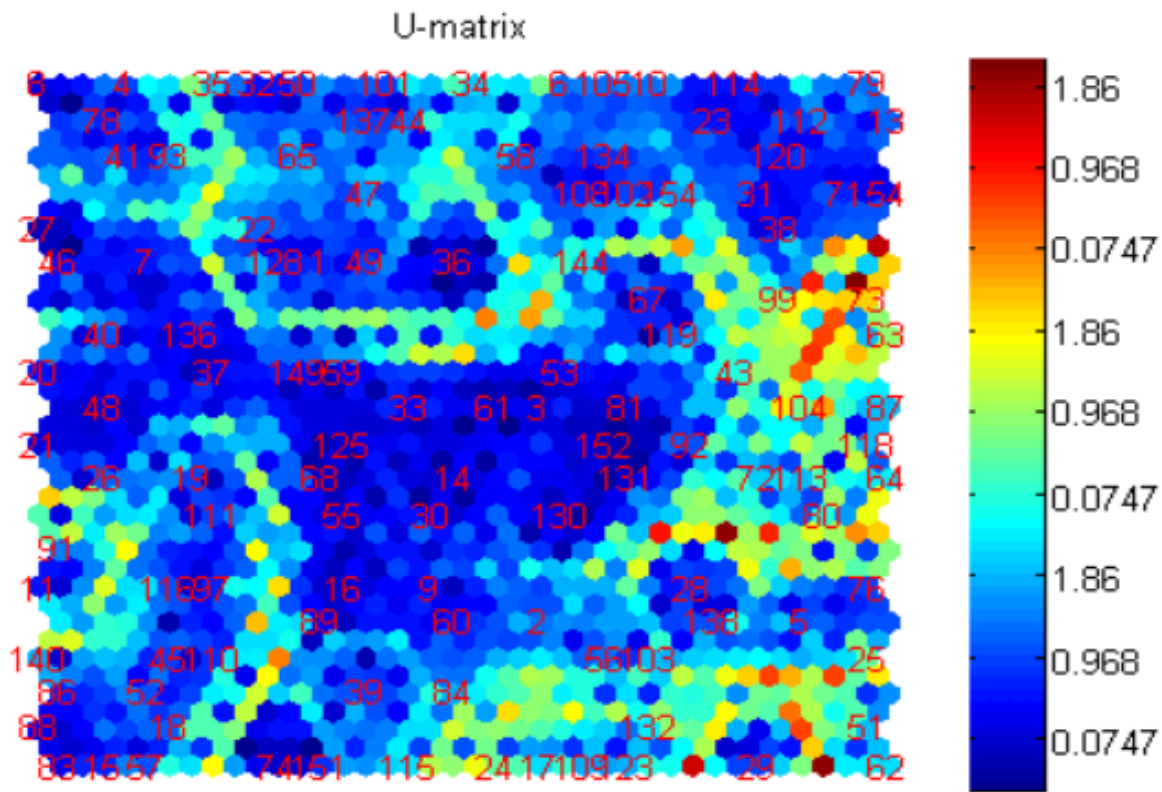


Figura 2 - Matriz U com rótulos.

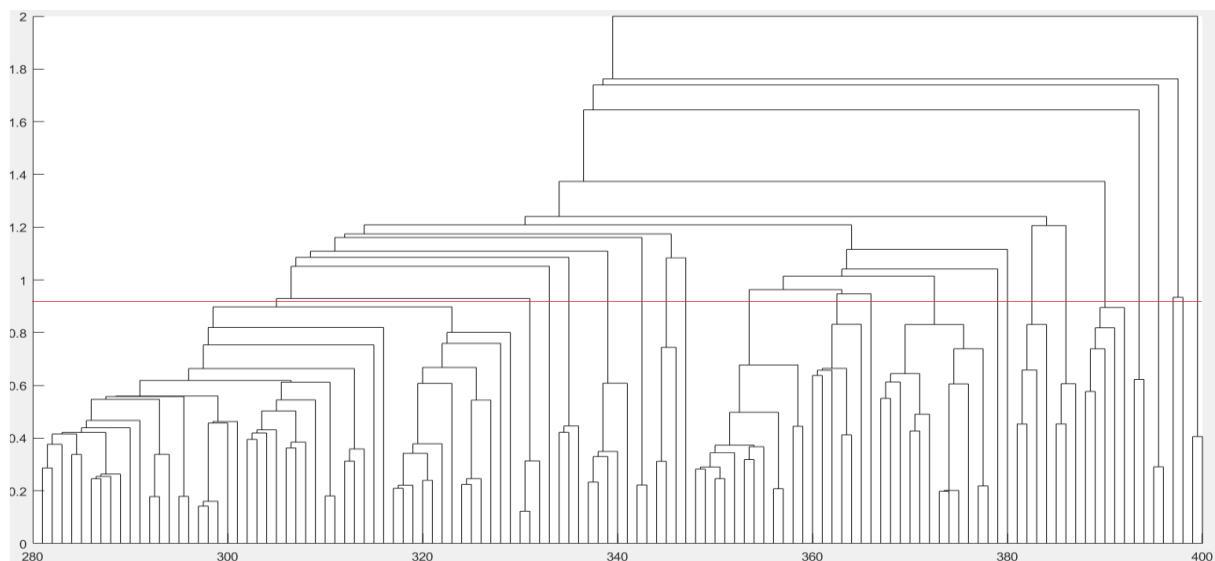


Figura 3 - Dendrograma dos dados de entrada dos acidentes.

Segundo Silva (2011) cores frias, mais próximas do azul escuro, indicam que os neurônios são mais próximos entre si, já para cores quentes, tendendo ao vermelho, indicam que os neurônios estão mais distantes. Isso ocorre devido a similaridade entre as informações, dados onde a distância euclidiana foi pequena ficaram próximas no mapa, já quando a distância foi grande ocorreram separações entre essas informações. A partir dessas informações pode-se verificar os padrões na matriz U, todavia a matriz gerada não é tão clara sobre os agrupamentos gerados sendo necessário o uso do coeficiente de k-means.

O coeficiente de k-means é uma excelente ferramenta para se determinar os grupos de um determinado banco de dados. Todavia se faz necessário determinar o vetor central dos clusters a partir do qual os objetos mais próximos vão sendo distribuídos, ou seja, é necessário estabelecer previamente o número de clusters que o coeficiente deve gerar. Para essa determinação do número de clusters utilizou-se métodos hierárquicos através do dendrograma (Figura 3).

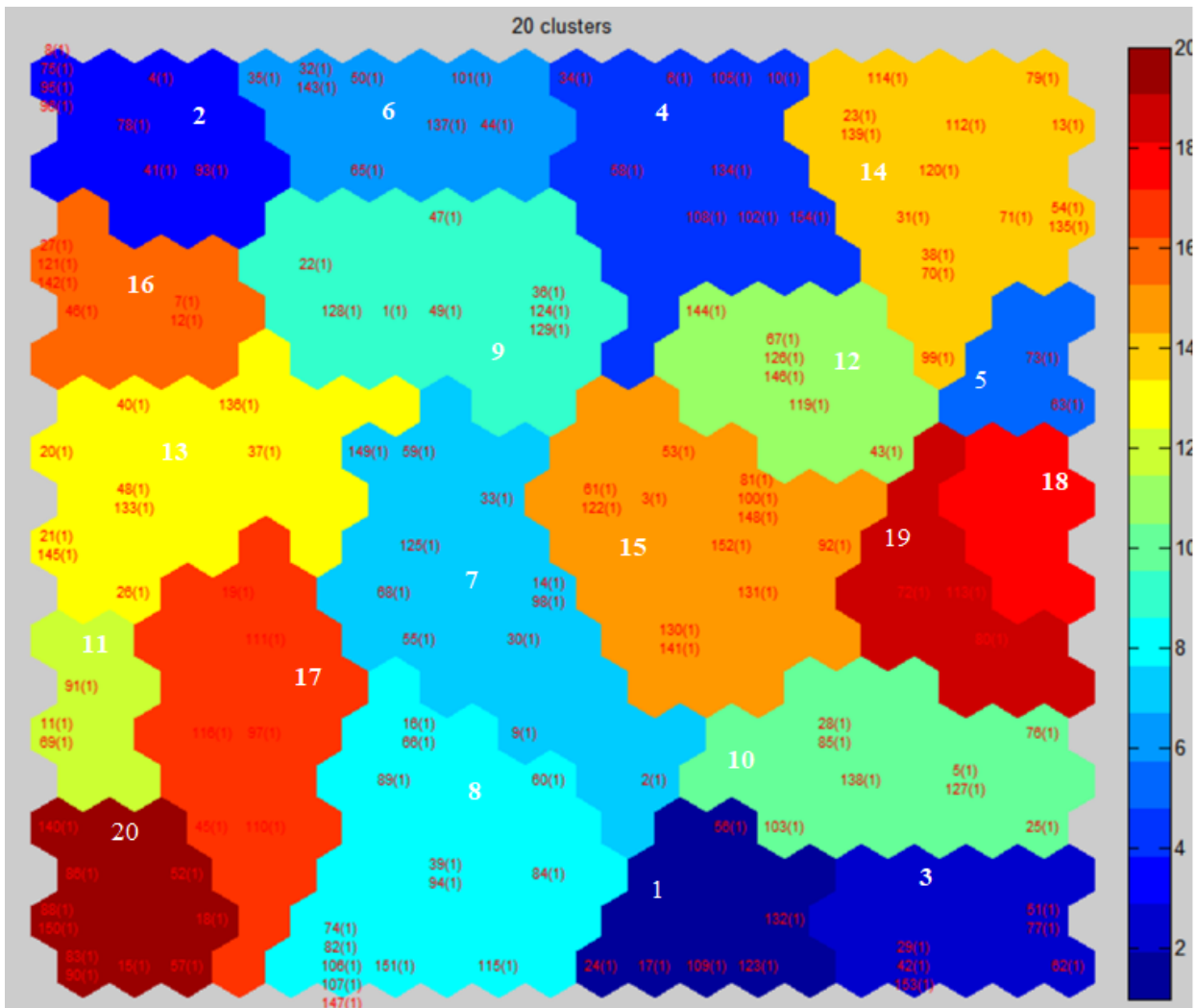


Figura 4 - Posição dos grupos por coeficiente de k-means.

Através do valor médio encontrado na matriz U (0,968) pode-se determinar o número de clusters necessários, esse valor foi marcado com uma linha vermelha sendo possível verificar 20 classes possíveis para essas informações. Na figura 4 encontra-se a posição dos agrupamentos através do coeficiente de k-means.

Dos 20 grupos de acidentes 10 não tiveram vítimas feridas (1,4,7,8,9,10,11,13,14,17), 8 grupo com vítimas feridas (2,3,6,12,15,16,19,20) e 2 grupos foram representados por vítimas fatais (5 e 8).

Na figura 4 está a divisão do mapa em 20 grupos distintos com o rótulo referente a cada acidente, com base nela foi possível separar os 20 grupos de acidentes com maior representatividade na tabela 5.

Tabela 5 - Grupos de acidentes identificados.

Agrupamento	Número de acidentes	Horário		Tipo		Causa		Condições		Acidentados	
		Classe	Frequência	Classe	Frequência	Classe	Frequência	Classe	Frequência	Classe	Frequência
1	6	10:00 a 11:59	50,00	Saída de Pista	66,67	Defeito mecânico em veículo	50,00	Sol	66,67	Sem vítimas	66,67
2	8	16:00 a 17:59	37,50	Colisão lateral	50,00	Outras	100,00	Céu Claro	62,50	Com vítimas feridas	50,00
3	6	16:00 a 17:59	50,00	Atropelamento de pessoa	50,00	Falta de atenção	66,67	Céu Claro	50,00	Com vítimas feridas	50,00
4	9	14:00 a 15:59	44,44	Colisão lateral	44,44	Ingestão de álcool	44,44	Nublado	66,67	Sem vítimas	66,67
5	2	18:00 a 19:59	100,00	Colisão com objeto fixo	100,00	Outras	100,00	Chuva	100,00	Com vítimas fatais	100,00
6	8	10:00 a 11:59	50,00	Colisão lateral	50,00	Outras	87,50	Nublado	50,00	Com vítimas feridas	50,00
7	11	12:00 a 13:59	36,36	Colisão Traseira	45,45	Falta de atenção	100,00	Ceu Claro	81,82	Sem vítimas	90,91
8	14	08:00 a 09:59	57,14	Transversal Colisão	64,29	Falta de atenção	85,71	Ceu Claro	57,14	Sem vítimas	71,43
9	8	12:00 a 13:59	37,50	Transversal Colisão	75,00	Falta de atenção	100,00	Nublado	87,50	Sem vítimas	62,50
10	8	14:00 a 15:59	25,00	Capotamento	50,00	Outras	75,00	Ceu Claro	75,00	Sem vítimas	50,00
11	3	08:00 a 09:59	66,00	Colisão traseira	66,00	Defeito mecânico em veículo	66,00	Nublado	100,00	Sem vítimas	100,00
12	6	18:00 a 19:59	66,67	Colisão traseira	50,00	Outras	66,67	Ceu Claro	83,33	Com vítimas feridas	66,67
13	9	08:00 a 09:59	55,56	Colisão lateral	88,89	Falta de atenção	66,67	Ceu Claro	66,67	Sem vítimas	77,78
14	14	18:00 a 19:59	57,14	Colisão traseira	42,86	Falta de atenção	92,86	Nublado	64,29	Sem vítimas	50,00
15	12	16:00 a 17:59	41,67	Colisão Transversal	58,33	Falta de atenção	91,67	Ceu Claro	100,00	Com vítimas feridas	58,33
16	6	16:00 a 17:59	50,00	Colisão lateral	100,00	Falta de atenção	100,00	Sol	50,00	Com vítimas feridas	50,00
17	6	08:00 a 09:59	50,00	Colisão lateral	50,00	Desobediência à sinalização	33,33	Ceu Claro	100,00	Sem vítimas	66,67
18	5	08:00 a 09:59	60,00	Colisão traseira	60,00	Velocidade incompatível	40,00	Nevoeiro/neblina	40,00	Com vítimas fatais	60,00
19	3	10:00 a 11:59	66,00	Colisão Transversal	100,00	Falta de atenção	100,00	Ceu Claro	66,00	Com mais de uma vítima ferida leve	66,00
20	10	16:00 a 17:59	40,00	Colisão traseira	40,00	Desobediência à sinalização	40,00	Ceu Claro	70,00	Com vítimas feridas	60,00

Alguns grupos, mesmo os que não houveram vítimas feridas, valem ser ressaltados como no caso do grupo 1 onde as saídas de pista com os tratores ocorreram em condições climáticas boas, ou seja sol, pela manhã e devido a defeito mecânico na máquina, nessas circunstâncias a realização de manutenções preventiva, preditiva e corretiva de forma adequada poderia evitar a ocorrência deste sinistro.

No grupo 3 o atropelamento de pessoas ocorreu em condições de boa luminosidade, por ter sido no período da tarde e com céu claro, e ocorreu devido a falta de atenção, com vítimas feridas, nessa condição de acidente o operador pode evitar a ocorrência do mesmo prestando atenção as vias e nos pedestres e quando possível ceder a passagem ao pedestre na via.

No grupo 4, por mais que não tenham vítimas feridas, vale ressaltar que os acidentes foram colisão lateral e

ocorreram por conta da ingestão de bebida alcoólica, esses acidentes ocorrem no ato da ultrapassagem, independente de ter sido o motorista ou o operador que tenha ingerido bebida alcoólica, o mesmo não poderia estar dirigindo ou operando o veículo automotor, por estarem alcoolizados encontravam-se com reflexos diminutos o que acarretou a falta de pericia para concluir a ultrapassagem corretamente.

No grupo 18 os sinistros ocorreram pela manhã, todavia com nevoeiro ou neblina, isso associado ao possível excesso de velocidade dos veículos de passeio ou mesmo a baixa velocidade do trator acarretam em colisão traseira e com vítimas fatais, nessas condições há possíveis soluções para tentar saná-las: os operadores de máquinas devem tentar evitar sair com máquinas em condições de baixa visibilidade, por mais que o trator seja uma máquina grande com pouca visibilidade os motoristas podem não ter tempo hábil para frear. Evitar utilizar vias onde a velocidade mínima exigida é maior que a máxima do trator. Motoristas de veículos de passeio quando estiverem em situações de baixa visibilidade devem diminuir a sua velocidade para poder avistar possíveis obstáculos e ter um tempo hábil para tomada de decisão e assim evitar a ocorrência do sinistro.

4 CONCLUSÃO

1. O uso da rede SOM e técnicas de agrupamento possibilitaram identificar as classes mais constantes nos indicadores.
2. Foi possível verificar padrões e correlações entre os indicadores e os grupos dos acidentes.
3. As técnicas utilizadas se mostraram ferramentas adequadas para traçar perfis de acidentes e com isso obter uma visão mais apurada dos sinistros, a fim de prevenir a ocorrência dos mesmos.

5 REFERÊNCIAS

AMBROSI, J. N.; MAGGI, M. F. Acidentes de trabalho relacionados as atividades agrícolas. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 1-13, 2013.

ARCOVERDE, G. F. B.; ALMEIDA, C. M.; XIMENES, A. C.; MAEDA, E. E.; ARAÚJO, L. S. Identificação de áreas prioritárias para recuperação florestal com o uso de rede neural de mapas auto –organizáveis. **Boletim de Ciências Geodésicas**, Curitiba, v. 17, n. 3, p. 379-400, 2011.

CARVALHO, N. A. S.; SOUZA, R. C.; EPPRECHT, E. K. Segmentação do mercado consumidor cativo, alta e média tensão de uma distribuidora de energia elétrica: aplicação do mapa auto-organizável de Kohonen para descoberta de padrões de inadimplência do setor. **Exacta**, São Paulo, v. 14, n. 3, p. 495-509, 2016.

COSTA, J. A. F.; NETTO, M. L. A. Segmentação de mapas auto-organizáveis em espaço de saída 3-D.

Controle e Automação, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 150-162, 2007.

DEBIASI, H.; SCHLOSSER, J. F.; WILLES, J. A. Acidentes de trabalho envolvendo conjuntos tratorizados em propriedades rurais do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 779-784, 2004.

JORGENSEN, K. A systematic use of information from accidents as a basis of prevention activities. **Safety Science**, Nicosia, v. 46, p. 164-175, 2008.

LEITE, E. P.; SOUZA FILHO, C. R. Mapas auto – organizáveis aplicados ao mapeamento do potencial mineral da região de Serra do Leste, província mineral de Carajás, Pará. **Revista Brasileira de Geofísica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 397-409, 2010.