



UTILIZAÇÃO DE IOT NA IDENTIFICAÇÃO/MONITORAÇÃO DA MARÉ VERMELHA¹

Jorge Luiz Weiss

Resumo: Atualmente nosso estado produz 98% dos moluscos coletados e consumidos no Brasil. O controle de qualidade destes moluscos é realizado através de análise laboratorial pela CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina). A automatização desse processo pode ser feita com as novas possibilidades da Internet das Coisas. A Internet das Coisas (IoT) é uma rede global de sensores inteligentes que interagem com o ambiente, promovendo a comunicação e interação com usuários e outros sistemas, rastreando, detectando, coletando, transmitindo e recebendo informações de e para a internet. Visando monitorar a qualidade da água e automatizar o diagnóstico de toxinas nocivas, este artigo se propõe a definir os componentes (indicadores, sensores e arquitetura de tecnologia da Internet das Coisas) a serem utilizados para a construção de um protótipo de monitoração em tempo real para a definição de padrões geradores do fenômeno Maré Vermelha.

Palavras-chave: Internet das Coisas. Monitoração. Maré Vermelha.

¹ Artigo apresentado como Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização em DATACENTER: PROJETO, OPERAÇÃO E SERVIÇOS, da Universidade do Sul de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em DATACENTER: PROJETO, OPERAÇÃO E SERVIÇOS.



1 INTRODUÇÃO

A Maré Vermelha é a proliferação excessiva de algumas espécies de algas tóxicas (muitas delas de cores avermelhadas) que ocorre nos mares de todo o planeta. Quando isso acontece, grandes manchas vermelhas são vistas na superfície da água dando origem ao nome do fenômeno. Os frutos do mar contaminados por essas toxinas não são próprios para a comercialização e consumo humano. As toxinas produzidas por essas algas tóxicas destroem a vida marinha matando peixes, crustáceos e moluscos, além de provocar irritação no sistema respiratório e na visão das pessoas e animais. O consumo desses alimentos causa dormência na boca, perturbações gástricas, podendo até matar em casos extremos. (BAHIA,2017).

Em 2015, 98% dos moluscos coletados e consumidos no Brasil (cerca de 21,65 mil toneladas) foram cultivados em Santa Catarina, com destaques para Florianópolis e Palhoça. (IBGE, 2015)

Em Santa Catarina, os dados referentes à Maricultura (cultivo de organismos marinhos em seus habitats naturais com objetivos comerciais) são obtidos junto à Epagri (Empresa de Pesquisa Agropecuária) com o apoio do CIRAM (Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina).

A EPAGRI e o CIRAM, juntamente com o IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina), mantêm um serviço periódico de monitoramento e vigilância de leitura do meio ambiente (por coleta de parâmetros) para alertar as fazendas de cultivo de moluscos quando da incidência da Maré Vermelha.

Em entrevista realizada por este autor, no mês de abril de 2017, com o representante do Laboratório Laqua - Itajaí/IFSC, Doutor Luís Proença, obteve-se a informação da inexistência de um sistema integrado para a coleta de dados online (nos locais de cultivo), centralização de dados (banco de dados centralizado), análise dinâmica e preditiva dos dados coletados, gerando padrões para a detecção do fenômeno.

A indisponibilidade de dispositivos de coleta e análise da qualidade da água do mar, instalados localmente nas fazendas de moluscos, conectados a um sistema na nuvem com capacidade de armazenamento de dados e integração com outros sistemas online, foi o a premissa que conduziu ao seguinte problema de pesquisa: Como monitorar online a qualidade da água, diagnosticando os períodos da “maré vermelha” na produção de ostras, vieiras e mexilhões?

Em outra entrevista, no mês de abril de 2017, o médico veterinário da CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina) e responsável pela Sanidade dos Animais Aquáticos, Pedro M. Sesterhenn, reforçou que a CIDASC insere os laudos das análises de ficotoxinas (que podem estar presentes na carne dos moluscos bivalves) de forma manual na sua página eletrônica. Dependendo dos resultados obtidos nas análises são tomadas medidas de controle sanitário para evitar a retirada, o consumo e a comercialização destes organismos.



Assim, este estudo de caso teve como objetivo identificar uma solução com uso da IoT para analisar a qualidade da água do mar nas fazendas de moluscos, com características de armazenamento e envio das métricas coletadas para um sistema de armazenamento na nuvem, provendo dados das condições em tempo real.

Para o alcance desta meta, o trabalho terá como objetivos específicos:

- Coletar as necessidades dos administradores das fazendas de moluscos quanto a informações pertinentes a maré vermelha.
- Desenvolver um modelo de dados a ser utilizado para análise preditiva, bem como o padrão de identificação da maré vermelha.
- Estabelecer as características técnicas específicas requeridas de hardware a ser utilizado para coleta de indicadores, bem como características técnicas específicas necessárias de software de coleta e armazenamento dos indicadores coletados.
- Estabelecer viabilidade de estruturar dados mestres para definir padrões de análise para o monitoramento da Maré Vermelha.

2 TRABALHOS CORRELATOS E MÉTODO.

A Internet das Coisas é um conceito no qual o mundo virtual da tecnologia da informação se integra perfeitamente com o mundo real das coisas. O mundo real torna-se mais acessível através de computadores e dispositivos em rede nos negócios, bem como cenários cotidianos. Com acesso a informações finas, o gerenciamento pode começar a se mover livremente de macro para micro níveis e será capaz de medir, planejar e agir de acordo. No entanto, a Internet das Coisas é mais do que uma ferramenta para gerenciar processos de negócios de forma mais eficiente e eficaz - também permitirá um modo de vida mais conveniente. (UCKELMAN,2011).

A utilização de um sistema na nuvem refere-se à utilização da memória e da capacidade de armazenamento e cálculo de computadores e servidores compartilhados e interligados por meio da Internet.

Um "dispositivo inteligente" pode atuar como membro da rede IoT, coletando e transmitindo dados, dispositivos com base em disparadores e recebem informações (da rede ou da internet). (PANDIA, 2015).

Segundo Dieter Uckelmann (2011, 1) a “IoT pode proporcionar uma visão mais ampla e também permitir a todos acessar e contribuir com informações ricas sobre coisas e locais...” E acrescenta que “ o sucesso das redes sociais para compartilhar experiências e ideias personalizadas mostra também um grande potencial de integração com aplicativos centrados em negócios”.

A tomada de decisões baseada em indicadores em tempo real se tornou uma prática já comum em mercados maduros de tecnologia, como o norte-americano e europeu. No Brasil, porém, este processo ainda está se iniciando justamente pela dificuldade de integrar diferentes sistemas e parques tecnológicos com um ecossistema



de aplicações bastante heterogêneo. Há alguns anos falamos sobre a Internet das Coisas, mas somente agora as empresas possuem tecnologia de baixo custo para colocar este conceito em funcionamento e gerar maior eficiência operacional, de tal forma que a IoT está se tornando realidade para empresas orientadas a investimentos tecnológicos. (OPSERVICES, 2015).

Observando a possibilidade de aplicabilidade de IoT na monitoração de ecossistemas heterogêneos, encontra-se as Fazendas de Moluscos como um desses ecossistemas.

A estrutura necessária para o cultivo e comercialização de moluscos divide-se entre a parte de cultivo, que fica no mar, onde estão depositadas as sementes de moluscos para crescimento, e a parte de manejo e comercialização, que fica em terra e permite tanto os trabalhos de seleção, limpeza e armazenagem quanto à comercialização direta do produto. (SEBRAE, 2017).

Dentre os moluscos, o cultivo de ostras e mexilhões é chamado de malacocultura e mais especificamente em relação às ostras, existe a ostreicultura. Na cultura de ostras o seu objetivo é oferecer ao cliente produtos com maior nível de qualidade a preços competitivos.

O estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor de moluscos bivalves (que possuem duas conchas) da América Latina. No ano de 2008, a produção total de moluscos (mexilhões, ostras e vieiras) foi de 13.107,92 toneladas, apresentando o aumento de 29,33% em relação ao período anterior. O volume obtido gerou uma movimentação financeira bruta em torno de R\$ 29.709.300,00 para o Estado, segundo dados publicados pelo SEBRAE (2017)

Estima-se a existência de 767 maricultores em Santa Catarina, representados por 20 associações municipais, 1 estadual, 1 cooperativa e 02 federações, que se encontram distribuídos em 12 municípios, na região do litoral entre Palhoça e São Francisco do Sul, envolvendo direta e indiretamente 8.000 pessoas desde a produção, colheita, beneficiamento e comercialização, conforme dados da EPAGRI.

Os municípios de Florianópolis e Palhoça apresentam os maiores volumes de produção de ostras, em relação às demais regiões produtoras. Juntos, produzem aproximadamente 90% da produção estadual, sendo que em Florianópolis o Ribeirão da Ilha é responsável por mais de 70% do município. (EPAGRI).

A maré vermelha, também conhecida como “floração de algas nocivas”, é um fenômeno decorrente do aumento em larga escala da produção de microalgas marinhas e é caracterizada pela mudança na coloração da água na superfície do mar, comumente avermelhada, mas também pode se apresentar com tonalidade marrom ou alaranjada.



Há duas décadas eram raros os registros de síndromes decorrentes do consumo de moluscos bivalves contaminados com ficotoxinas² na costa brasileira. Porém, fatores como o aumento das pesquisas, o uso de métodos analíticos para a detecção de toxinas, e em especial o aumento na produção e no consumo de moluscos bivalves, fizeram com que esse panorama fosse alterado. Além do extrativismo que ocorre em todo litoral brasileiro, o cultivo de ostras, mexilhões e vieiras cresceu exponencialmente nos últimos anos, em especial no litoral de Santa Catarina, maior produtor de moluscos bivalves cultivados do Brasil, favorecendo o aumento no consumo e, conseqüentemente, maior exposição dos consumidores às ficotoxinas (GIA, 2014).

Em 09 de maio de 2012 foi criada a Instrução Normativa Interministerial (MPA e MAPA) nº 07, que instituiu o Programa Nacional de Controle Higiênico-Sanitário de Moluscos Bivalves (PNCMB). Através do programa foram estabelecidos requisitos mínimos necessários para a garantia da inocuidade e qualidade dos moluscos bivalves destinados ao consumo, permitindo aos órgãos responsáveis não só realizar o monitoramento de microrganismos contaminantes e de ficotoxinas marinhas em moluscos bivalves cultivados ou oriundos de bancos naturais, como estabelecer requisitos de inspeção industrial e sanitária para o processamento e transporte desses produtos. (CIDASC,2012).

Segundo André Luiz Vicente, da GIA (Grupo Integrado de Aquicultura e Estudos Ambientais), compreendeu-se que o aumento da incidência de casos de contaminação por algas nocivas registrados nos últimos anos levou autoridades e a comunidade acadêmica a aumentar seus esforços para realização de pesquisas com ficotoxinas. Desta forma, cada vez mais informações a respeito deste assunto de grande interesse estarão disponíveis ao público, em especial por ser um assunto de saúde pública (VICENTE, 2014).

O monitoramento da qualidade água é necessidade primordial para obter o nível de qualidade de produto necessário nas Fazendas de Moluscos.

Para habilitar o monitoramento, aqui é proposto um projeto visando definir as características de um protótipo utilizando IoT, apto a monitorar a qualidade da água buscando um padrão indicador do fenômeno “maré vermelha”.

Para o planejamento do protótipo de monitoramento da qualidade da água do mar, buscou-se saber que indicadores devem ser capturados para identificar algas tóxicas e quais sensores identificam estes indicadores. Para isso foram desenvolvidos estudos exploratórios de caráter bibliográfico e entrevistas realizadas com profissionais na área de pesquisa bio-marinha, bem como análise da tecnologia de construção de

²Ficotoxinas são substâncias venenosas produzidas por agentes patogênicos das plantas que apresentam efeitos adversos nas plantas. Como um grupo, as fitotoxinas não possuem características estruturais comuns. Eles pertencem a classes tão diversas de compostos como péptido (ou derivado de aminoácido), terpenoide, glicósido, fenólico, poliacetato α -pirona, combinações destes classes e outros (STROBEL,1983)



dispositivos de coleta (IoT), transmissão e gerenciamento do grande volume de dados armazenados.

A tabela a seguir apresenta os instrumentos utilizados para a coleta de dados visando o alcance dos objetivos propostos.

Tabela 1. Instrumentos utilizados para a coleta de dados.

Instrumento de coleta de dados	Universo pesquisado	Finalidade do Instrumento
Entrevistas	Prof. Luis Proença (IFSC) Prof. Mathias Schramm (IFSC) Prof. Gilberto Manzoni (UNIVALI) Vet. Pedro M. Sesterhenn, (CIDASC)	Identificar indicadores relevantes para a detecção do fenômeno da Maré Vermelha.
Documentos	Architecting the Internet of Things.pdf SEBRAE Criação de Ostras.pdf GEOHABV.pdf Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. Shellfish Poisoning and Toxins. RaspberryPi: Raspberry Pi Zero SAP Cloud Platform	Buscar conhecimento da arquitetura de sistemas utilizando Internet das Coisas. Identificar metodologias de monitoramento de algas nocivas em águas costeiras. Definir tecnologia de conectividade e armazenamento de dados.

Fonte: Elaborado pelo Autor

3 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA COLETA DE INFORMAÇÕES

Para dar início a coleta de informações sobre o fenômeno da Maré Vermelha e identificar os indicadores para a detecção de ambiente propício para a proliferação de algas tóxicas foram realizadas entrevistas diretas com os professores Prof. Mathias Schramm e Prof. Luís Proença do IFSC (Instituto Federal de Santa Catarina) e professor Gilberto Manzoni da UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí).

Também foram realizadas pesquisas na Internet e outras fontes de dados, obtendo-se as informações apresentadas e analisadas nos itens a seguir.

3.1 Quanto aos indicadores do fenômeno da Maré Vermelha

O quadro 1 mostra indicadores relevantes para definir o nível de qualidade da água obtidos por sensores submersos.



Quadro 1: Indicadores Submersos

Indicadores Submersos	Unidade	Exemplo
Temperatura da água	°C / °F	21.5°C / 70.7°F
PH	Ph	0 a 14 pH
Salinidade	g/kg	35,4 g/kg (Oceano Atlântico)
Turbidez	mg/l de SiO ₂	10-40 UNT (unidade para Piscicultura)
Clorofila	µg/L	0-500 µg/L
Fluorescência	ppb (mg/kg)	0-500 ppb
Ficoeritrina	ppb (mg/kg)	0-500 ppb

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 2 mostra indicadores emersos obtidos por sensores externos (não submersos) complementares utilizados na construção de padrões.

Quadro 2: Indicadores Emersos

Indicador externos	Unidade	Exemplo
Geo Posicionamento	GPS Posic	1.5°S, 80.5°E
Temperatura externa	°C / °F	21.5°C / 70.7°F
Pressão Atmosférica	Hpa	300-1100hpa
Velocidade do Vento	m/s	20m/s
Data e Hora	Data/Hora	17/01/1722:45:32

Fonte: Elaborado pelo autor

O quadro 3 mostra indicadores opcionais obtidos por sensores complementares utilizados na construção de padrões.

Quadro 3: Sensor Opcional.

Indicador opcional	Unidade	Exemplo
Velocidade e direção de corrente marítima	m/s GPS Posic	.5 m/s 1.5°S, 80.5°E deslocamento calculando a velocidade de fluxo.

Fonte: Elaborado pelo autor

Para identificar e coletar estes indicadores, foram pesquisados e validados sensores específicos (compatibilidade com o processo a ser monitorado e plataforma de hardware e software):

O quadro 4 mostra sensores pesquisados em fornecedores de equipamentos de detecção e captação dos indicadores listados nos Quadros 1,2 e 3.

Quadro 4: Sensores



Indicador	Sensor
Temperatura da água	<ul style="list-style-type: none"> • Temperature Sensor - Waterproof (DS18B20) • Waterproof DS18B20 Digital temperature sensor
PH	<ul style="list-style-type: none"> • PH Sensor Omega PHE-7352-15 • Módulo Sensor + Ph Eletrodo Sonda Bnc / phmetro
Salinidade	<ul style="list-style-type: none"> • Vernier Salinity Sensor SAL-BTA • Salinity Sensor BT78i
Turbidez	<ul style="list-style-type: none"> • Turbidity(Water Monitoring) Sensor • Turbidity Sensor SKU:SEN0189
Clorofila	<ul style="list-style-type: none"> • YSI 6025 Chlorophyll Sensor • C3 Submersible Fluorometer
Fluorescência	<ul style="list-style-type: none"> • C3 Submersible Fluorometer
Ficoeritrina	<ul style="list-style-type: none"> • C3 Submersible Fluorometer
Data e Hora	<ul style="list-style-type: none"> • OOTDTY DS3231 AT24C32 IIC Precision RTC Real Time Clock Memory Module
Geo Posicionamento Tra	<ul style="list-style-type: none"> • Parallax's PMB-648 GPS SiRF Internal Antenna • Adafruit Ultimate GPS Breakout - 66 channel w/10 Hz updates - Version 3
Temperatura externa	<ul style="list-style-type: none"> • Temperature and Pressure Sensor Bmp280
Pressão Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> • Temperature and Pressure Sensor Bmp280
Velocidade do Vento	<ul style="list-style-type: none"> • Etesian 101 Self-Powered Anemometer Sensor
Velocidade e direção de corrente marítima	<ul style="list-style-type: none"> • Sontek ADP® - Acoustic Doppler Profiles • Teledyne Marine Workhorse Long Ranger ADCP

Fonte: VOLTAIC SYSTEMS (2017); SONTEK(2017); TELEDYNE MARINE(2017); TURNERS DESIGNS(2017); RBR GLOBAL(2017); VERNIER(2017); CMA-SCIENCE(2017); HEXIS(2017).

Quando verificado o ambiente inóspito dos locais de monitoramento, se faz entender a necessidade de proteger e gerenciar os dispositivos de coleta a partir do recurso listado no Quadro 7.

Quadro 7. Boia de Monitoramento.



Descrição	Fornecedor.
Boia para Monitoramento	• AgSolve Hidrometeorológico

Fonte: AGSOLVE (2017);

4 PROPOSTA DO SISTEMA PARA O MONITORAMENTO DOS DADOS

Após coletar quais seriam as informações necessárias ao monitoramento do fenômeno da maré vermelha foram realizadas pesquisas na Internet com o objetivo de identificar possíveis plataformas para o sistema de coleta e armazenamento de indicadores locais.

O resultado desta pesquisa culminou na proposta apresentada a seguir.

4.1 Sistema para o gerenciamento, transferência das informações coletadas.

Pesquisas realizadas pela internet sobre plataformas para disponibilizar informações comparativas sobre o framework a ser utilizado resultaram na indicação dos sites de *RaspberryPi* (2017), *Arduino.cc* (2017), *Texas Instruments* (2017) e *Beaglebone*(2017).

Para realizar a avaliação do sistema mais indicado partiu-se dos seguintes critérios:

- O sistema de comunicação para atender uma solução de coleta de indicadores sensoriais deve prover alternativas quanto: à localização geográfica dos coletores, à quantidade de coletores utilizados e interconectados, à arquitetura de rede de coletores utilizada, entre outros.
- A pesquisa realizada quando a conectividade foi direcionada a prover uma conexão ativa TCP/IP entre o dispositivo coletor e o sistema receptor (nuvem) e a disponibilidade de GSM 3G/4G em grande parte dos locais analisados mostrou ser a mais viável.
- O sistema de gerenciamento local proposto deve realizar o controle de varredura dos sensores e a coleta dos indicadores num ciclo definido pela necessidade da formação da base de dados a ser construída para futuras análises (a sugestão do ciclo de coleta é de 1 min).

Dada a necessidade de portabilidade, conectividade, versatilidade e arquitetura de hardware e software integrado, o dispositivo controlador de gerenciamento do sistema de coleta mais adequado aos critérios acima foi o RaspberryPi Zero W, por oferecer melhor suporte aos sensores pesquisados bem como aos recursos necessários para integração com o SAP Cloud Platform.

As características deste sistema são apresentadas no quadro 8.

Quadro 8 – Características da plataforma RaspberryPi Zero W



Descrição	Características.
Dispositivo de Gerenciamento de sensores.	<ul style="list-style-type: none">• RaspberryPi Zero W• Processador Broadcom BCM2385 1GHz, single-core CPU• 512MB RAM• Mini-HDMI port• Micro-USB On-The-Go port• Micro-USB power• Header de 40 pinos HAT-compatible• Vídeo composto e reset headers• Conector de câmera CSI• 802.11n wireless LAN• Bluetooth 4.0• Consumo 180mA
Software Básico	<ul style="list-style-type: none">• Raspbian Stretch Kernel 4.9 (Debian Unix compat)• Python 2.7.13• Python REST API framework
Conectividade	<ul style="list-style-type: none">• Módulo Gsm Gprs Sim 8001
Serviço de Conectividade	<ul style="list-style-type: none">• Serviço 3G/4G ativo local (TIM/Vivo/Claro).
Energia	<ul style="list-style-type: none">• Voltaic System Solar Power for Raspberry Pi 9 Watt Bateria 12.000mAh Pack com 2 Portas USBs, Panel: IPX7 Waterproof, UV- And Scratch-Resistant

Fonte: www.raspberrypi.org

O sistema de transferência de dados proposto para o ambiente de gerenciamento de armazenamento das informações na nuvem é baseado em REST devido à facilidade de implementação no dispositivo local e interconectividade com o sistema baseado na nuvem. REST (Representational State Transfer), em português Transferência de Estado Representacional, é uma abstração da arquitetura da World Wide Web (*Web*), um estilo arquitetural que consiste de um conjunto coordenado de restrições arquiteturais aplicadas a componentes, conectores e elementos de dados dentro de um sistema de hipermídia distribuído.

4.2 Informações quanto ao sistema de armazenamento das informações

Buscou-se, através de pesquisa, alternativas de armazenamento que atendessem a pré-requisitos essenciais mínimos de:

- a) Fácil conectividade
- b) Velocidade de armazenamento
- c) Interatividade com frameworks abertos
- d) Baixo custo
- e) Longo ciclo de vida.



Dentre os resultados encontrados está a plataforma SAP Cloud Platform, da empresa alemã SAP SE. Esta plataforma possui uma boa funcionalidade no gerenciamento de ativos e da agilidade na modelagem de entidades de dados para uso dos mesmos em banco de dados em memória (HANA). SAP Cloud Platform é um portfólio de funcionalidades que sumariza aplicações adaptáveis, *bigdata* e conectividade requeridas para a Internet das Coisas. Para o gerenciamento de dispositivos remotos o SAP Cloud Platform proporciona um ambiente de gerenciamento de dispositivos que conecta dispositivos IoT aos seus sistemas de *back-end*, acionando alertas e obtendo informações sobre os padrões de uso, do serviço e da qualidade dos mesmos. (SAP SE, 2017).

O SAP Cloud Platform foi então a solução indicada como framework de desenvolvimento, conectividade e armazenamento, dado a sua facilidade operacional, disponibilidade e performance.

Para o gerenciamento dos dados coletados, o SAP Cloud Platform disponibiliza um banco de dados em memória para *bigdata* (HANA) com funcionalidades como *Text Search* e gerenciamento por colunas. Nativos ao SAP Cloud Platform, a funcionalidade de análise preditiva pode ser ativada para o reconhecimento de padrões estabelecidos pela análise dos indicadores capturados e armazenados do banco de dados em memória HANA.

A estrutura de dados a ser utilizada para o armazenamento dos indicadores segue o padrão de dados coletados pelos sensores conforme o Quadro 9.

Quadro 09: Modelo de Dados de Indicadores

Indicador	Tipo	Tamanho
Temperatura da água	Texto Numérico	6
PH	Texto Numérico	3
Salinidade	Texto Numérico	5
Turbidez	Texto Numérico	3
Clorofila	Texto Numérico	3
Fluorescência	Texto Numérico	3
Ficoeritrina	Texto Numérico	3
Geo Posicionamento	Texto	22
Temperatura externa	Texto Numérico	5
Pressão Atmosférica	Texto Numérico	5
Velocidade do Vento	Texto Numérico	3
Velocidade da Maré	Texto Numérico	3
Direção de corrente marítima	Texto Numérico	22
Timestamp	Byte	4
Dispositivo	Texto	10
		100 Total

Fonte: Elaborado pelo Autor



Para uma simulação rápida, num ciclo de captura baseado em apenas 1 dispositivo coletando 1 conjunto de indicadores a cada minuto durante 5 anos, teríamos um total de 2.628.000 registros, equivalente 2.628 GB (fatores de compactação não foram aplicados) de informações a serem analisadas.

Para o dimensionamento de uma base de dados mais complexa para construção de padrões (informações coletadas em redes sociais, dados meteorológicos de satélites, dados de impactos ambientais registrados), faz-se necessária uma engenharia e modelagem de uma estrutura mais complexa para atender as ferramentas de análise preditiva.

4.3 Informações quanto a representação dos dados

A representação de indicadores coletados bem como dados projetados tem por necessidade ser de fácil conectividade e visualização. Para tal, a pesquisa online buscou uma solução disponível dentro do ambiente proposto, para atender a necessidade de representar os dados de forma analítica, gráfica e mobile.

Mais uma vez o recurso mais indicado foi proveniente da empresa SAP, o SAP Cloud Analytics. Utilizando tecnologia na nuvem, o SAP Cloud Analytics é um sistema totalmente integrado ao banco de dados em memória, com funcionalidades essenciais para análise de dados, padrões e variantes: máquinas de aprendizado, simulador de modelos de dados analíticos, análise preditiva, gerador de agrupamentos, gerenciador de visualização gráfica em 3D.

Esta escolha para apresentação dos dados coletados e analisados, deu-se porque a plataforma atende à necessidade de apresentar os dados de forma gráfica em tempo real. Por fazer uso de dados disponíveis em banco de dados em memória, é possível fazer uso de simulações preditivas em tempo real.

5 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

A partir da realização deste trabalho foi possível compreender que a capacidade de monitorar informação, registrando indicadores que refletem o comportamento ambiental numa linha de tempo, tem a finalidade primária de documentar atributos que definirão padrões necessários para conduzir simulações múltiplas de análise preditiva.

Com a análise descritiva definida no mapeamento dos indicadores e sensores, tornou-se possível criar a estrutura de dados necessária para a análise contínua da qualidade da água visando o monitoramento do fenômeno da Maré Vermelha.

Através dos sensores, as análises podem ser flexibilizadas com a periodicidade necessária e poderão fornecer um histórico de dados (indicadores) onde, além do reconhecimento hidrogeológico da área monitorada, possibilitará estudos indicativos de contaminação, mineralização e hidroquímica.

Visando monitorar a qualidade da água e automatizar o diagnóstico de toxinas nocivas, este artigo identificou os componentes (indicadores, sensores e arquitetura de tecnologia da Internet das Coisas) a serem utilizados para a construção de um protótipo de monitoração em tempo real dos padrões geradores do fenômeno Maré Vermelha.

A partir dessa primeira pesquisa, será possível, em um próximo passo, a construção de um protótipo básico de coleta, transmissão e armazenamento dos indicadores para o diagnóstico de toxicidade da água utilizando como base a pesquisa de sensores e tecnologia de Internet das Coisas.



Assim, os dados coletados serão utilizados na construção de padrões de análise preditiva com o intuito de antecipar a detecção da proliferação de algas.

Estas informações poderão ser utilizadas como entrada de simuladores acompanhando dados em tempo real para ajuste de padrão na busca contínua da previsão do fenômeno Maré Vermelha.

O trabalho aqui apresentado foi de suma importância para dar o primeiro passo rumo ao monitoramento deste fenômeno, com ganhos aos envolvidos, especialmente os produtores da maricultura de SC e de todo o país.

REFERÊNCIAS

- BAHIA, S. **Maré Vermelha**. Disponível em <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/biologia/mare-vermelha>>. Acesso em 22 de abril de 2017.
- VICENTE, A. **O fenômeno da maré vermelha e as implicações ao cultivo de moluscos bivalves**, 2014. Disponível em <<http://www.gia.org.br/19-not%C3%ADcias/247-mare-vermelha?videoid=r1GRmT1QGrw>>. Acesso em 23 de abril de 2017.
- SEBRAE, **Criação de Ostras**, 2017. Disponível em <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-negocio-para-criacao-de-ostras,86387a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD>> Acesso em 23 de abril de 2017.
- IBGE, **Produção da Pecuária Municipal - 2015**. 2015. Disponível em <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2015_v43_br.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2017.
- CIDASC, **Instrução Normativa Interministerial Mpa/Mapa Nº 07, De 08 De Maio De 2012**, 2012. Disponível em <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2012/08/20160622154705901.pdf> Acesso em: 17 ago. 2017.
- STROBEL, Gary A. **Phytotoxins - Their Structure And Biology**. Disponível em <<http://www.sciencedirect.com/sdfe/pdf/download/eid/1-s2.0-0041010183902453/first-page-pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2017.
- BIAGIOLI, Mario. **Galileo's Instruments of Credit: Telescopes, Images, Secrecy**. Chicago: University of Chicago Press, 2006.
- CETINKAYA, Figen; MUS, Tulay Elal. **Shellfish Poisoning and Toxins**. 2012. Disponível em <<http://jbes.uludag.edu.tr/PDFDOSYALAR/17/mak01.pdf>>. Acesso em: 23 abr. 2017.
- ARAGUAIA, Mariana. **"O fenômeno da maré vermelha"; Brasil Escola**. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/biologia/mare-vermelha.htm>>. Acesso em 23 de abril de 2017.
- ROSA, Edson. **Santa Catarina mantém liderança nacional na produção de ostras, mariscos e vieiras**. 2015. Disponível em <<https://ndonline.com.br/florianopolis/>>



noticias/santa-catarina-mantem-lideranca-nacional-na-producao-de-ostras-mariscos-e-vieiras-confirma-ibge>. Acesso em: 23 abr. 2017.

VIEIRA, Luiz F. M.; PINTO, David; VIANA, Sadraque S.. **HydroNode: An Underwater Sensor Node Prototype for Monitoring Hydroelectric Reservoirs**. 2012. Disponível em <http://wuwnet.acm.org/2012/files/Papers/06_paper43.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

NELSON, Patrick. **Next frontier: Aquatic IoT**. 2016. Disponível em <<http://www.networkworld.com/article/3029083/internet-of-things/next-frontier-aquatic-iot.html>>. Acesso em: 23 abr. 2017.

UCKELMANN, Dieter; HARRISON, Mark; MICHAELLES, Florian. **Architecting the Internet of Things**. Berlin: Springer, 2011.

VIEIRA, Luiz F. M.; PINTO, David; VIANA, Sadraque S.. **HydroNode: An Underwater Sensor Node Prototype for Monitoring Hydroelectric Reservoirs**. 2012. Disponível em <http://wuwnet.acm.org/2012/files/Papers/06_paper43.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2017.

MINERVA, Roberto; BIRU, Abyi; ROTONDI, Domenico (Org.). **Towards a definition of the Internet of Things (IoT): Issue 1**. 2015. Disponível em <http://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet_of_Things_Issue1_14MAY15.pdf>. Acesso em: 13 maio 2015.

OPSERVICES. **5 aplicações da Internet das Coisas (IoT) para revolucionar o seu negócio!** 2016. Disponível em <<https://www.opservices.com.br/5-aplicacoes-da-internet-das-coisas/>>. Acesso em: 2 mar. 2016.

ANDERSON, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen, and J.E. Rensel. 2001. **Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters**, APEC #201-MR-01.1, Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No. 59, Paris.

UFRRJ. **Fitoplâncton**. 2017. Disponível em <<http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/fito.htm>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

ENASA ENGENHARIA. **Determinação da turbidez pelo método nefelométrico**. 2017. Disponível em <<https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-turbidez/>>. Acesso em: 13 jan. 2017.

PAN, Xiaoju & MANNINO, Antonio & MARSHALL, Harold & FILIPPINO, Katherine & R. MULHOLLAND, Margaret. (2011). **Remote sensing of phytoplankton community composition along the northeast coast of the United States**. *Remote Sensing of Environment - REMOTE SENS ENVIRON*. Acesso em 13 Agosto 2017



BOYLE, R. 1674. **Observations and experiments in the saltiness of the sea.** In: Birch, T. (Editor), 1965. The works of Robert Boyle. Georg Olms, Hildesheim, 6 vol.

FICNER R.; HUBER R. **Refined crystal structure of phycoerythrin from Porphyridium cruentum at 0.23-nm resolution and localization of the γ subunit.** Eur. J. Biochem. 218 (1): 103–106. PMID 8243457. doi:10.1111/j.1432-1033.1993.tb18356. x. Acesso em 13 Agosto 2017.

SAP SE. **SAP Cloud Platform.** 2017. Disponível em <<https://cloudplatform.sap.com/index.html>>. Acesso em: 17 ago. 2017

SAP SE. **SAP Cloud Analytics.** 2017. Disponível em <<https://www.sap.com/products/cloud-analytics.html#>>. Acesso em: 17 ago.

TEXAS INSTRUMENTS. **MSP430 LaunchPad Value Line.** Disponível em <<http://www.ti.com/tool/msp-exp430g2>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

RASPBERRI PI. **RASPBERRYPI Zero W.** 2017. Disponível em <<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-zero-w/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

RASPBERRI PI. **RASPBIAN.** 2017. Disponível em <<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

VOLTAIC SYSTEMS. **9 Watt Solar Charger Kit.** 2017. Disponível em <<https://www.voltaicsystems.com/9-watt-kit>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

BEAGLEBONE.ORG. **BeagleBone.** 2017. Disponível em <<http://beagleboard.org/bone>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

ARDUINO.CC. **Arduino Uno.** 2017. Disponível em <<https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

AGSOLVE. **Boia para Monitoramento Hidrometeorológico.** 2017. Disponível em <<https://www.agsolve.com.br/produtos/sistemas-fixos/boia-para-monitoramento-hidrometeorologico>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

SONTEK. **ADP® - Acoustic Doppler Profiler.** 2017. Disponível em <<http://www.sontek.com/productsdetail.php?ADP-Acoustic-Doppler-Profiler-4>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

TELEDYNE MARINE. **Workhorse Long Ranger ADCP.** 2017. Disponível em <<http://www.teledynemarine.com/workhorse-long-ranger-adcp?ProductLineID=12>>. Acesso em: 17 ago. 2017.



TURNERS DESIGNS. **C3™ Submersible Fluorometer**. Disponível em <www.turnerdesigns.com/products/submersible-fluorometer/c3-submersible-fluorometer>. Acesso em: 17 ago. 2017.

RBR GLOBAL. **RBR Sensors**. 2017. Disponível em <<https://rbr-global.com/products/sensors>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

VERNIER. **Salinity Sensor**. 2017. Disponível em <<https://www.vernier.com/products/sensors/sal-bta/>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

CMA-SCIENCE. **SALINITY SENSOR BT 78 i**. 2017. Disponível em <http://www.cma-science.nl/resources/en/sensors_bt/BT78i.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2017.

HEXIS. **Sensor de Clorofila**. 2017. Disponível em <<http://www.hexis.com.br/produto/sensor-de-clorofila>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

OLIVEIRA, Mariângela Dutra de et al. **Nova abordagem do Índice de Qualidade de Água Bruta utilizando a Lógica Fuzzy**. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, [s.l.], v. 19, n. 4, p.361-372, dez. 2014. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522014019000000803>.

CARVALHO, Thiago Morato de. **TÉCNICAS DE MEDIÇÃO DE VAZÃO POR MEIOS CONVENCIONAIS E NÃO CONVENCIONAIS**. *Rbgf – Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 1, n. 1, p.1-13, 5 nov. 2008. Disponível em <<https://ufr.br/mepa/phocadownload/vazao-rbgf.pdf>>. Acesso em: 17 ago. 2017.

Anderson D.M., Andersen P., Bricelj V.M., Cullen J.J., & Rensel J.E. 2001. **Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters**. Asia Pacific Economic Program, Singapore, and Intergovernmental Oceanographic Commission. Paris. 268pp

SCHRAMM, M. A. & PROENÇA, L. A. de O. **Cultivo de moluscos: monitoramento de algas nocivas e ficotoxinas**. *Panorama da Aquicultura*, Rio de Janeiro, RJ, v.18, n. 106, p. 48-55, mar./abr. 2008.

PROENCA, Luis. **Entrevista**. [Abr. 2017]. Entrevistador: Jorge Luiz Weiss. Itajaí, 2017.

SCHRAMM, Mathias. **Entrevista**. [Abr. 2017]. Entrevistador: Jorge Luiz Weiss. Itajaí, 2017.

MANZONI, Gilberto. **Entrevista**. [Mar. 2017]. Entrevistador: Jorge Luiz Weiss. Itajaí, 2017.

SESTERHENN, Pedro. **Entrevista**. [Mar. 2017]. Entrevistador: Jorge Luiz Weiss. Itajaí, 2017.