

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (T) Nadjane Corrêa de Almeida

PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS DAS OPERAÇÕES DE SEGURANÇA MARÍTIMA
PARA A MB NAS AJB:
UMA ANÁLISE DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE O TRÁFEGO MARÍTIMO
(SISTRAM) BASEADA EM CONCEITOS DE CIÊNCIA DE DADOS.

Rio de Janeiro

2021

CC (T) Nadjane Corrêa de Almeida

PERSPECTIVAS E TENDÊNCIAS DAS OPERAÇÕES DE SEGURANÇA MARÍTIMA
PARA A MB NAS AJB:
UMA ANÁLISE DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES SOBRE O TRÁFEGO MARÍTIMO
(SISTRAM) BASEADA EM CONCEITOS DE CIÊNCIA DE DADOS.

Monografia apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso Superior.

Orientador: CF Felipe Folgoso Sasaki

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2021

AGRADECIMENTOS

A Deus por iluminar meu caminho e me dar forças para persistir e chegar ao fim de mais uma jornada.

A minha mãe, que sempre me incentiva e oferece o apoio essencial para a execução dos meus projetos e o alcance dos meus objetivos.

Ao meu esposo pelo seu amor, companheirismo, compreensão e cuidado com nossa família nos momentos em que precisei me dedicar ao C-SUP 2021.

Ao meu filho, meu bem mais precioso, que sempre me acalma com seu jeito carinhoso e seus sorrisos marotos.

Ao CF Sasaki por sua disponibilidade, cordialidade e orientações valorosas que muito contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao CMG (RM1) Davi e à Ana Porthun por suas contribuições que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao 1ºTen (RM2-T) Sant'Anna por sua disponibilidade, paciência e essencial ajuda.

À CMG (RM1-T) Chiara e ao SO (RM1-ET) Rodrigues por todo apoio prestado durante a disciplina de Metodologia do Trabalho Acadêmico.

RESUMO

Os conceitos de ciência de dados e as ferramentas de apoio à decisão tornaram-se bastante populares em função das vantagens competitivas proporcionadas às organizações que utilizaram essas técnicas. Isso ocorre porque a análise de dados pode ser implementada em vários níveis e é independente da área de negócio. O objetivo deste trabalho é mostrar as vantagens do emprego de técnicas de análise sobre os dados do SISTRAM, abordando a importância, para a Marinha do Brasil, da extração do conhecimento existente nesses dados. As fontes utilizadas para o desenvolvimento desta monografia baseiam-se em entrevistas e pesquisa bibliográfica. Os resultados e conclusão giram em torno das melhorias a serem obtidas no controle do tráfego marítimo e na contribuição para o aperfeiçoamento da consciência situacional marítima.

Palavras-chave: SISTRAM. Análise de dados. Controle do tráfego marítimo. Consciência Situacional Marítima.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AIS	<i>Automatic Identification System</i>
AIT	Atestado de Inscrição Temporária
AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
APA	Área de Proteção Ambiental
BI	<i>Business Intelligence</i>
CAMTES	<i>Computer Assisted Maritime Threat Evaluation System</i>
CASNAV	Centro de Análises de Sistemas Navais
CCOI	<i>Critical Contact of Interest</i>
COI	<i>Contact of Interest</i>
CISMAR	Centro Integrado de Segurança Marítima
CNUDM	Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar
CSM	Consciência Situacional Marítima
DCP	Direção Civil de Pesca
DCTM	Direção Civil do Transporte Marítimo
DPC	Diretoria de Portos e Costas
DSS	<i>Decision Support System</i>
DW	<i>Data Warehouse</i>
EIS	<i>Executive Information Systems</i>
EQUASIS	<i>Electronic Quality Shipping Information System</i>
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
EVAM	Evacuação Aeromédica
FSC	<i>Flag State Control</i>
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IN	Inspeção Naval
KDD	<i>Knowledge Discovery in Databases</i>
LCM	Linhas de Comunicação Marítimas
LRIT	<i>Long-Range Identification and Tracking System</i>
MB	Marinha do Brasil
MIRS	<i>Maritime Intelligence Risk Suite</i>
MMSI	<i>Maritime Mobile Service Identity</i>

MN	Milhas Náuticas
MRCC	<i>Maritime Rescue Coordination Centre</i>
MSSIS	<i>Maritime Safety and Security Information System</i>
MT	Mar Territorial
PATNAV	Patrulha Naval
PC	Plataforma Continental
PF	Polícia Federal
PGACON	Programa Geral de Adestramento do Comando de Operações Navais
PGAD	Plano Geral de Adestramentos
PO	Pesquisa Operacional
PREPS	Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite
PSC	<i>Port State Control</i>
RCC	<i>Rescue Coordination Centre</i>
SAR	<i>Search and Rescue</i>
SGBD	Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados
SIGEMB	Sistema integrado de Gerenciamento de Embarcações
SIMMAP	Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo
SISTRAM	Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo
SOLAS	<i>Safety of Life at Sea</i>
VOI	<i>Vessel of Interest</i>
VRMTC	<i>Virtual Regional Maritime Traffic Centre</i>
ZC	Zona Contígua
ZEE	Zona Econômica Exclusiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	CIÊNCIA DE DADOS	9
2.1	Sistemas de apoio à decisão	10
2.2	Data Warehouse	11
2.3	Integração de dados	11
2.4	Inteligência de negócios	12
2.5	Mineração de dados	12
2.6	Análise de dados	13
2.7	Ciência de dados	14
3	AMBIENTE MARÍTIMO, SEGURANÇA MARÍTIMA E O SISTRAM	15
3.1	Espaços marítimos	15
3.1.1	Águas jurisdicionais brasileiras e Amazônia Azul	16
3.2	Segurança marítima	17
3.3	Subsídios relevantes para o planejamento das PATNAV	17
3.4	Fatores que influenciam o controle do tráfego marítimo e a segurança marítima	18
3.5	Subsídios relevantes para a obtenção da consciência situacional marítima	20
3.6	O Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo	21
3.7	Os dados do SISTRAM IV	23
3.8	Contextualização do SISTRAM em relação à Segurança Marítima	25
4	A ANÁLISE DE DADOS E O SISTRAM	25
4.1	O pré-processamento dos dados	26
4.2	A análise preditiva classificatória sobre os dados do SISTRAM	28
4.3	A análise preditiva de associações sobre os dados do SISTRAM	29
4.4	Síntese analítica sobre o SISTRAM	30
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

Cerca de 95% do comércio exterior brasileiro é realizado por vias marítimas (CREA-PE, 2018), em razão do menor custo para o traslado de grandes cargas a longas distâncias nessa modalidade de transporte. Contudo, a importância do mar vai além do comércio exterior. A pesca, por exemplo, é uma atividade cultural e socioeconômica responsável por gerar em torno de 3,5 milhões de empregos diretos e indiretos no Brasil e representa cerca de R\$ 5 bilhões do PIB do país (RUFFINO, LIMA e SANT'ANA, 2016).

As riquezas minerais são diversas: aproximadamente 93% da exploração de petróleo e 73% da extração de gás brasileiro são realizadas em subsolo marinho (CREA-PE, 2018). Concreções de estanho, titânio, zircônio, calcário, areia, zinco, platina, cobre, níquel, fosforita, cobalto, manganês e outras foram descobertas na Plataforma Continental brasileira, sendo que muitas delas estão em processo de aproveitamento. Ademais, anualmente, pesquisas científicas realizadas por órgãos autorizados pelo Governo descobrem novas e expressivas fontes de recursos nessas vastas águas que ainda não foram completamente mapeadas (BRASIL, 2021c).

Essas riquezas demonstram a importância econômica e estratégica do mar e revelam que é imprescindível protegê-lo e ter controle sobre o seu acesso, garantindo a soberania do país. Nesse contexto, a Marinha do Brasil (MB) tem o dever constitucional de promover a segurança em Águas Jurisdicionais Brasileiras, defender a integridade territorial marítima do país, proteger as riquezas da Amazônia Azul, garantir o pleno exercício dos direitos e deveres relacionados ao tráfego marítimo, à exploração de recursos naturais, à conservação das áreas marítimas de interesse estratégico e suas estruturas de apoio e salvaguardar a vida humana no mar (BRASIL, 2017b).

Garantir a segurança marítima de uma área com extensão aproximada de 5,7 milhões de km² (BRASIL, 2021a) constitui uma tarefa complexa e um verdadeiro desafio para a Marinha do Brasil. Dessa forma, para que seja possível cumprir suas tarefas relativas à defesa da Pátria e à garantia da lei e da ordem, torna-se necessário estabelecer, desenvolver e integrar mecanismos voltados para o monitoramento e controle da área marítima com vistas à obtenção de uma consciência situacional marítima.

Cabe esclarecer que a consciência situacional marítima tratada nesta pesquisa diz respeito ao conhecimento das relações que ocorrem no meio marítimo e à compreensão das tendências para ocorrências futuras que possam causar impacto na economia ou na segurança

do país (BRASIL, 2017b). Logo, a consciência situacional marítima favorece a percepção antecipada das potenciais ameaças, permitindo empregar o Poder Naval adequadamente, com eficácia e eficiência, nas ações destinadas à segurança marítima, ao controle e à fiscalização do cumprimento das normas vigentes sobre o tráfego marítimo, realizada por meio da Inspeção Naval (IN) e da Patrulha Naval (PATNAV).

Assim, para prever e evitar ameaças, é necessário desenvolver ferramentas que integrem os dados obtidos por sensores remotos e as informações de inteligência coletadas por meio de intercâmbio com órgãos e entidades, nacionais e estrangeiras, ligadas às atividades aquaviárias. O Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM) é a principal ferramenta utilizada pela Marinha para o monitoramento do tráfego marítimo, sob a responsabilidade do Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR). Cabe ressaltar que, embora outros sistemas forneçam dados de posicionamento de navios mercantes, o escopo desta pesquisa limitar-se-á ao estudo do SISTRAM, tendo em vista que este sistema é o de maior relevância para a MB.

O SISTRAM registra milhares de dados das movimentações de navios em toda a costa brasileira e águas interiores, que são acompanhadas pelos operadores do CISMAR, responsáveis por monitorar diariamente essa grande massa de dados. Nesse contexto, o problema a ser estudado consiste na identificação de possibilidades de proporcionar melhorias à antecipação de ameaças e ao processo de tomada de decisões relacionadas à segurança marítima, ao controle do tráfego marítimo e ao emprego de meios navais e aeronavais em operações de PATNAV, a partir da extração de conhecimento dos dados do SISTRAM.

Os objetivos desta pesquisa são:

- a) identificar os principais fatores que influenciam na tomada de decisões relativas à segurança marítima e ao controle do tráfego marítimo;
- b) analisar os dados do SISTRAM com base na ciência de dados;
- c) explicar as soluções de ciência de dados selecionadas para a análise dos dados do SISTRAM;
- d) apresentar os benefícios e melhorias possíveis de serem alcançados na antecipação de ameaças e no apoio à decisão, considerando as implementações das soluções de ciência de dados selecionadas para o SISTRAM.

Para alcançar os objetivos desejados, esta pesquisa responderá os seguintes questionamentos:

- a) quais conhecimentos podem ser extraídos do SISTRAM?

- b) quais são os subsídios relevantes para o planejamento das PATNAV e quais deles podem ser obtidos a partir do SISTRAM?
- c) quais conhecimentos extraídos do SISTRAM são importantes para a obtenção da consciência situacional marítima?

A motivação para a escolha do SISTRAM como objeto desta pesquisa deve-se ao conhecimento prévio a respeito de alguns dos seus tipos de dados e das funcionalidades que oferece. Além disso, o SISTRAM representa a consagração de um projeto de longo prazo, estável, maduro, pois o sistema está em funcionamento há mais de vinte anos e continua sendo atualizado no intuito de manter o atendimento às necessidades da MB, encontrando-se atualmente em processo de evolução para a sua quinta versão.

Esta monografia utilizou pesquisas bibliográfica e documental, bem como entrevistas de militares e servidores civis responsáveis pelo desenvolvimento do SISTRAM e detentores de conhecimento na área de segurança marítima, controle naval do tráfego marítimo e PATNAV. Este documento está dividido em cinco seções primárias. A primeira é constituída por uma introdução, que contextualiza o tema deste trabalho, delimita seu escopo, estabelece seus objetivos e lista os questionamentos a serem respondidos. A segunda seção tem por finalidade apresentar os principais conceitos relacionados à análise e ciência de dados, voltados para a implementação de soluções e ferramentas de apoio à decisão. A terceira seção dispõe acerca de tópicos relativos ao ambiente marítimo, relacionados ao tema deste trabalho, como consciência situacional marítima, patrulha naval e fatores que influenciam na tomada de decisões relativas à segurança marítima e ao controle do tráfego marítimo, apresenta o SISTRAM IV e as informações que este disponibiliza ao CISMAR. A quarta seção expõe sugestões de análises aplicáveis aos dados do SISTRAM IV, responde os questionamentos sobre quais conhecimentos podem ser extraídos do SISTRAM e qual a importância desses conhecimentos para a obtenção da consciência situacional marítima, fornece argumentações e possíveis soluções para atingir os objetivos propostos por este trabalho. A última seção correlaciona os tópicos abordados nas seções anteriores, discorrendo a respeito das conclusões obtidas, das contribuições e perspectivas para trabalhos futuros.

2 CIÊNCIA DE DADOS

Ciência de dados é um termo criado recentemente que se tornou bastante popular. Surgiu em decorrência de uma série de evoluções de técnicas e ferramentas empregadas para prover o apoio à decisão e o aprimoramento de processos de negócio, gerando melhores

resultados para as empresas. Esta seção se propõe a abordar os conceitos relativos às técnicas, modelos e soluções empregados na análise e ciência de dados e explicar os termos que serão mencionados na quarta seção.

2.1 Sistemas de apoio à decisão

Até o início da década de 1970, os sistemas de informações gerenciais das empresas eram baseados exclusivamente em relatórios periódicos (semanal, mensal, trimestral) para obter informações que poderiam ser utilizadas por seus gerentes em apoio à tomada de decisões. Embora os relatórios tivessem utilidade, havia a necessidade de obter informações em maior variedade e detalhamento, a fim de permitir que fossem compreendidas tanto as questões internas quanto as relações externas que influenciavam no funcionamento e, conseqüentemente, no desempenho das empresas. Então, ainda naquela década, surgiram os primeiros conceitos de sistemas de apoio à decisão (*Decision Support System – DSS*), sistemas interativos, que forneciam dados e modelos projetados para auxiliar os decisores na solução de problemas não-estruturados (SHARDA, DELEN e TURBAN, 2019).

Os modelos de apoio à decisão foram surgindo conforme o tipo e a complexidade do problema e os recursos disponíveis. Ainda na década de 70, surgiram os modelos conhecidos como Pesquisa Operacional (PO). Esses utilizam métodos heurísticos, como modelos de simulação, baseados no conhecimento dos especialistas em cada área da empresa, coletados por meio de processos manuais, como entrevistas, para solucionar problemas de otimização complexos que não podem ser resolvidos com programação linear e não-linear (SHARDA, DELEN e TURBAN, 2019).

Durante as décadas de 70 e 80, o desenvolvimento de sistemas especialistas fizeram com que o conhecimento de técnicos (especialistas) da área de negócio (medicina, é um exemplo clássico de área que emprega sistemas especialistas) pudessem ser obtidos, por meio de entrevistas, e empregados para a criação de regras condicionais lógicas, a fim de permitir que esses conhecimentos fossem disponibilizados para serem consultados a qualquer momento para identificar um problema estruturado e suas possíveis soluções (GAMA, 2017).

O Planejamento de Recursos Empresariais (*Enterprise Resource Planning – ERP*) surgiu, durante a década de 1980, com o advento dos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD) Relacionais, que passaram a resolver os problemas de integridade e consistência dos dados. Os ERP, desenvolvidos por grandes empresas, como Oracle e SAP, e ainda empregados atualmente, integram os diversos sistemas de informações responsáveis por registrar os dados transacionais de cada um dos departamentos ou seções da empresa e

permitem a produção de relatórios empresariais sob demanda.

Já os Sistemas de Informações Executivas (*Executive Information Systems* – EIS) surgiram, durante a década de 90, com a necessidade de dar versatilidade aos relatórios gerenciais. Os EIS empregam ferramentas gráficas, como *dashboards* (painéis), para fornecer melhor visualização de resultados, como indicadores de desempenho, e costumam criar *data warehouses* para não afetar a eficiência dos sistemas transacionais durante a obtenção dos seus dados (SHARDA, DELEN e TURBAN, 2019).

2.2 Data Warehouse

Data Warehouse (DW) consiste em um repositório de dados importantes para os tomadores de decisão, consolidados e estruturados por tema e período de tempo. Os dados para povoar o *data warehouse* são preparados para o processamento analítico dos sistemas de apoio à decisão e são obtidos a partir de bancos de dados correntes e históricos, internos ou externos à empresa (GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015). Assim, *data warehouses* apresentam algumas características, como organização por área temática (clientes, produtos, vendas), oferecendo uma perspectiva abrangente da empresa; integração de dados provenientes de fontes contendo campos com formato, nomenclatura e unidade de medida distintos; armazenamento de dados atuais e históricos, devendo fazer o controle de escala temporal (diária, mensal, semestral); não efetua edições nos registros existentes, as atualizações de dados geram novos registros e os dados obsoletos são excluídos; e guarda metadados sobre a organização e utilização do DW (SHARDA, DELEN e TURBAN, 2019). Os metadados consistem em dados a respeito das tabelas e seus atributos no banco, tais como descrição, domínio, valores mínimos e máximos, definições de siglas e seus significados, unidades de medida, entre outros.

2.3 Integração de dados

Uma tarefa obrigatória a ser realizada no processo de obtenção de dados provenientes de diferentes bases é a integração. Primeiramente, é preciso identificar as entidades (classes de objetos) comuns nas diferentes bases, a partir da identificação de atributos comuns nos conjuntos de dados que deverão ser combinados. A localização de valores iguais em atributos chaves (aqueles que permitem identificar univocamente o objeto) nos conjuntos de dados a serem integrados determinará a necessidade de combinação dos registros do objeto em uma base de dados única (GAMA, 2017).

Existem, porém, fatores relacionados aos atributos comuns, que podem tornar essa

tarefa de integração mais complexa, a citar: a existência de nomenclaturas variadas para uma mesma classe, variações de unidades de medida para um mesmo atributo, atualizações em momentos diversos, dados incompletos, dados inconsistentes (contraditórios) e *outliers* (valores que se distanciam excessivamente dos demais, ou seja, valores anormais). Nesses casos, as informações presentes nos metadados serão fundamentais tanto para a detecção quanto para a solução desses problemas (GAMA, 2017).

2.4 Inteligência de negócios

Com as implementações dos modelos de sistemas de apoio à decisão, as variadas soluções de TI foram recebendo nomenclaturas próprias. Essas soluções passaram a combinar um ou mais conceitos e ferramentas existentes para oferecerem resultados além dos esperados individualmente para cada modelo, começando a serem referenciadas a nomenclaturas mais abrangentes. No início dos anos de 2000, as evoluções do conceito de Sistemas de Informações Executivas, convergiu para o surgimento do termo *Business Intelligence* (BI) ou inteligência de negócios.

A inteligência de negócios é representada por tecnologias que manipulam dados gerenciais (atuais e históricos), geralmente minerados e disponíveis em DW, a fim de criar consultas extremamente interativas que possibilitem subsidiar melhor os gestores, a partir da produção de conhecimento extraído dos dados da empresa, da realização de análises de desempenho, gerando o aumento da qualidade dos resultados e aperfeiçoando o processo de tomada de decisões.

Sharda, Delen e Turban (2019) consideram que o processo de funcionamento da *BI* compreende a coleta dos dados de interesse, a submissão destes a algum tipo de tratamento, que seja responsável por processá-los, combiná-los e analisá-los, transformando-os em informações e, em seguida, decisões que, por sua vez, culminarão com o desenvolvimento de ações. Dessa forma, um sistema de Inteligência de negócios é composto, no mínimo, por:

- a) um ou mais repositórios, normalmente do tipo *Data Warehouse*;
- b) ferramentas de análise de negócios;
- c) ferramentas de apresentação interativa das informações.

2.5 Mineração de dados

Segundo Amaral (2016, p. 2), a mineração de dados compreende um conjunto de processos elaborados e executados para examinar e “analisar grandes volumes de dados em

busca de padrões, previsões, erros, associações entre outros”. A partir da análise das ocorrências passadas, a mineração de dados permite compreender como os diferentes comportamentos do mercado influenciam positiva ou negativamente a empresa. Contudo, não basta simplesmente armazenar massas de dados, pois estes apenas passarão a ter valor quando forem analisados, gerando informação e conhecimento.

A mineração de dados emprega algoritmos de aprendizado de máquina, um ramo da Inteligência Artificial, para identificar padrões. Esses algoritmos são empregados na Descoberta de Conhecimento em Bases de Dados ou *Knowledge Discovery in Databases* (KDD) para realizar, dentre outras, tarefas de: classificação, regressão, agrupamento e descoberta de associação (GOLDSCHMIDT, PASSOS e BEZERRA, 2015). Na classificação, é possível prever a categorização de um objeto em função de seus atributos, ou seja, das características que o definem.

A regressão também faz uma previsão de categorização, mas as categorias são numéricas. No agrupamento, o algoritmo procura identificar características que sejam semelhantes entre os elementos, a fim de agrupá-los. As regras de associação, como o nome diz, podem criar regras de relacionamentos entre elementos em um cenário. Um exemplo clássico de aplicação de regra de associação é a cesta de compras, na qual verifica-se que quem compra um determinado produto “x” também costuma comprar o produto “y” (AMARAL, 2016).

2.6 Análise de dados

A análise de dados vem sendo utilizada em substituição à BI. A análise de dados faz a combinação dos conceitos e tecnologias de apoio à decisão, apresentados anteriormente, para aprimorar os processos de tomada de decisões por meio de técnicas estatísticas aliadas a ferramentas de interface interativas, sistemas de descoberta de conhecimento em bases de dados e de oferecimento de recomendações baseadas nas percepções obtidas por meio dos dados da organização. A análise de dados observa dados históricos e atuais para compreender o que acontece em uma organização e emprega ferramentas computacionais, estatística e identificação de padrões para ajudar os executivos a tomarem decisões mais acertadas para cada situação.

Institutos e associações de pesquisa, voltadas ao desenvolvimento de boas práticas em soluções analíticas (*analytics*) – processos e técnicas de DSS, PO, análise e ciência de dados – propuseram a categorização da análise de dados em níveis. Neste trabalho, será utilizada a classificação feita pela “*Inform's*”, renomada associação internacional de

profissionais de PO e *Analytics*, na qual foram definidos três níveis de análise: descritivo, preditivo e prescritivo.

A análise de dados descritiva está associada ao melhor entendimento das causas de ocorrências na organização, decorrentes de fatores externos e internos à empresa, a partir dos registros (dados) correntes e passados, relacionando essas ocorrências a tendências do mercado e oferecendo apoio à decisões de forma a garantir a manutenção dos clientes e a percepção de possibilidades de novos investimentos. Essa análise de dados utiliza técnicas estatísticas descritivas (compreensão e sumarização de dados) e recursos avançados de visualização de informações.

A análise de dados preditiva faz uso de técnicas estatísticas preditivas e de mineração de dados, com: algoritmos de classificação (como redes neurais artificiais, árvores de decisão e algoritmos genéticos) para conseguir gerar previsões comportamentais, algoritmos de regressão (como regressão linear e não linear) para a previsão comportamental de características que possuam valores contínuos, algoritmos de descoberta de associações (como o Apriori e o Eclat) para encontrar relações entre itens (fatores, produtos) presentes simultaneamente em ocorrências ou transações distintas e algoritmos de agrupamento (como *k-Means* e Mapas de Kohonen) para fazer segmentação por grupos (*clusters*) de ocorrências que apresentem padrões de comportamento semelhantes.

A análise de dados prescritiva baseia-se em sistemas de recomendações que, de acordo com uma determinada situação ou evento(s), gera respostas para decisões binárias (“sim” ou “não”), estipula valores ideais de venda para um produto ou prestação de serviço ou sugere a execução de procedimentos (realização ordenada de medidas ou ações específicas). As prescrições oferecidas por essa análise podem ser configuradas para serem executadas automaticamente, como o envio de e-mail(s) e exibição de alarmes, no caso de sistemas de geração de ações automatizadas.

2.7 Ciência de dados

O termo ciência de dados surgiu recentemente, mas tornou-se bastante popular. A ciência de dados une a metodologia científica e a análise de dados voltada ao reconhecimento de padrões comportamentais. Tem por propósito extrair conhecimento dos dados, usufruindo do valor que esses dados representam para a organização, viabilizando a realização de previsões de ocorrências e tendências futuras e a busca da potencialização de desempenho e resultados por meio de mecanismos de recomendações.

A separação entre as competências do analista de dados e do cientista de dados

causa diversas discussões. Em Sharda, Delen e Turban (2019), os autores assumem que a distinção entre esses profissionais dá-se da seguinte forma: o foco do analista de dados está na geração de relatórios e técnicas visuais avançadas, de forma que este profissional enquadra-se mais na análise de dados descritiva, enquanto que a atuação do cientista de dados insere-se adequadamente nas análises preditivas e prescritivas.

Os níveis de análise de dados são complementares e podem ser adotados de forma incremental. Conforme for avançando nos níveis, maior será o amadurecimento do processo de conhecimento da organização e a probabilidade de melhoria do desempenho e obtenção dos resultados almejados, definidos no planejamento estratégico. Por esse motivo, as técnicas de análise e de ciência de dados, abordadas anteriormente, vem sendo empregadas nas mais diversificadas áreas de negócios, a citar: análise de dados esportivos e de lesões esportivas, empresas do ramo de viagens, florestal, de automação, de siderurgia, de saúde, do comércio varejista e daí em diante.

3 AMBIENTE MARÍTIMO, SEGURANÇA MARÍTIMA E O SISTRAM

Esta seção discorre sobre conceitos relativos ao ambiente marítimo, que são referenciados neste trabalho, apresenta o Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo (SISTRAM IV) e suas informações disponibilizadas ao CISMAR.

3.1 Espaços marítimos

De acordo com Brasil (2017a), as águas interiores são aquelas que estão dentro da linha de base do mar territorial, incluindo rios, baías, lagos e lagoas. O Mar territorial (MT) é a área que se estende até o limite de 12 milhas náuticas (MN), contadas a partir das linhas de base, que correspondem normalmente às linhas de baixa-mar traçadas ao longo da costa, conforme marcações das cartas marítimas oficiais do Estado Costeiro, mas podem ser ajustadas em regiões como foz de rio, baía, porto, recife, ancoradouro e baixio a descoberto, quando sua marcação leva em consideração as reentrâncias, os recortes profundos e as franjas de ilhas (BRASIL, 2017a). Tanto as águas interiores quanto o MT são áreas de soberania do Estado. Contudo, o direito de passagem inocente, pelo mar territorial, de embarcações de bandeira de Estados estrangeiros é reconhecido por normas internacionais aceitas por diversos países (BRASIL, 1990).

A área adjacente ao MT é a Zona Contígua (ZC), que estende-se em até doze milhas náuticas. Nessa região, o Estado Costeiro tem direito de efetuar fiscalizações e fazer

cumprir seus regulamentos fiscais, aduaneiros, imigratórios ou sanitários (BRASIL, 2017a). A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) é o espaço marítimo a partir do MT e não deve ultrapassar as duzentas milhas náuticas, contadas a partir das linhas de base. Na ZEE, apenas o Estado Costeiro tem o direito de exploração e aproveitamento de recursos naturais, mas qualquer Estado tem liberdade para navegar, sobrevoar, colocar cabos e dutos submarinos, bem como fazer outros usos do mar, conforme previsto na Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar – CNUDM (BRASIL, 1990).

A Plataforma Continental (PC) compreende o leito e o subsolo marinhos da região marítima entre o limite exterior do MT e o limite externo da margem continental ou a faixa de 200 MN, medidas a partir das linhas de base utilizadas para medir o MT, quando o limite externo da margem continental for inferior a essa distância (BRASIL, 2017a). Na PC, o Estado Costeiro tem soberania para extrair proveito econômico de recursos vivos ou não vivos do leito e do subsolo marinho e nenhum outro Estado poderá fazê-lo sem seu consentimento expresso.

A última área marítima a mencionar, localizada fora da ZEE, do MT ou das águas interiores ou arquipelágicas de um Estado, corresponde ao alto-mar. Todos os Estados têm direito de uso do alto-mar para navegação, sobrevoo, instalação de cabos e dutos submarinos, construção de ilhas artificiais, pesca e investigação científica. As cogitações de soberania em relação ao alto-mar são julgadas ilegítimas, conforme previsto nas normas da CNUDM (BRASIL, 1990).

3.1.1 Águas jurisdicionais brasileiras e Amazônia Azul

Segundo Brasil (2017b), as Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) são aquelas nas quais o Brasil exerce qualquer grau de soberania, seja para a exploração ou conservação dos recursos naturais ou quanto a direitos ou deveres relativos às instalações construídas, à realização de atividades comerciais, de pesquisa científica, de controle do trânsito de embarcações ou de fiscalização quanto às normas aduaneiras, imigratórias ou sanitárias. As AJB são constituídas pelas áreas marítimas desde as águas interiores até o limite da Plataforma Continental, respeitando, contudo, os direitos de uso estabelecidos para cada um dos espaços marítimos, conforme as normas estabelecidas na Convenção das Nações Unidas para o Direito do Mar.

Os espaços marítimos que constituem a ZEE brasileira perfazem o total de 3,6 milhões de km². Estudos realizados pela MB, que ampliam o limite exterior da Plataforma Continental Brasileira, foram encaminhados à Comissão de Limites da Plataforma Continental

da Organização das Nações Unidas e acrescentarão 2,1 milhões de km² em nossa área marítima, o que totalizará uma área marítima de 5,7 milhões de km² (BRASIL, 2021a). Área que, por sua expressiva extensão e riquezas naturais imensuráveis, recebeu a denominação de Amazônia Azul, a partir de sua equiparação com as riquezas existentes na região Amazônica Brasileira (Amazônia Verde).

A Amazônia Azul tem sua importância destacada principalmente sob os aspectos científico e econômico, tendo em vista que constitui o berço de milhares de espécies de fauna e flora marinhas, possui significativas riquezas minerais, mapeadas em pequena parte da área marítima brasileira que já foi pesquisada. Nela são praticadas atividades econômicas, como a pesca, a extração de petróleo e gás natural, a navegação de cabotagem, o transporte marítimo voltado para o turismo e, especialmente, para o comércio exterior.

3.2 Segurança marítima

A Marinha do Brasil é a Autoridade Marítima responsável pela garantia da segurança nas AJB (BRASIL, 2017b). A segurança marítima compreende atividades relacionadas à segurança do tráfego marítimo, à salvaguarda da vida humana no mar, ao salvamento de embarcações, ao controle da poluição ambiental, à proteção contra atos de pirataria e roubo armado, à preservação da fauna, da flora e dos recursos minerais dentro da ZEE, nos termos do Direito Internacional, à segurança das Linhas de Comunicação Marítimas (LCM), por meio das quais são realizados o comércio nacional e internacional e o turismo, entre outras.

O conceito de segurança marítima leva em consideração dois aspectos distintos, designados por meio dos termos, em língua inglesa, *safety* e *security*. A tradução de ambos os termos para o português, segurança, normalmente causa dificuldade no entendimento destes. Segundo Vilara (2017, p. 12), *safety* “possui relação com as causas naturais ou acidentais” e *security* “decorre das ameaças conscientes”, ou seja, *safety* refere-se às questões ligadas à segurança da navegação, enquanto *security* diz respeito às questões relacionadas à proteção no meio marítimo.

3.3 Subsídios relevantes para o planejamento das PATNAV

A Patrulha Naval (PATNAV) tem o objetivo de “fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, em águas jurisdicionais brasileiras, na Plataforma Continental brasileira e no alto-mar, respeitados os tratados, convenções e atos internacionais ratificados pelo Brasil” (BRASIL, 2004, art. 1º, parágrafo único). A PATNAV deve ser empregada para coibir a

prática de atividades ilegais como pirataria, terrorismo, descaminho, tráfico de pessoas, transporte de escravos, pesca não autorizada, violações ao direito de passagem inocente no MT, infrações aduaneiras, fiscais, de imigração ou sanitárias na ZC, realização de pesquisa científica não autorizada, poluição hídrica, ameaças à segurança marítima, entre outras.

Fiscalizar as águas jurisdicionais brasileiras não é uma tarefa trivial, tendo em vista a extensão dessa área marítima. A execução da PATNAV deve ser planejada de modo a possibilitar o emprego adequado dos meios, priorizando as regiões com maior probabilidade e risco de ocorrência de ameaça à *safety* e *security*.

São subsídios para o planejamento da PATNAV: as operações e adestramentos previstos no Programa Geral de Adestramento do Comando de Operações Navais (PGACON) e no Plano Geral de Adestramentos (PGAD), os acompanhamentos dos navios de interesse (VOI, COI e CCOI), que estão disponíveis para consulta no SISTRAM além de informações recebidas por denúncias e comunicados (SOUZA, 2021).

O PGACON e o PGAD são consultados para verificar a possibilidade de conciliar as PATNAV com as execuções dos adestramentos e operações previstos, como uma estratégia de emprego dos meios e outros recursos (escassos) por oportunidade e aproveitamento. Os acompanhamentos dos navios de interesse serão explicados na próxima seção.

3.4 Fatores que influenciam o controle do tráfego marítimo e a segurança marítima

Os operadores do CISMAR acompanham as movimentações de embarcações de bandeira brasileira ou afretadas por empresas brasileiras navegando dentro ou fora das AJB e as embarcações estrangeiras quando estas entram e enquanto permanecerem nas AJB ou, ainda, depois de saírem das AJB se existirem registros de suspeitas ou ocorrências de práticas que justifiquem a continuidade do acompanhamento. Nesse trabalho de monitoramento, os operadores observam, em especial, movimentações que denotem a prática de atividades ilegais, não autorizadas ou anômalas.

Em razão dos acordos estabelecidos com entes do Ministério do Meio Ambiente e outros órgãos do Governo, os acompanhamentos podem ser criados por demanda da Polícia Federal (PF), da Receita Federal, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), Secretaria de Aquicultura e Pesca, entre outros. Outrossim, esses acordos também permitem a troca de informações de inteligência marítima da MB com aqueles órgãos.

Segundo Medeiros (2021), são empregadas três denominações aos acompanhamentos criados pelos operadores do CISMAR: *Vessel of Interest* (VOI), *Contact*

of Interest (COI) e *Critical Contact of Interest* (CCOI). As diferenças entre elas estão baseadas na avaliação do risco de ameaça à *safety* ou *security* e na existência de reportes de inteligência envolvendo a embarcação. O VOI seria o caso de monitorados em razão do tipo de navio ou tipo de material transportado. A classificação COI é dada se houver o conhecimento de antecedentes de prática irregular para a embarcação acompanhada. Configura-se CCOI quando, de acordo com informes de alta confiabilidade indicam elevado risco associado às atividades praticadas pelo navio.

Algumas embarcações são automaticamente classificadas, ao menos, como VOI tendo em vista a natureza típica da sua atuação, do tipo de substância ou material que tem capacidade de transportar (MEDEIROS, 2021). Dentre elas, podem ser citadas:

- a) de propulsão nuclear – representa alto risco à segurança marítima em função do material radioativo que carrega;
- b) de pesquisa científica – as normas nacionais e do direito internacional estabelecem as áreas marítimas nas quais há o consenso de permissão para a realização de pesquisas científicas. A atuação dessas embarcações em outras áreas exige a prévia autorização do Estado brasileiro;
- c) de transporte de carga geral – o acompanhamento dessas embarcações visa coibir e identificar transportes ilegais de clandestinos, materiais de contrabando ou substâncias entorpecentes;
- d) tanques – podem representar alto risco à segurança marítima quando transportarem materiais ou substâncias explosivas, inflamáveis, corrosivas ou radioativas;
- e) de reparo e instalação de cabos submarinos;
- f) militares estrangeiras – a entrada em MT e a execução de manobras militares nas AJB somente ocorrerão se houver autorização do Governo brasileiro.

Além das situações mencionadas, são classificados VOI aqueles que operam com transporte de pessoas, como veleiros, navios de cruzeiro, iates, transatlânticos, sendo aberto acompanhamento em caso de tripulantes ou passageiros manifestando doença ou ferimento grave diagnosticado por equipe médica de bordo e apresentando necessidade de Evacuação Aeromédica (EVAM), arribada ou se houver suspeita de contaminação por doença pandêmica ou outra enfermidade para as quais existam impeditivos, segundo a legislação nacional, para o desembarque dos indivíduos afetados ou para a atracação do navio.

As movimentações marítimas que correspondam a comportamentos anômalos

serão monitoradas a fim de serem investigadas e coibidas caso confirmada sua ameaça ou risco à segurança marítima. De acordo com Medeiros (2021), são exemplos de comportamentos anômalos:

- a) operações *ship-to-ship*;
- b) ingresso em área de segurança de plataforma e unidades *off-shore*;
- c) realização de manobras militares não autorizadas;
- d) navegação não autorizada em área de proteção ambiental (APA) ou de monumento natural, controladas pelo ICMBio;
- e) atracação ou fundeio de navio de pesquisa científica em área não autorizada.

3.5 Subsídios relevantes para a obtenção da consciência situacional marítima

O conceito do termo “Consciência Situacional Marítima (CSM)”, empregado neste trabalho, segue a definição dada por Brasil (2017b, p.1-4): “efetiva compreensão das tendências e relações, que se desenvolvem temporalmente no ambiente marítimo, entre diversos atores, que podem impactar a defesa, a segurança, a economia e o entorno estratégico de um país”. Logo, a CSM provê a capacidade de antecipar-se às futuras ocorrências, a partir da percepção e do controle dos eventos que acontecem no meio marítimo.

Possuir uma Consciência Situacional Marítima requer que se detenha o conhecimento de tudo o que ocorre dentro e fora das AJB, por meio do monitoramento e da contínua vigilância, combinados com a atividade de inteligência, a troca de informações com entidades nacionais ou internacionais (militares ou civis) e a identificação de padrões de comportamento nas movimentações das embarcações (BRASIL, 2017b). Para tal, é preciso explorar a maior amplitude possível de dados, processá-los e transformar a informação adquirida em conhecimento, que servirá de subsídio para a obtenção da CSM.

O quão maior for a diversidade das fontes e dos tipos de dados, mais vasto será o conhecimento. É importante que as fontes sejam classificadas em níveis de confiabilidade ou precisão, a fim de facilitar o pré-processamento dos dados (integração ou fusão), referentes a uma determinada embarcação, disponibilizados por fontes distintas. As fontes podem ser órgãos governamentais nacionais ou internacionais, armadores, empresas privadas ou pessoas físicas que operem no ramo da navegação ou qualquer cidadão.

Os dados podem ser gerados a partir de sensores remotos, sensores costeiros, drones, câmeras de monitoramento portuário, sistemas de radiofrequência, sistemas de monitoramento acústico submarino, entre outros, e chegam aos operadores do CISMAR por meio do SISTRAM, de documentos ou informes de inteligência, ou são conseguidos por meio

de acessos a sistemas de cadastro, acompanhamento ou fiscalização de embarcações.

Após serem analisados e tratados pelos operadores do CISMAR, os dados obtidos servirão de subsídios para a obtenção da consciência situacional marítima. Sendo assim, para a obtenção da CSM, são considerados subsídios relevantes toda e qualquer informação (dado tratado) relativa às alterações, atores e suas interações que ocorram ou possam vir a ocorrer no meio marítimo e que, de alguma maneira, gerem o comprometimento da segurança marítima nas AJB.

3.6 O Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo

O Sistema de Informações sobre o Tráfego Marítimo foi desenvolvido, pelo Centro de Análises de Sistemas Navais (CASNAV) na década de 80, para permitir o acompanhamento de movimentações das embarcações de cabotagem e de navegação de longo curso na área SAR – *Search and Rescue* ou busca e salvamento – do Brasil, preparando a MB para realizar a vigilância da costa brasileira e atividades de busca e salvamento, de modo a prestar assistência às pessoas e embarcações em perigo no mar, conforme previsto na Convenção Internacional para a Salvaguarda da Vida Humana no Mar – SOLAS¹ 1974/1988 e na Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos² de 1979. Desde então, o sistema veio evoluindo, em atendimento às demandas legais, políticas e tecnológicas, e encontra-se em sua versão IV (PORTHUN, 2016).

Os dados de posicionamento cadastrados no SISTRAM IV permitem que, em caso de ocorrência de um sinistro a bordo, como afundamento, incêndio, pane eletrônica ou mecânica, a prestação de assistência médica e hospitalar à tripulação e aos passageiros e o auxílio à embarcação ocorram, o mais rápido possível, por meio do acionamento do(s) navio(s) que esteja(m) navegando próximo à embarcação sinistrada, independentemente de sua nacionalidade, conforme previsto nas normas da Convenção SAR. Adicionalmente, a SOLAS também estabelece que os comandantes de embarcações devem divulgar mensagens alertando qualquer situação insegura encontrada no mar (BRASIL, 2017a). Além das

¹ SOLAS – *Safety of Life at Sea*. A Convenção da Salvaguarda da Vida Humana no Mar 1974 substituiu a convenção de 1960 e posteriormente recebeu emendas com o Protocolo SOLAS de 1988, passando a ser designado SOLAS 1974/1988. Na SOLAS 1974/1988 são determinados os padrões mínimos para a construção de navios e sua dotação de equipamentos de segurança e proteção. A referida norma também define procedimentos a serem observados em situações de emergência e na realização de inspeções e emissão de certificados (BRASIL, 2014).

² A Convenção Internacional sobre Busca e Salvamento Marítimos – *International Convention on Maritime Search and Rescue* (SAR) de 1979 estabeleceu um plano internacional de busca e salvamento marítimos com o intuito de incentivar a cooperação entre organizações e participantes de operações de busca e salvamento do mundo. Posteriormente, recebeu emendas que acrescentaram partes referentes aos termos e definições adotados na convenção, medidas preparatórias, de coordenação e de cooperação entre os Estados e sobre sistemas de informação de apoio à busca e ao salvamento marítimos (BRASIL, 2010).

operações SAR, o SISTRAM IV também é empregado em apoio à fiscalização do cumprimento das legislações nacionais e internacionais, a fim de combater atividades de pesca ilegal, pirataria e tráfico de pessoas, drogas e armas (PORTHUN, 2016).

A entrada de dados no sistema pode ocorrer automática ou manualmente quando embarcações pesqueiras, mercantes ou de passageiros, de bandeira brasileira ou afretadas por armadores brasileiros, navegarem em AJB, alto-mar ou em área marítima estrangeira ou quando embarcações envolvidas em atividades de apoio às plataformas de exploração de petróleo e de gás natural realizarem trânsito entre portos nacionais. Nos dois casos, as embarcações são obrigadas a enviar suas posições ao SISTRAM IV (BRASIL, 2021b). Já os navios de bandeira estrangeira são apenas convidados a se integrarem ao sistema. Contudo, se entrarem em MT ou em águas interiores brasileiras, passam a ser obrigados a enviar seus dados de posicionamento e de rotas previstas (BRASIL, 2021b). Capitania dos portos, agências e outras organizações ou entidades aquaviárias também podem inserir dados no sistema.

No que diz respeito à entrada de dados automática, esta ocorre por meio do recebimento de dados provenientes de sensores que registram o posicionamento de navios automaticamente e de sistemas gerenciados por órgãos e agências governamentais de origem nacional e internacional, em virtude da assinatura de acordos de cooperação com a MB. Dentre os sistemas que fornecem dados para o SISTRAM IV cabe ressaltar: *Automatic Identification System (AIS)*, *Long-Range Identification and Tracking System (LRIT)*, *Virtual Regional Maritime Traffic Centre (VRMTC)*, *Maritime Safety and Security Information System (MSSIS)*, Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite (PREPS) e Sistema de Monitoramento Marítimo de Apoio às Atividades de Petróleo (SIMMAP).

O SISTRAM IV está sob a responsabilidade do Centro Integrado de Segurança Marítima (CISMAR) que tem, dentre outros, o propósito de contribuir para a formação da CSM e para a segurança do tráfego marítimo nas AJB (BRASIL, 2018). Para atingir esses propósitos, o CISMAR executa as tarefas de: fazer o acompanhamento do tráfego aquaviário de interesse nacional nas AJB e das embarcações de bandeira brasileira ou afretados por empresas brasileiras navegando em qualquer área marítima, trocar informações com órgãos de Direção Civil do Transporte Marítimo (DCTM) e de Direção Civil de Pesca (DCP), orientar ou prestar ajuda aos navios no que diz respeito à sua proteção, receber e retransmitir denúncias de invasão em áreas de segurança de plataformas de petróleo e unidades “offshore”, coletar, analisar e classificar o tráfego marítimo de interesse e atuar

coordenadamente com Agências Governamentais, nacionais e internacionais, de interesse da Marinha do Brasil (BRASIL, 2018).

3.7 Os dados do SISTRAM IV

Os operadores do CISMAR utilizam o SISTRAM IV para executar tarefas relacionadas à segurança da navegação (*safety*) e à proteção marítima (*security*). Para permitir tais atribuições, o sistema possui dados que possibilitam a identificação da embarcação, que versam sobre suas características, tripulação, passageiros, atracadouro, e meios de comunicação disponíveis, trânsito entre portos. Dentre os dados de características constam: comprimento, boca, calado máximo, tonelagem bruta, velocidades, tipo de propulsão, ano de construção, cor, posicionamento da superestrutura, arqueação bruta, tipo de navio, se tem plataforma para helicóptero, situação operativa, entre outras.

Os dados no SISTRAM IV voltados para a identificação das embarcações são: o código do indicativo rádio internacional IRIN, nome, código IMO, bandeira, MMSI (*Maritime Mobile Service Identity*), porto de registro, cadastro na Diretoria de Portos e Costas (DPC), entre outros. O cadastro de atracadouro é composto por campos de nome, bandeira, profundidade, situação, localidade e outros. Quanto aos meios de comunicação, o sistema contém informações como: se possui INMARSAT, o número do telefone e do telex INMARSAT e e-mail.

As informações a respeito do trânsito da embarcação são obtidas por meio de mensagens do tipo chegada e partida, registradas por distritos navais, capitâncias dos portos, delegacias e agências, por mensagens cadastradas pelos responsáveis pela embarcação e por dados gerados automaticamente por sistemas de acompanhamento, como AIS costeiro e satelital, LRIT, PREPS, VRMTC, MSSIS e SIMMAP. O SISTRAM IV não possui dados da situação de regularidade do navio no tocante à conformidade com as normas nacionais e internacionais, como seguro válido e documentações obrigatórias.

Segundo Pereira (2021), para a criação de um acompanhamento de interesse no SISTRAM IV, os operadores do CISMAR marcam a embarcação como “acompanhamento especial” e as informações de inteligência marítima são inseridas em um campo de tipo “texto” no formulário de cadastro do navio. Normalmente, esses dados de inteligência são obtidos por meio de expedientes e mensagens recebidas de outros órgãos governamentais, nacionais e internacionais ou de consultas manuais a outros sistemas de acompanhamento marítimo, como o CAMTES (*Computer Assisted Maritime Threat Evaluation System*), o SeaVision e o MIRS (*Maritime Intelligence Risk Suite*).

O SISTRAM IV acessa dados de cadastro das embarcações no Sistema integrado de Gerenciamento de Embarcações (SIGEMB), quando houver, e permite a visualização das últimas inspeções *Port State Control* (PSC), dos navios estrangeiros, e *Flag State Control* (FSC), dos navios de bandeira brasileira ou com Atestado de Inscrição Temporária (AIT), disponibilizados pela Diretoria de Portos e Costas. Também é possível acessar dados relativos à embarcação, por meio de um link que direciona o usuário para o sistema de informações de inteligência marítima EQUASIS (*Electronic Quality Shipping Information System*).

Atualmente, o SISTRAM IV é utilizado no CISMAR e nos Distritos Navais que são MRCC (*Maritime Rescue Coordination Centre*) ou RCC (*Rescue Coordination Centre*), em apoio às atividades de SAR, especificamente para a abertura e acompanhamento de incidente, marcação do raio de buscas e identificação das embarcações que estejam navegando próximo à posição informada da ocorrência SAR, a fim de que possam ser acionadas para prestarem apoio às buscas, uma vez que chegarão mais rápido ao local do incidente.

O emprego do SISTRAM IV em apoio às tarefas relativas ao controle do tráfego marítimo e de planejamento da PATNAV está, atualmente, limitado. Isso deve-se, principalmente, ao fato de que o sistema não possui um módulo estruturado de informações de inteligência e, em seu módulo de apresentação gráfica, exibe apenas o posicionamento atual das embarcações, levando os operadores do CISMAR a buscarem essas informações, ausentes no SISTRAM IV, em outros sistemas, como o CAMTES, o EQUASIS e o MIRS.

Os posicionamentos, as derrotas e os portos anteriores estão presentes no banco de dados do SISTRAM IV, mas não são apresentados ao usuário que não consegue saber por onde a embarcação passou antes de chegar na latitude e longitude atual. Dados históricos de inteligência a respeito dos navios são obtidos por meio de outros sistemas, mencionados anteriormente, e disponibilizados enquanto o acompanhamento de interesse permanecer ativo.

Essas e outras limitações do SISTRAM serão tratadas na próxima evolução do sistema, o SISTRAM V, que se encontra em fase de desenvolvimento, pelo CASNAV. Segundo Davi (2021), estruturações de dados e uma série de reformulações estão previstas para ocorrerem no SISTRAM V, de modo a permitir a atualização e adequação do sistema em relação às demandas atuais para o acompanhamento das embarcações, controle do tráfego marítimo, tratamento de ameaças e implementação de novas tecnologias.

Dentre as funcionalidades esperadas para o SISTRAM V, podem ser citadas: melhorias na visualização dos tipos de embarcações, acesso aos históricos de posições e dos últimos portos visitados, integração de dados recebidos das diversas fontes (AIS, LRIT,

PREPS, VRMTC, MSSIS, SIMMAP, entre outros), criação de um *data warehouse*, de um módulo de inteligência marítima e de alertas para comportamentos anômalos pré-definidos.

3.8 Contextualização do SISTRAM em relação à Segurança Marítima

Fiscalizar, controlar e garantir a segurança de uma área marítima são tarefas bastante complexas, consideradas a extensão das AJB e os recursos navais e aeronavais disponíveis. Os acompanhamentos dos navios de interesse, o PGACON, o PGAD, as informações de denúncias e os comunicados são os subsídios utilizados para o planejamento das PATNAV, a fim de empregar os recursos disponíveis de maneira eficaz e eficiente e levando em consideração as áreas marítimas com maior risco de ocorrência de ameaça à *safety e security*.

As informações sobre quaisquer ocorrências e possíveis interações que possam comprometer a segurança marítima nas AJB são consideradas subsídios para a formação da CSM. Os acompanhamentos dos navios de interesse (VOI, COI e CCOI), atualizados diariamente pelos operadores do CISMAR, expressam a consciência situacional marítima das AJB em um determinado momento.

O SISTRAM IV não disponibiliza o acesso aos seus dados históricos de posicionamento das embarcações e não possui um cadastro de informações de inteligência marítima, que são obtidas pelos operadores do CISMAR por meio de acesso a outros sistemas. Esses dados constituem subsídios importantes para o acompanhamento dos navios, a realização do controle marítimo, a formação da CSM e o planejamento da PATNAV.

Essa deficiência do SISTRAM IV será resolvida na próxima evolução do sistema. A integração de dados gerados em momentos temporais diversos e provenientes de fontes diferentes, a criação de um *data warehouse* e de um módulo de inteligência marítima, previstos para serem implementados no SISTRAM V, serão avanços importantes para o sistema e favorecerão a aplicação de conceitos, técnicas e ferramentas de análise e ciência de dados abordados na segunda seção.

4 A ANÁLISE DE DADOS E O SISTRAM

Esta seção será desenvolvida com o objetivo de responder o seguinte questionamento: quais conhecimentos podem ser extraídos do SISTRAM IV, a fim de aperfeiçoar o controle do tráfego marítimo, o planejamento da PATNAV e a formação da consciência situacional marítima.

4.1 O pré-processamento dos dados

Conforme conceitos abordados anteriormente, o objetivo da ciência de dados é explorar e tirar proveito da riqueza existente nos dados de uma organização. Técnicas de análise de dados permitem converter dados brutos em conhecimento sobre a performance do negócio e as relações entre agentes. Assim, favorece a percepção de *insights*, revela tendências comportamentais e oferece o tratamento de ocorrências por meio de respostas automáticas.

O SISTRAM possui um massivo banco de dados atuais e históricos que constituem matéria-prima perfeita para a análise e ciência de dados. Contudo, nem todos os seus dados devem ser utilizados. Para cada análise realizada, um conjunto de dados relevantes, ou seja, que estejam funcional e diretamente relacionados ao seu propósito específico, são considerados. Critérios de qualidade, usabilidade e nível de relevância para a análise devem ser observados para definir quais dados podem ser usados.

Alguns critérios importantes a serem considerados para a seleção dos dados, que podem estar relacionados às características da sua fonte, são: validade (podem ocorrer ruídos, como ausência de valor, ou seja, nulos, ou valores fora do domínio), atualização, grau de confiabilidade, unidade de medida empregada, formato de armazenamento, consistência (dados não temporais duplicados devem possuir o mesmo valor em todos os seus locais de registro) e temporalidade (dados que variam em relação ao tempo).

Dessa forma, os dados do SISTRAM precisam passar, primeiramente, por um processo de preparação, denominado pré-processamento, para, posteriormente, serem empregados nas análises. A execução desse processo é demorada, mas imprescindível, pois a precisão e a confiabilidade dos resultados da análise dependem da qualidade dos seus dados de entrada. O pré-processamento é composto, principalmente, pela coleta, tratamento e transformação dos dados.

A coleta compreende a seleção dos dados relevantes para a análise. Caso estes sejam fornecidos por mais de uma fonte, então, precisam ser integrados (ver seção 2.3). Em seguida, os dados são tratados: problemas de inconsistência devem ser resolvidos, campos vazios ou nulos recebem um valor *default* ou são descartados e os dados que estejam fora do domínio definido para o campo são redefinidos para o valor mais provável contido no domínio.

Os dados de posições de embarcações exibidos no SISTRAM são provenientes de várias fontes, conforme mencionado na seção 3.7. O SISTRAM IV exibe, em seu módulo gráfico, as embarcações filtradas por sistema de acompanhamento, e, caso uma embarcação

esteja registrada em mais de um, ela é exibida na quantidade de vezes, variando a cor do seu ícone de representação, conforme a quantidade de sistemas em que foi disponibilizada.

Para a execução dessa integração, é necessário observar os atributos de identificação da embarcação em cada um dos sistemas de origem. Por exemplo, no LRIT, os dados de identificação são: o nome da embarcação, o código IMO e o país da bandeira. O SIMMAP e o AIS disponibilizam esses atributos mais o IRIN. O MSSIS disponibiliza os quatro atributos anteriores mais o MMSI.

Nesse caso, a integração pode ser realizada utilizando o código IMO, que é comum a todos, podendo ser utilizado também o número do IRIN para a integração dos dados do SIMMAP, AIS e MSSIS. A tarefa parece simples, mas deve-se ter cautela nessa parte inicial da integração, pois alguns atributos podem ser alterados. É comum, por exemplo, ocorrerem mudanças de nomes de embarcações, inclusive, esta constitui uma situação a ser acompanhada, pois pode configurar uma atitude praticada para disfarçar uma embarcação com antecedentes de infrações.

A parte mais complexa da integração de dados de posicionamento refere-se à questão temporal. Cada sistema de acompanhamento associa uma data e um horário ao efetivo recebimento desse dado a partir do sensor ou da última vez em que o dado foi atualizado no referido sistema. Essa tarefa, denominada fusão de dados, não é simples, requer muito estudo e utiliza critérios, como precisão e confiabilidade das fontes, para decidir pela exclusão de um dos dados, inserção de ambos ou calcular um novo dado a partir daqueles. Essa integração de dados está prevista para ocorrer no SISTRAM V.

No caso do SISTRAM, é recomendável a criação de um *data warehouse* integrado, projetado com o propósito de armazenar os dados selecionados, após estes serem tratados. Além de evitar a degradação do desempenho do SISTRAM, o *data warehouse* integrado facilita o acesso de consulta aos dados para a análise que estão localizados distribuídamente pelas suas diversas fontes de origem.

A última parte do pré-processamento, a transformação, depende do tipo de análise a ser realizada, tendo em vista que sua finalidade é formatar o dado para torná-lo adequado para ser processado. Podem ser necessárias: a aplicação de normalizações (a fim de que atributos de valor elevado não se sobreponham a outros de baixo valor), a transformação de tipos (conversão de valores nominais para numéricos ou vice-versa) ou a criação de outros campos a partir dos dados existentes.

4.2 A análise preditiva classificatória sobre os dados do SISTRAM

Os dados de posicionamento podem revelar padrões comportamentais. O comportamento de uma embarcação varia de acordo com seu tipo e finalidade, área de atuação e outros fatores. Um determinado pescueiro “z”, por exemplo, desatraca de um porto ou atracadouro às terças-feiras, por volta das 4 horas, em direção a uma área marítima centrada em uma latitude “x” e longitude “y”, permanecendo no entorno dessa área por cerca de dois dias, retornando para o mesmo porto ou atracadouro de origem na sexta-feira por volta das 2 horas e repete essa rotina semanalmente.

A mineração dos dados históricos de posição pode revelar essa rotina de movimentação do pescueiro “z”. Esse conhecimento pode ajudar facilmente a percepção antecipada de situações anormais, que podem acionar um alerta, passível de ser averiguado, quando houver a quebra de uma rotina conhecida. Essa percepção antecipada pode fazer a diferença no caso da confirmação de que a anomalia constitui uma ameaça real à *safety* ou *security* e o grande diferencial é a redução do tempo médio de resposta.

Em um caso SAR real, o tempo decorrido desde a ocorrência do fato, os parentes ou empresa proprietária darem por falta da embarcação e de seus tripulantes, fazerem um comunicado ao órgão competente da região até o início das buscas, normalmente, é de horas. Além da antecipação ao fato, o conhecimento da rotina realizada pela embarcação e da última posição em que esta foi detectada colaboram para a determinação da área de buscas e também tem bastante influência para o sucesso ou fracasso nos resultados da operação SAR.

Esse é um exemplo bem simplificado de como a análise e a ciência de dados pode ser empregada sobre os dados do SISTRAM. Neste caso, a criação de um tipo de classificação pode ser útil, a exemplo, uma classificação binária, na qual verdadeiro indica uma embarcação com comportamento(s) rotineiro(s) e falso indica o contrário. Assim, um algoritmo de aprendizado de máquina, como SVM (*Support Vector Machine* ou máquina de vetor de suporte), rede neural artificial e árvores de decisão, é capaz de fazer a classificação automática das embarcações.

Os dados de entrada para o algoritmo de aprendizado de máquina, provavelmente são gerados por meio da utilização de cálculos de estatística descritiva, como medidas de centralidade ou de dispersão, e outros. Cada conjunto de dados de entrada terá como saída uma resposta de probabilidade classificatória, variando de 0 a 100%, sendo que valores próximos de 100, indicam um resultado “verdadeiro”, ou seja, comportamento rotineiro, e tendendo a 0 indicam resultado “falso”.

Com esse resultado, as embarcações de rotas definidas (rotineiras) podem ser

automaticamente monitoradas, em suas rotas, pela capitania, delegacia ou agência responsável por sua área de operação e qualquer navegação fora da rota, pode acender um alarme. O interessante no emprego de algoritmos de aprendizagem de máquina é que eles são projetados para aprenderem a partir de novos exemplos, ou seja, com o tempo, eles podem ser facilmente ajustados às inclusões de novas rotas, tornando o processo de monitoramento automático e dinâmico.

Mapear os comportamentos das embarcações permite a obtenção de conhecimento de práticas de atividades ilícitas, por meio da identificação de movimentações anômalas. Normalmente, a descoberta e apreensão, em flagrante nas AJB, de embarcações utilizadas para o tráfico de drogas, de pessoas e de contrabando ocorre em função da cooperação internacional com agências ou centros de segurança marítima. Também neste caso, a mineração de dados históricos de posicionamento pode colaborar na antecipação desse tipo de ameaça.

Navegações repetidas em uma mesma rota internacional, por embarcação de pequeno porte, como um iate, classificada como do tipo lazer, com tripulações diferentes podem configurar um padrão anormal a ser investigado. Similarmente ao processo do exemplo anterior, o emprego de regras de classificação sobre os dados do SISTRAM é capaz de identificar um padrão comportamental repetitivo. Nessa análise preditiva, os dados fornecidos como entrada para o algoritmo de inteligência artificial podem ser derivados de cálculos, estatísticos ou não, sobre atributos, como posição, portos e países, de dados históricos armazenados no banco do SISTRAM.

O resultado da classificação realizada pelo algoritmo indicará se a embarcação tem comportamento rotineiro de caráter anômalo, que pode representar um evento de estímulo para rotinas automáticas desenvolvidas para coletar mais dados a respeito desse comportamento ou fazer o cruzamento com informações de inteligência marítima, de modo a fornecer subsídios de apoio à decisão quanto à necessidade de averiguar melhor a situação por meio de uma fiscalização na embarcação. A análise de dados, mais uma vez, oferece a possibilidade de automatização do monitoramento e da geração de alarmes, aprimorando o processo de controle do tráfego marítimo.

4.3 A análise preditiva de associações sobre os dados do SISTRAM

Operações *ship-to-ship*, ou transferência de cargas diversas entre navios, correspondem a outra prática que merece atenção. Isso se deve ao fato de que essas operações podem representar uma atividade ilícita. Neste contexto, a análise dos dados do SISTRAM,

utilizando regras de associação, seria bastante útil para ajudar a identificar essa atividade. As regras de associação são aplicadas em diferentes áreas de negócio quando se deseja reconhecer relações entre atores ou elementos, a partir de quantidades massivas de dados.

Essa técnica é bastante aplicada em lojas e supermercados para estudar mercadorias que normalmente são adquiridas em conjunto. O efeito desse tipo de estudo é observado por essas instituições comerciais por meio do incremento das vendas em decorrência da simples proximidade de disposição dessas mercadorias, que por algum propósito, costumam ter algum tipo de relação de compra.

No cenário marítimo, esse princípio de associação pode ser vantajoso para a detecção de operações *ship-to-ship*, caracterizadas por variados episódios em que uma determinada embarcação foi detectada geralmente junto a outras embarcações definidas. Um algoritmo de implementação de regra de associação, como o “Apriori”, em uma comparação temporal entre os registros de localização dos navios, obtidos nos dados históricos do SISTRAM é capaz de automatizar a identificação desse tipo de comportamento anômalo.

4.4 Síntese analítica sobre o SISTRAM

O fato de o SISTRAM produzir uma grande massa de dados que variam no tempo faz dele um candidato ideal para a aplicação de análise e de ciência de dados. O SISTRAM IV gera alguns relatórios gerenciais que utilizam apenas dados correntes e não históricos. Então, é possível e interessante trabalhar com a análise dos dados do SISTRAM desde o nível descritivo, permitindo, por exemplo, obter informações atualizadas sobre áreas da AJB com maior intensidade de tráfego, relacionando sazonalidade e tipos de embarcações envolvidas e a compilação de informações a respeito de infrações cometidas, mudanças de nome e comportamentos anômalos, gerando um “histórico de antecedentes” da embarcação.

Na análise preditiva também são vislumbradas várias possibilidades, das quais pode-se citar a descoberta de padrões de comportamento para a detecção de atividades anômalas. No nível prescritivo, é viável a facilitação do processo de tomada de decisões, propiciando que estas sejam mais acertadas, uma vez que oferece uma percepção mais aprofundada e embasada em dados históricos, reduzindo a tendência de erros cometidos em função de subsídios superficiais e incompletos.

Esta seção apresentou possibilidades e formas de aplicação de análises preditivas sobre os dados do SISTRAM, alinhadas aos objetivos de controle do tráfego marítimo e garantia da segurança marítima nas AJB. As soluções propostas baseiam-se em conceitos e técnicas empregadas por cientistas de dados para fazer mineração em estruturas de

armazenamento massivas, como o banco de dados do SISTRAM.

Os algoritmos de aprendizado de máquina, baseados em regras de classificação, permitem detectar, automaticamente, a ocorrência de padrões de comportamento anormais, que podem representar ameaças reais à segurança marítima por vezes não percebidas fácil e rapidamente pelos operadores do SISTRAM, devido, principalmente, à grande quantidade de dados recebidos por esse sistema.

Os algoritmos baseados em regras de associação foram indicados para a extração de conhecimento de dados do SISTRAM, permitindo detectar ocorrências de operações *ship-to-ship*, caracterizadas como um tipo de comportamento anômalo, tendo em vista a possibilidade de configurar a execução de uma atividade ilegal. As propostas apresentadas de extração de conhecimento, mapeadas em torno de importantes atributos existentes no SISTRAM IV, não esgotaram completamente o assunto, podendo ainda serem identificadas outras possibilidades.

As modificações previstas para serem implementadas no SISTRAM V são expressivas e criarão novas possibilidades de análise para o sistema, especialmente relacionadas aos dados de inteligência marítima, que serão disponibilizados em um novo módulo específico a desenvolvido para essa futura versão do sistema.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como propósito realizar estudos acerca do problema de identificar possibilidades de melhorias à antecipação de ameaças e ao processo de tomada de decisões relacionadas à segurança marítima. Para esse propósito, foram estabelecidos e cumpridos os seguintes objetivos: identificar os principais fatores que influenciam na tomada de decisões relativas à segurança marítima e ao controle do tráfego marítimo, analisar os dados do SISTRAM com base na ciência de dados, explicar as soluções de análise propostas e apresentar os benefícios e possíveis melhorias para a detecção antecipada de eventuais ameaças e para o apoio à decisão, considerando as soluções de análise de dados apresentadas para o SISTRAM.

Foram realizadas pesquisas bibliográfica e documental assim como entrevistas de servidores civis envolvidos no desenvolvimento do SISTRAM no CASNAV, militares do CISMAR responsáveis por exercer atividades de controle do tráfego marítimo e segurança marítima e militares do setor de planejamento de PATNAV, que permitiram obter as informações necessárias para responder os questionamentos elaborados para alcançar os

objetivos mencionados anteriormente.

O SISTRAM IV é utilizado no CISMAR e nos Comandos de Distritos Navais em apoio às atividades de acompanhamento de SAR (verificação das embarcações que estejam navegando dentro do raio de buscas), às tarefas relativas ao controle do tráfego marítimo e segurança marítima. Embora não sejam apresentados ao usuário, os dados históricos de posicionamentos, derrotas e portos anteriores das embarcações estão presentes no banco de dados do SISTRAM IV. Essa grande massa de dados que é a base histórica do SISTRAM guarda um importante valor que pode ser explorado por meio da aplicação de técnicas de análise e de ciência de dados.

A resposta para o primeiro questionamento, quais conhecimentos podem ser extraídos do SISTRAM, foi apresentada na seção anterior, na qual foram apresentadas possibilidades de análises preditivas sobre os dados do SISTRAM. As soluções propostas foram baseadas na utilização de técnicas de mineração de dados para a extração de conhecimento e identificação de padrões de navegação e atuação (comportamento) das embarcações. A identificação desses padrões permite, automaticamente, detectar e gerar alarmes para atividades anormais que possam vir a comprometer a segurança marítima nas AJB.

O segundo questionamento, quais subsídios são relevantes para o planejamento das PATNAV e podem ser obtidos a partir do SISTRAM, foi respondido nas seções 3 e 4. Foi verificado que a PATNAV vem sendo planejada em função das operações e adestramentos programados e do acompanhamento de navios de interesse. Os conhecimentos possíveis de serem extraídos do SISTRAM incrementariam a capacidade de detecção de comportamentos anômalos, que são a principal causa para classificar um navio como sendo um acompanhamento especial. Logo, foi obtida a resposta para o segundo questionamento: comportamentos anômalos de embarcações nas AJB.

O último questionamento, quais conhecimentos extraídos do SISTRAM são importantes para a obtenção da consciência situacional marítima, também teve sua resposta explicada nas seções 3 e 4. São importantes para a formação da CSM quaisquer informações sobre atores e suas interações que ocorram ou possam ocorrer de modo a comprometer a segurança marítima nas AJB. A automatização do monitoramento e dos alarmes de detecção de atividades marítimas anormais, baseados nos padrões identificados pela mineração dos dados históricos do SISTRAM (solução de análise e ciência de dados), pode contribuir consideravelmente para a antecipação do conhecimento de prováveis ameaças à segurança marítima nas AJB, agilizando o controle do tráfego marítimo e incrementando a CSM.

A partir do estudo realizado neste trabalho, é possível afirmar que os dados históricos do SISTRAM possuem importante valor, considerando os conhecimentos existentes neles. Esse conhecimento pode ser extraído, permitindo usufruir o valor desses dados, a partir do emprego de soluções de análise preditiva de dados. Essas soluções são capazes de evoluir o SISTRAM na realização do monitoramento das AJB e potencializar os resultados do sistema, a fim de proporcionar melhorias à antecipação de ameaças e ao processo de tomada de decisões relacionadas à segurança marítima, ao controle do tráfego marítimo e ao emprego de meios navais e aeronavais em operações de PATNAV.

Este trabalho abordou as melhorias que a análise dos dados históricos do SISTRAM IV pode proporcionar para a antecipação de ameaças, para o controle do tráfego marítimo e o processo de tomada de decisões relacionadas à segurança marítima. As propostas apresentadas neste trabalho abordaram apenas soluções relacionadas à análise preditiva, ficando como indicações para pesquisas futuras, as recomendações de emprego de análises descritivas e prescritivas na busca de outras melhorias para o sistema.

Estão previstas para o SISTRAM V, em desenvolvimento pelo CASNAV, a integração de dados provenientes de diferentes fontes e a criação de um *data warehouse* integrado, mudanças importantes que servirão de preparação do sistema para a aplicação da análise de dados, possibilitando a aplicação dos estudos deste trabalho no futuro. A inclusão de um módulo voltado para a gerência de dados de inteligência marítima permitirá a criação de dados históricos e novas possibilidades de obtenção de conhecimentos por meio da aplicação de técnicas de análise preditiva sobre esses dados.

REFERÊNCIAS

AMARAL, Fernando. **Aprenda mineração de dados: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 5.129, de 6 de julho de 2004**. Dispõe sobre a patrulha naval e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2004. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2004/decreto-5129-6-julho-2004-532891-publicacaooriginal-15349-pe.html>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BRASIL. **Decreto nº 99.165, de 12 de março de 1990**. Promulga a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1990/decreto-99165-12-marco-1990-328535-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-135: Manual de Direito Internacional Aplicado às Operações Navais**. Brasília, DF, 2017 a.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Militar Naval (DMN)**. Brasília, DF, 2017 b.

BRASIL. Centro Integrado de Segurança Marítima. **Missão**. Rio de Janeiro, [2018]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cismar/?q=content/missao>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. Comissão Interministerial para os Recursos do Mar. **Amazônia azul**. Rio de Janeiro, [2021 a]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/amazoniaazul>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. Salvamar Brasil. **Sistema de informações sobre o tráfego marítimo (SISTRAM)**. Rio de Janeiro, [2021 b]. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/salvamarbrasil/Sistema/sistram>. Acesso em: 16 abr. 2021.

BRASIL. Secretaria-Executiva da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional. **Convenção internacional sobre busca e salvamento marítimos**. Rio de Janeiro, [2010]. Disponível em: https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/sites/default/files/sar_consolidada_emd_jul2010_2.pdf. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. Secretaria-Executiva da Comissão Coordenadora dos Assuntos da Organização Marítima Internacional. **SOLAS**. Rio de Janeiro, [2014]. Disponível em: <https://www.ccaimo.mar.mil.br/ccaimo/solas>. Acesso em: 17 jul. 2021.

BRASIL. Serviço Geológico do Brasil. **Recursos Minerais do Fundo do Mar**. Brasília, [2021 c]. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/CPRM-Divulga/Canal-Escola/Recursos-Minerais-do-Fundo-do-Mar-2560.html>. Acesso em: 31 jul. 2021.

CREA-PE. Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Pernambuco. **Importância do mar para soberania e desenvolvimento nacional**. Pernambuco, 2018. Disponível em: <https://www.creape.org.br/importancia-do-mar-para-soberania-e-desenvolvimento-nacional/>. Acesso em: 20 jul. 2021.

DAVI, Roberto Barbosa. **SISTRAM V**. Rio de Janeiro. 2021. Entrevistas concedidas a Nadjane Corrêa de Almeida.

GAMA, João *et al.* **Extração de conhecimento de dados: data mining**. 3. ed. Lisboa: Sílabo, 2017.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS, E.; BEZERRA, E. **Data mining: conceitos, técnicas, algoritmos, orientações e aplicações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MEDEIROS, Gustavo Sant'Anna. **Procedimentos realizados pelo CISMAR**. Rio de Janeiro. 2021. Entrevistas concedidas a Nadjane Corrêa de Almeida.

PEREIRA, Rafael Souza. **Procedimentos no SISTRAM IV**. Rio de Janeiro. 2021. Entrevistas concedidas a Nadjane Corrêa de Almeida.

PORTHUN, Ana Lucia Mesiano. **Sistema de informações sobre o tráfego marítimo – SISTRAM: uma contribuição dos sistemas analíticos visuais para a análise de comportamentos anômalos**. 2016. Dissertação (Mestrado em Estudos Marítimos) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2016.

RUFFINO, M. L.; LIMA, L. H.; SANT'ANA, R. **Situação e tendências da pesca marítima no Brasil e o papel dos subsídios**. São Paulo: WWF-Brasil, 2016.

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business intelligence e análise de dados para gestão do negócio**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.

SOUZA, Wolmar Fernandes. **Planejamento da PATNAV**. Rio Grande. 2021. Entrevistas concedidas a Nadjane Corrêa de Almeida.

VILARA, Marcio Martins. **Segurança marítima: o uso da consciência situacional marítima nas atividades de patrulha naval no combate às novas ameaças**. 2017. Tese (Doutorado em Política e Estratégia Marítimas) – Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2017.