

Geoprocessamento e Infraestrutura de Dados Espaciais como Ferramentas de Suporte a Decisão na Gestão de Recursos Hídricos

Projetos e Experiências da Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH/ES



A Agência

Criada pela Lei 10.143 de 16 de dezembro de 2013 e vinculada diretamente à SEAMA, a AGERH é uma Autarquia que tem por finalidade executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, regular o uso dos recursos hídricos estaduais e realizar o monitoramento hidrológico no Estado do Espírito Santo.

Integrante do SIGERH, é responsável pela gestão da água no estado juntamente com a SEAMA, CERH e os Comitês de Bacias Hidrográficas do Estado.



Histórico

- *Mais de 12 anos de pesquisa e desenvolvimento*
- *Desafio inicial: A disponibilização de uma base cartográfica em um ambiente corporativo*
- *Decisão no sentido de se utilizar um Software de Banco de Dados para organizar e disponibilizar todas as informações cartográficas vetoriais e um Software WebMap para publicação da base cartográfica, seja por navegadores web seja através de WebServices de mapas para disponibilização de dados Raster como Ortofotos, por exemplo*



Histórico

- *Softwares de Banco de Dados como estruturas sofisticadas, seguras e robustas para o armazenamento e recuperação de informações*
- *Utilização de WebServices para disponibilização eficiente de dados raster em ambientes corporativos*
- *Arquitetura baseada em Softwares Livres:*
 - *Altíssimo nível de interoperabilidade entre aplicações;*
 - *Opção por soluções estáveis e bem documentadas; e*
 - *Baixo custo de implementação*



Histórico

- *Interesse dos usuários em produzir suas próprias informações.
Vantagens e desvantagens*
- *Necessidade de se controlar e/ou ordenar os demais processos
de edição de dados em ambientes corporativos*
- *Mudança de paradigma. Banco de Dados como repositório de
informações e unidade de inteligência*
- *Envolvimento de outras áreas do conhecimento tais como
Tecnologia de informação*



Sistemas de Suporte à Gestão de Recursos Hídricos

- *Cooperação entre as Coordenações de Outorga e Geomática do IEMA/ES, iniciadas em 2010, buscando soluções para gestão de recursos hídricos baseadas em sistemas*
- *Criação de uma Inteligência Hidrológica e Espacial – IHE como parte integrante do Banco de Dados*



Sistemas de Suporte à Gestão de Recursos Hídricos



DATAHIDRO - iema_sao_00 (10.207.0.20:5432) - hdro_database_03 - cad_urh.cad_declaracoes...

| cd_declaraca | cd_tipo_decla | cd_tipo_carac | obs_declarac | vrf_valid_cad | num_vrs_dec | cd_vrs_decla | vrf_restricao | cr |
|--------------|---------------|---------------|------------------|---------------|-------------|--------------|---------------|----|
| [PK] caracte | smallint | smallint | text | boolean | integer | integer | boolean | cl |
| 1 | 2017226000002 | 2000 | Processo de Lice | TRUE | 2018001 | 0 | FALSE | |
| 2 | 2017226000001 | 1000 | Processo de Lice | TRUE | -1 | 2017001 | FALSE | |
| 3 | 2017226000002 | 11000 | | | | | | |
| 4 | 2017226000002 | 2000 | | | | | | |
| 5 | 2017227000001 | 2001 | | | | | | |
| 6 | 2017227000001 | 2000 | | | | | | |
| 7 | 2017227000001 | 12000 | | | | | | |
| 8 | 2017227000001 | 2001 | | | | | | |
| 9 | 2017227000001 | 12001 | | | | | | |
| 10 | 2017227000001 | 2001 | | | | | | |
| 11 | 2017227000001 | 12001 | | | | | | |
| 12 | 2017278000001 | 1000 | | | | | | |
| 13 | 2017278000001 | 1000 | | | | | | |
| 14 | 2017278000001 | 11000 | | | | | | |
| 15 | 2017278000001 | 2002 | | | | | | |
| 16 | 2017278000001 | 2000 | | | | | | |
| 17 | 2017278000001 | 2002 | | | | | | |
| 18 | 2017299000001 | 1000 | | | | | | |
| 19 | 2017299000001 | 1000 | | | | | | |

DATAHIDRO - iema_sao_00 (10.207.0.20:5432) - hdro_database_03 - cad_urh.cad_info_captac...

| cd_interferen | cd_declaraca | cd_tipo_capt | dcr_estrutur | vlr_vazao_re | tmp_horas_d | tmp_dias |
|---------------|---------------|--------------|---------------|---------------|--------------|----------|
| [PK] caracte | character vai | smallint | character vai | double precis | time without | smallint |
| 1 | 2017226000002 | 1 | | 10 | 24:00:00 | 31 |
| 2 | 2017226000002 | 1 | | 10 | 24:00:00 | |
| 3 | 2017226000002 | 1 | | 10 | 24:00:00 | |
| 4 | 2017226000002 | 1 | | 10 | 24:00:00 | |
| 5 | 2017278000001 | 1 | | 20 | | |
| 6 | 2017278000001 | 1 | | 20 | | |
| 7 | 2017278000001 | 1 | | 20 | | |
| 8 | 2017328000001 | 1 | | 20 | | |
| 9 | 2017334000001 | 1 | | 20 | | |
| 10 | 2017339000001 | 1 | | 20 | | |
| 11 | 2017339000001 | 1 | | 20 | | |
| 12 | 2017339000001 | 1 | | 20 | | |
| 13 | 2017339000001 | 1 | | 20 | | |
| 14 | 2017339000001 | 1 | | 20 | | |
| 15 | 2018037000001 | 1 | | 20 | | |
| 16 | 2018037000001 | 1 | | 20 | | |
| 17 | 2018037000001 | 1 | | 20 | | |
| 18 | 2018046000001 | 1 | | 20 | | |
| 19 | 2018046000001 | 1 | | 20 | | |

Scratch pad

57 rows.



Sistemas de Suporte à Gestão de Recursos Hídricos



```
...ion db_cad_irrigantes_agerh_sis_db_cad_irrigantes_agerh_tb_registros_a
Properties Options Parameters Definition Variables Privileges SQL
3001 dados_captacao_dias[11] = CAST(dados_captacao[11] AS INTEGER);
3002 dados_captacao_dias[12] = CAST(dados_captacao[12] AS INTEGER);
3003
3004 loop_02 = 2;
3005 dados_captacao_vazao_max[13] = dados_captacao_vazao_max[01];
3006 dados_captacao_horas[13] = dados_captacao_horas[01];
3007 dados_captacao_dias[13]
3008 WHILE loop_02 <= 12 LOOP
3009
3010 IF dados_captacao_vazao_max
3011
3012 dados_captacao_vazao_max
3013 dados_captacao_horas[13]
3014 dados_captacao_dias[13]
3015
3016 ELSEIF dados_captacao_vazao_max
3017
3018 dados_captacao_tempo_seg
3019 dados_captacao_tempo_seg
3020
3021 IF (dados_captacao_horas
3022
3023 dados_captacao_vazao_max
3024 dados_captacao_horas[13]
3025 dados_captacao_dias[13]
3026
3027 END IF;
3028
3029 END IF;
3030
3031 loop_02 = loop_02 + 1;
3032
3033 END LOOP;
3034
3035 vlr_vazao_max_requerida_la
<
Help

Function sis_cbh_sis_deteccao_barramento_jusante
Properties Options Parameters Definition Variables Privileges SQL
1 DECLARE
2 cd_hidrografia_lin integer;
3 geo_raio_pesquisa_hidrografia_lin geometry;
4 vlr_distancia_foz double precision;
5 cd_barragem_jusante integer;
6 BEGIN
7
8 geo_raio_pesquisa_hidrografia_lin = ST_BUFFER(geo_interferencia_, 2000);
9
10 cd_hidrografia_lin = (SELECT a.cd_hidrografia_lin FROM public.gis_lin_hdoro_hidrografia a WHERE ST_INTERSECTS(a.geo_hidrografia
11 vlr_distancia_foz_ = (SELECT public.sis_distancia_ponto_foz(geo_interferencia_));
12
13 cd_barragem_jusante =
14 (
15 SELECT
16 a.cd_interferencia
17 FROM
18 sis_cbh.gis_pto_scbh_interferencias a
19 WHERE
20 (a.tip_interferencia = 'B' OR a.tip_interferencia = 'BC')
21 AND
22 ARRAY[a.cd_hidrografia_lin] <@ (SELECT b.cd_hidrografia_lin_jusante FROM public.rei_hdoro_trechos_referenciados b '
23 AND
24 vlr_distancia_foz_ >= a.vlr_distancia_foz
25 ORDER BY
26 a.vlr_distancia_foz DESC
27 LIMIT 1
28 );
29
30 RETURN cd_barragem_jusante;
31
32 END;
```



Sistemas de Suporte à Gestão de Recursos Hídricos

Inteligência Hidrológica

- Modelos matemáticos para cálculo de vazões, capacidade de regularização de barramentos, etc.
- Parâmetros de Equações de Regionalização de Vazões

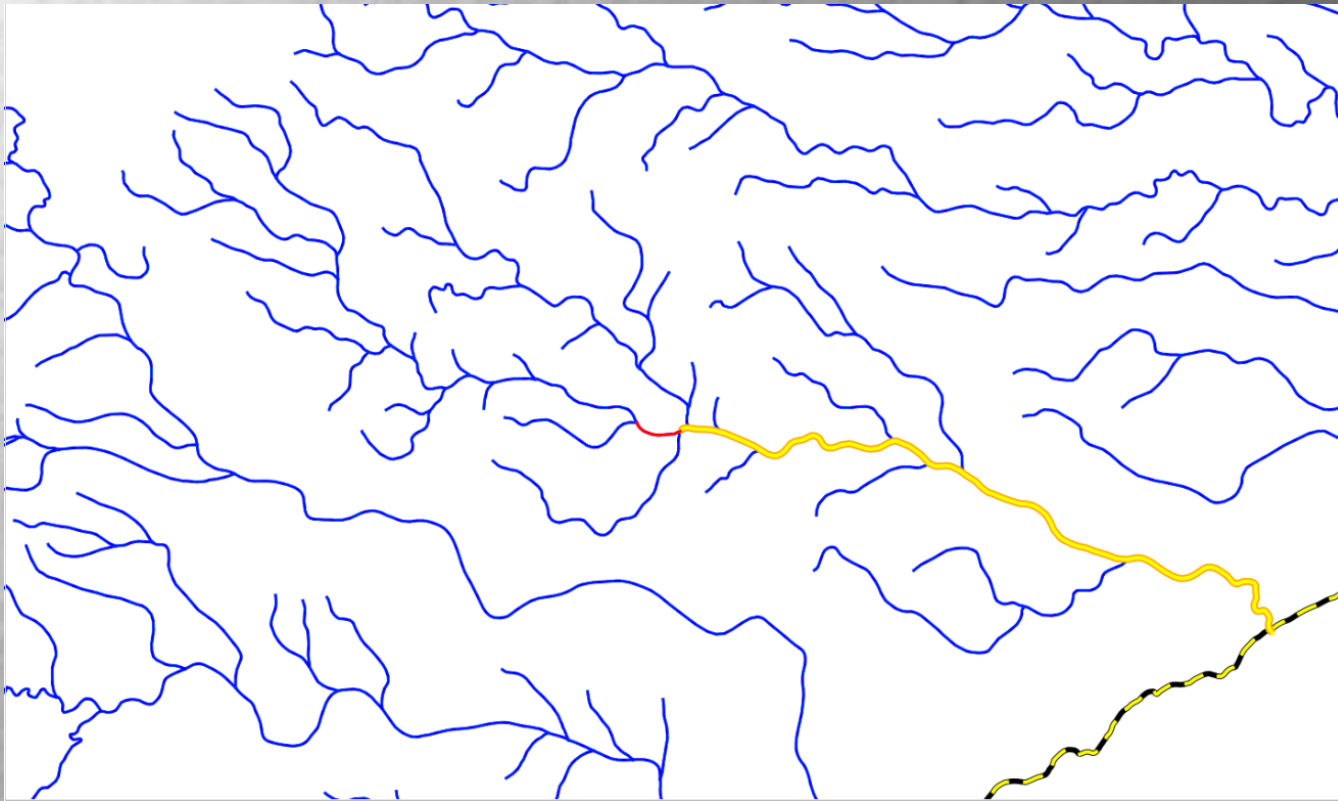
Inteligência Espacial

- Modelos específicos de análise espacial
- Estrutura de relacionamento de trechos da Rede de Drenagem

Integração

- Índice de comprometimento da disponibilidade hídrica
- Parâmetros hidrológicos de viabilidade operacional de barramentos simulados

Sistemas de Suporte à Gestão de Recursos Hídricos



Sistema de Controle de Balanço Hídrico - SCBH

- *Ferramenta de Balanço Hídrico Padrão utilizada como recurso de suporte à análise de outorga*
- *Considerando um ponto (Interferência) na rede de drenagem, o SCBH analisa as condições de disponibilidade hídrica a montante bem como os impactos causados às demais interferências a jusante*

Sistema de Controle de Balanço Hídrico - SCBH

- *Apresenta Relatórios de Análise, Mapas de Comprometimento (Individual e Coletivo), Recursos de Análise Coletiva de Interferências, Índices de Redução de Vazões, etc., utilizando como interface de interação o software Quantum GIS*
- *Aguarda implementação do módulo de balanço hídrico de Água Subterrânea, já em andamento*
- *Aguarda implementação do módulo de Diluição de Efluentes*

Sistema de Controle de Balanço Hídrico - SCBH

Enviar erros

RELATÓRIO DE ANÁLISE À MONTANTE
 Análise Coletiva de Comprometimento da Vazão de Referência
 #####

Parâmetros de disponibilidade

- Código do trecho em Análise : 1114224
- Área de Drenagem Total : 225090000,00 m²
- Volume acumulado a Montante : 342856447,08 m³
- Precipitação Média : 1523,20 mm
- Vazão de referência disponível : 1680,34 l/s
- Vazão de referência outorgável (50%) : 840,17 l/s
- Tipo de vazão utilizada : Q 90
- Fator de atenuação : Instantâneo

Comprometimento (Janeiro)

- Demanda a montante da interferência [D.M.I.] : 452,22 l/s
- Demanda da interferência [D.I.] : 5,56 l/s

RESULTADO

- Balanço hídrico
- Vaz. Out. - D.M.I. - D.I. >= 0 : 382,39 l/s

Comprometimento (Fevereiro)

- Demanda a montante da interferência [D.M.I.] : 450,87 l/s
- Demanda da interferência [D.I.] : 5,56 l/s

RESULTADO

Fechar

Redução de Vazões
 Percentual de Redução
 R.V. < 0% (Aumento de vazão)
 0% <= R.V. <= 20%
 20% < R.V. <= 40%
 40% < R.V. <= 60%
 60% < R.V. <= 80%
 80% < R.V. <= 100%

Interferências (Comprometimento da vazão)
 Interferências (Situação)
 Reserva hídrica comprometida
 Interferências (Características)

- △ B - Barramento
- ▲ BC - Barramento com captação
- △ BC - Barramento com captação
- ▲ BSR - Barramento sem regulação
- △ BSR - Barramento sem regulação
- C - Captação direta
- C - Captação direta/Transposição
- CB - Captação em barramento
- CB - Captação em barramento
- ◆ T - Transposição

Transposições

Cursos D'Água
 Comprometimento da Vazão de Referência

- Não classificado
- I.C. > 100%
- 50% < I.C. <= 100%
- 25% < I.C. <= 50%
- I.C. <= 25%

Fundão
 7612, 4940, 4898, 4903, 7390, 4919, 7275

778772 | Escala 1:50.000 | Renderizar | EPSG:32724



Sistema de Simulação e Análise de reservatórios - SSAR

- *Cooperação entre as Gerências GPRH e GGER, em 2015, para buscar soluções que oferecessem suporte à prospecção de locais ideais para instalação de barragens no Estado do Espírito Santo*
- *Simula as condições de instalação de uma barragem estimando o volume reservado, área do reservatório, impactos causados à obras de infraestrutura, projeções sobre o dimensionamento e posicionamento da barragem, parâmetros hidrológicos, etc.*

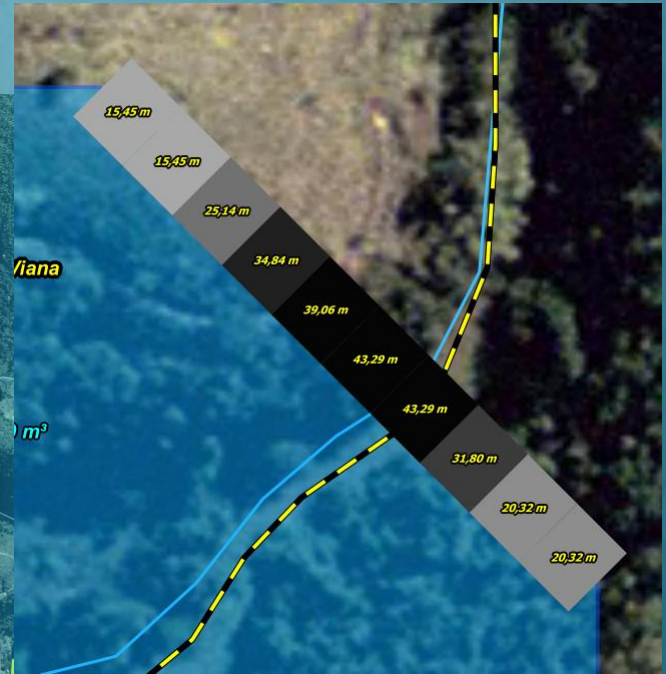


Sistema de Simulação e Análise de reservatórios - SSAR

- *Utiliza recursos da IHE e um MDT para determinação das cotas de inundação à montante do ponto de instalação da barragem*
- *Embora tenha apresentado resultados significativos, o SSAR encontra se em sua primeira versão de desenvolvimento e requer melhorias em alguns aspectos principalmente no que diz respeito à performance na obtenção dos resultados e melhoria na qualidade da base de dados cartográficos que utiliza*



Sistema de Simulação e Análise de reservatórios - SSAR



Área do Reservatório : 1.167.214,95 m²
Volume do Reservatório : 21.566.704,30 m³
Vazão de Referência (Q. Referência : Q 90) : 7.548,77 l/s
Relação Seção/Altura da Barragem : 4,05
Relação Volume do Reservatório/Área do Reservatório : 18,48 m³/m²
Relação Volume do Reservatório/Área da Seção da Barragem : 4.397,95 m³/m²
% da Relação Cap. Regularização/Q. Referência(Q 90) : 112,06% (8.458,88 l/s)
% da Relação Menor Reserva Hídrica/Q. Referência(Q 90) : 12,06% (910,10 l/s)
Intervenção - Rodovias : Estrada Municipal

Área do Reservatório : 1.167.214,95 m²
Volume do Reservatório : 21.566.704,30 m³
Vazão de Referência (Q. Referência : Q 90) : 7.548,77 l/s
Relação Seção/Altura da Barragem : 4,05
Relação Volume do Reservatório/Área do Reservatório : 18,48 m³/m²
Relação Volume do Reservatório/Área da Seção da Barragem : 4.397,95 m³/m²
% da Relação Cap. Regularização/Q. Referência(Q 90) : 112,06% (8.458,88 l/s)
% da Relação Menor Reserva Hídrica/Q. Referência(Q 90) : 12,06% (910,10 l/s)
Intervenção - Rodovias : Estrada Municipal



Situação Atual

- *IDE com foco principal na modernização e atendimento às demandas internas da instituição*
- *Outros serviços prioritários*
 - *Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação*
 - *Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA*
 - *Monitor de Vazões em Tempo Real*



Situação Atual

- *IDE com foco principal na modernização e atendimento às demandas internas da instituição*
- *Outros serviços prioritários*
 - *Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação*
 - *Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA*
 - *Monitor de Vazões em Tempo Real*



Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação

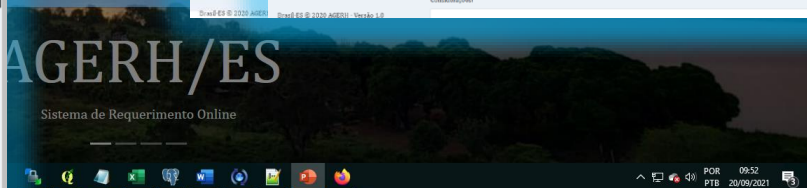
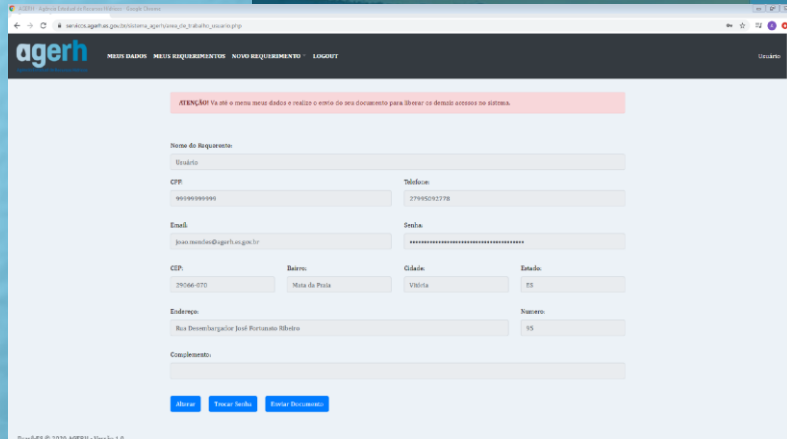
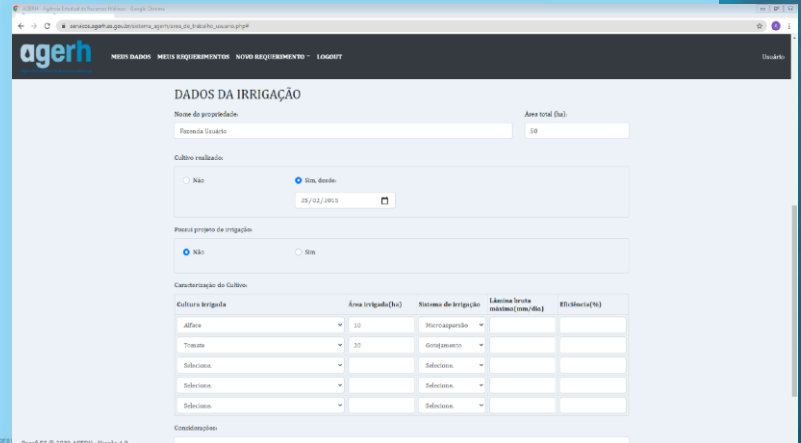
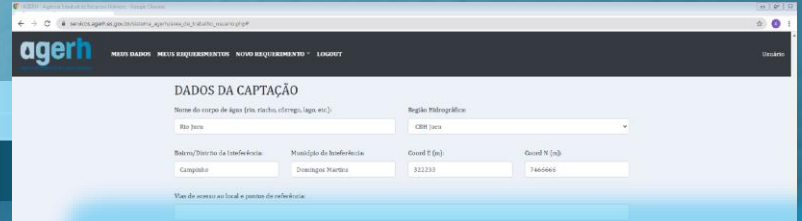
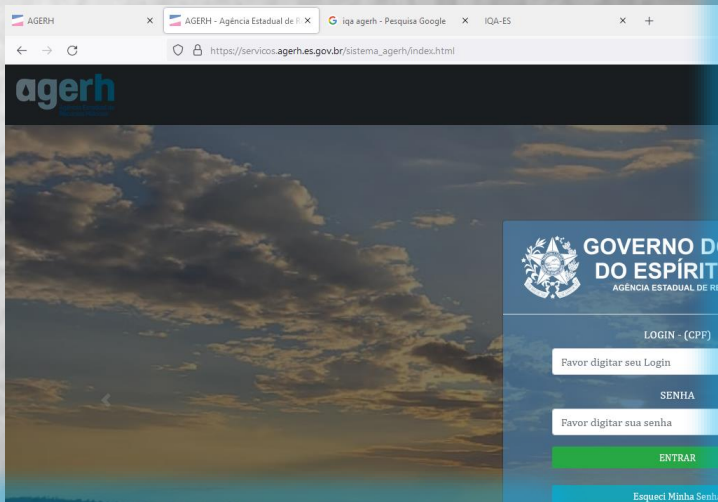
- Sistema desenvolvido especificamente para atendimento às solicitações de outorga em corpo hídrico superficial para finalidades de irrigação*
- Iniciativa impulsionada, em caráter de urgência, tendo em vista a previsão das consequências que a pandemia poderia trazer com relação ao acesso do requerentes à AGERH*
- Irrigação corresponde a uma grande parcela dos pedidos de outorga pelo uso da água no Estado do Espírito Santo*



Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação

- *Perspectiva de uma nova versão com componentes de pesquisa e análise espacial sofisticados bem como pré-análise de outorga a ser realizada de forma automática*

Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação



Situação Atual

- *IDE com foco principal na modernização e atendimento às demandas internas da instituição*
- *Outros serviços prioritários*
 - *Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação*
 - ***Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA***
 - *Monitor de Vazões em Tempo Real*



Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA

- Desenvolvido pelo Núcleo de TI, Geomática e Hidrologia juntamente com a equipe do Programa de Monitoramento de Águas Interiores da AGERH/ES*
- Permite o acesso dos usuários às informações sobre a qualidade da água nos pontos de monitoramento*
- Sistema de uso interno da AGERH porém logo em breve poderá ser acessado pelo público geral*



Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA

The screenshot displays the web application interface for the IQA system. It includes a navigation menu with options for Zoom, Dados, IQA, and Código. The main content area features a map of Cachoeira de Itapemirim, a bar chart titled 'Índice de Qualidade da Água (IQA)' showing monthly data for the 'Código do Ponto de Coleta: ITP1C050', and a table titled 'Dados de Qualidade das Águas Interiores'.

Índice de Qualidade da Água (IQA)
Código do Ponto de Coleta: ITP1C050
Corpo Hídrico: Rio Itapemirim
Bacia Hidrográfica: Itapemirim

Dados de Qualidade das Águas Interiores
Código do Ponto de Coleta: ITP1C050
Corpo Hídrico: Rio Itapemirim
Bacia Hidrográfica: Itapemirim

| DOO | SST | SDT | ST | NANO | NOZ | NOS | NPUJ | NT | CLT | Surf | Turb | Sab | PCd |
|--------|-------|------|-----|--------|--------|-------|-------|-------|-----|-------|--------|--------|-------|
| 5,000 | 16 | 74 | 90 | -0,010 | 0,010 | 0,85 | 1,14 | 2 | | -0,01 | 19,80 | 0,9 | 0,68 |
| -3,000 | +10 | -10 | +10 | -0,010 | -0,010 | -0,10 | +1,00 | 1,11 | | -0,01 | 10,20 | -0,050 | 0,26 |
| 8,00 | 22 | 62 | 84 | -0,010 | -0,010 | 0,81 | +1,00 | 1,82 | | -0,01 | 27,25 | -0,050 | 0,41 |
| 8,00 | 37 | 45 | 82 | 0,000 | 0,023 | 0,74 | +1,0 | 1,763 | | -0,01 | 30,17 | -0,05 | -0,02 |
| 8,00 | +10 | 37 | 42 | 0,100 | 0,055 | 0,44 | 1,4 | 1,895 | | -0,01 | 15,79 | -0,05 | 1,31 |
| +3,00 | 11 | 47 | 58 | 0,020 | 0,060 | 1,21 | +1,0 | 2,27 | | 0,31 | 5,25 | 0,06 | -0,02 |
| 11,00 | 43 | 125 | 188 | 0,100 | 0,040 | 0,93 | +1,0 | 1,97 | | -0,10 | 24,4 | -0,05 | 0,17 |
| 7 | +10 | 50 | 54 | 0,350 | 0,023 | 0,70 | +1,0 | 1,12 | | -0,10 | 8,7 | -0,05 | 0,16 |
| 16,00 | +10 | 83 | 86 | -0,015 | -0,015 | -0,23 | +1,0 | 1,245 | | -0,10 | 24,1 | -0,05 | -0,02 |
| 5,00 | 57 | 171 | 226 | +0,015 | +0,015 | -0,23 | 1,0 | 1,25 | | -0,10 | 7,0 | -0,05 | -0,02 |
| 12,00 | 56 | 180 | 236 | -0,015 | -0,02 | 0,41 | 1,6 | 2,03 | | -0,10 | 15 | -0,05 | 0,11 |
| 12,00 | 116 | 324 | 450 | -0,015 | 0,031 | 0,30 | 1,6 | 1,991 | | -0,01 | 211,7 | -0,05 | 0,96 |
| 22,00 | 83 | 51 | 134 | -0,015 | -0,015 | 0,65 | +1,0 | 1,985 | | 0,02 | 112,5 | -0,05 | 0,15 |
| 11,00 | -10,0 | 73,5 | 78 | 0,18 | 0,015 | 2,15 | 3,865 | 6 | | -0,01 | 444,2 | -0,05 | 0,570 |
| 12,00 | -10,0 | 43,0 | 40 | 0,03 | 0,015 | 0,73 | +1,0 | 1,745 | | 0,05 | 1076,3 | -0,05 | 0,240 |



Situação Atual

- *IDE com foco principal na modernização e atendimento às demandas internas da instituição*
- *Outros serviços prioritários*
 - *Sistema Online para Requerimento de Outorga para Irrigação*
 - *Sistema de Informações Sobre a Qualidade das Águas Interiores – IQA*
 - ***Monitor de Vazões em Tempo Real***

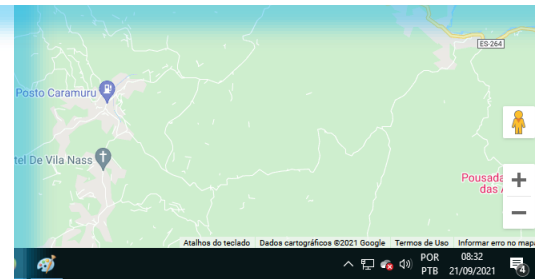
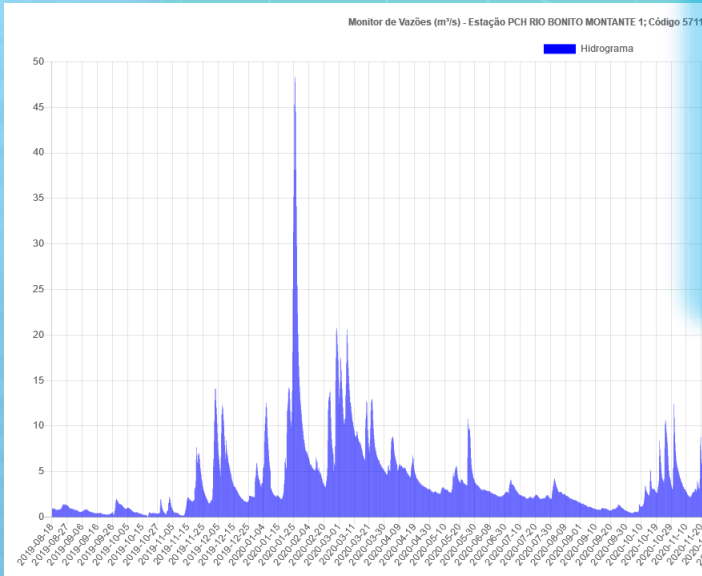
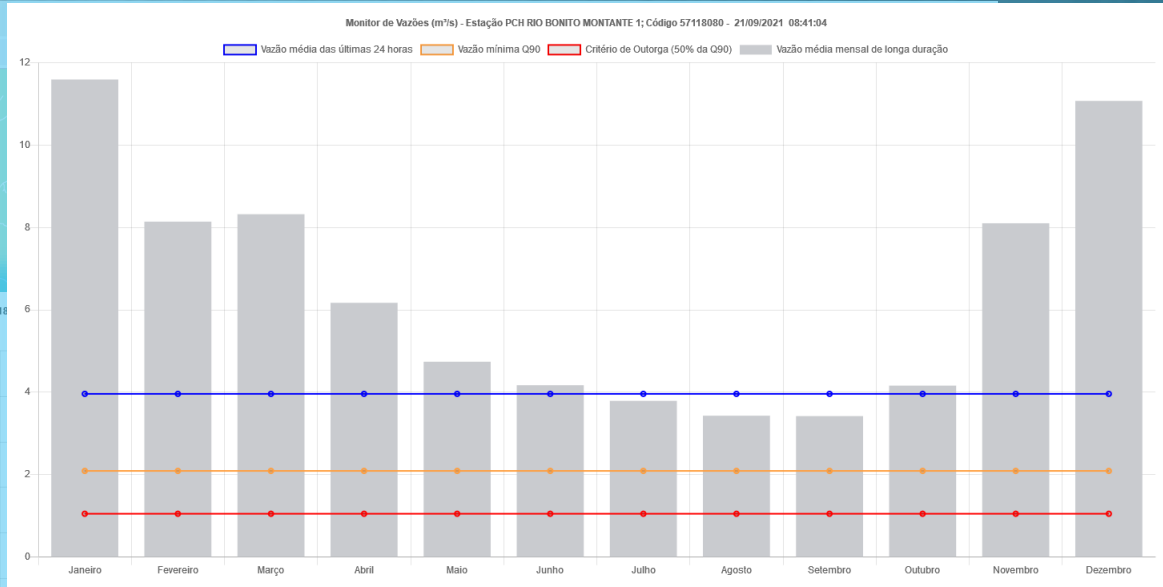
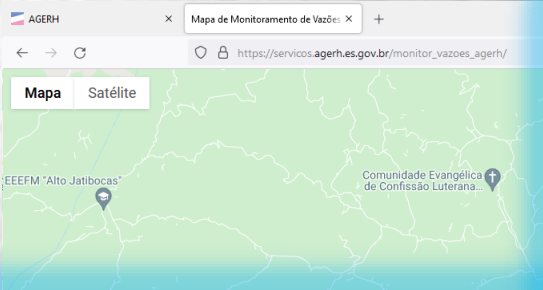


Monitor de Vazões em Tempo Real

- *Desenvolvido pelo Núcleo de TI, Geomática e Hidrologia por solicitação da equipe de Gerenciamento da Rede Hidrometeorológica da AGERH/ES*
- *Permite o acesso dos usuários à situação de disponibilidade hídrica, em tempo real, nas estações de monitoramento do estado, incluindo dados disponibilizados pela ANA através de um Webservice*
- *Sistema de uso interno da instituição que ainda se encontra em fase de desenvolvimento com a perspectiva de se incluir os dados das estações de monitoramento da própria AGERH*



Monitor de Vazões em Tempo Real



Projetos e Perspectivas Futuras

- *Cadastro Geral de Usos e Usuários de Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo*
- *SSRB: Sistema de Simulação de Rompimento de Barragens*
- *Sistema de Simulação de Inundação por Eventos Climáticos Extremos*
- *Portal de serviços da AGERH para acompanhamento de processos, disponibilização integrada de informações, etc.*



Obrigado !

