

SISTEMA DE APOIO À GESTÃO ¹

Cicero Romão Cavati ²
Ticiane Mazzei Ottoni ³

Resumo

Este trabalho apresenta o desenvolvimento e uma aplicação do Sistema de Apoio à Gestão Ambiental denominado SAGA, para fins de avaliação da Qualidade do Ar, quando na presença de poluentes registrados através de rede física ou de poluentes observados através de rede de percepção, de forma direta ou indireta respectivamente, no meio ambiente. Desde o surgimento da Teoria de Conjuntos Difusos -TCD em 1965, que trata adequadamente a imprecisão da informação, representa o conhecimento e estabelece correlações entre parâmetros de diferentes dimensões e natureza, muitas áreas vêm tendo as suas aplicações, usando TCD, de forma generalizada. Este trabalho mostra uma aplicação prática da TCD no meio ambiente. Na TCD, a representação do conhecimento é feita de forma natural, constituindo o SAGA numa ferramenta avançada para que se possa realmente fazer avaliação da qualidade do ar em função da sua complexidade. O SAGA, portanto, pode ser visto como instrumento apropriado para representar melhor as condições em que se encontra o ar que verdadeiramente respiramos. Os resultados desta aplicação são expressos por um Índice de Satisfação da Qualidade do Ar (ISQAR) e que pode ser visto como o aperfeiçoamento ou o avanço do conhecido IQA – Índice de Qualidade do AR. O SAGA é uma moderna ferramenta de apoio à tomada de decisão desenvolvida em versão WEB, utilizando linguagem ASP, para a Gestão Ambiental, a qual pode ser utilizada na ajuda quando da definição de políticas ambientais ou na avaliação de projetos ambientais ou até mesmo na verificação dos impactos ambientais. Portanto, o ISQAR pode vir a ser utilizado como um indicador de satisfação da qualidade do ar.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Qualidade do ar

¹ *Contribuição técnica apresentada no 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ*

² *Professor Dr. em Engenharia Elétrica - Automação pelo Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Tecnológico da UFES - Cavati@ele.ufes.br*

³ *Engenheira de Computação pelo Departamento de Informática do Centro Tecnológico da UFES - ticianemfo@hotmail.com*

1 INTRODUÇÃO

A poluição atmosférica é um fenômeno decorrente principalmente da atividade humana em vários aspectos, dentre os quais podemos destacar: o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e econômico, a concentração populacional e industrial e os hábitos da população, fazendo-se necessário à adoção de medidas de controle e monitoramento da poluição do ar.

A poluição atmosférica pode ser definida, como a presença ou lançamento no ambiente atmosférico de substâncias em concentrações suficientes para interferir direta ou indiretamente com a saúde, segurança e bem estar do homem, ou com o pleno uso e gozo de sua propriedade.

Atualmente este tipo de poluição não são apenas geradas pelas atividades industriais, mas também pelos veículos, cujas emissões tem sido controladas em vários países na busca da melhoria da qualidade de vida de suas populações. Exemplos dessas emissões provenientes dos escapamentos dos veículos, na forma de gases: monóxidos de carbono, hidrocarbonetos, óxidos de nitrogênios, óxidos de enxofre e material particulado (micropartículas que ficam em suspensão na atmosfera).

Os padrões de qualidade do ar são conforme os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar (Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/1990). Existem dois tipos: **Padrões Primários e Secundários**. Os Padrões Primários de qualidade do ar que são as concentrações de poluentes que se ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Estes padrões podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. Os Padrões Secundários de qualidade do ar são as concentrações de poluentes atmosféricos, abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como representam o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Estes padrões podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se meta em longo prazo. Para fazer averiguação desses padrões numa região de interesse, faz-se necessário realizar o monitoramento da qualidade do ar, utilizando-se redes fixas e/ou de percepções.

1.1 Rede de Percepção de Odor (RPO)

RPO é uma rede de monitoramento de odor formada geralmente por pessoas residentes na comunidade circunvizinha, por exemplo, de um certo empreendimento e localizada na área de influência do odor emitido pelo mesmo. Os principais objetivos da RPO são: a) fazer uma avaliação, da resposta fisiológica do sistema olfativo, para uma mistura particular de gases odorantes (do ponto de vista da intensidade, limite olfativo, qualidade e nível de agrado do odor) [Technical Guidance, 2002]; ou b) efetuar uma avaliação, de um processo industrial, baseada na resposta do sistema olfativo de pessoas, que necessite monitorar o desempenho de seus equipamentos de controle de odor ao longo do tempo, de modo a verificar se os mesmos atendem à legislação ambiental na área externa de suas instalações [Zurita, 1998].

Geralmente o odor é detectado inicialmente por meio de denúncias ou queixas da comunidade que consideram os níveis de odor inaceitáveis e desagradáveis. O nível de agrado do odor é uma das propriedades de odor de difícil quantificação e depende da percepção de cada pessoa [Odour Methodology Guideline, 2002].

A área de influência de uma POR é a área influenciada ou impactada pelas emissões de odor da fonte em estudo e pode, então, ser definida, por exemplo, a partir de: modelagem ou pesquisa de opinião, sendo o SAGA é uma ferramenta apropriada para este tipo de interesse.

Segundo Rafson, as respostas humanas à sensação de odor podem ser caracterizadas por quatro fatores independentes, tais como: 1º.) Intensidade; 2º.) Qualidade ou tonalidade da sensação de odor; 3º.) Nível de agrado do odor; e 4º.) Limite de percepção ou detecção.

A Unidade de Odor (UO) é igual a um volume de odor diluído para o limite de percepção e cuja dimensão é uma unidade de volume (ft³, m³ ou equivalente).

Os Níveis de degradação ou desagradado do odor pode ser desenvolvido pelo menos em dois tipos: Inaceitáveis ou desagradáveis.

Quanto a intensidade, pode-se ter três faixas: desagradável, muito desagradável e insuportável.

Outros aspectos importantes a considerar são os horários de ocorrência e as suas durações.

A Determinação da Intensidade de Odor, segundo a metodologia da Norma Alemã de Olfactometria (Odour Methodoly Guideline), é dada em seis níveis, sendo um deles classificado como imperceptível.

Pelo exposto, nota-se que é fundamental se ter uma metodologia adequada como a expressa no SAGA para apreciação dessas informações provenientes das RPO e o seu conseqüente tratamento juntamente com os dados eminentes da Rede Física.

1.2 Rede de Percepção de Poeira (RPP)

A concepção de RPP é geralmente comunitária e tem o envolvimento participativo da população nas ações de monitoramento e controle da qualidade do ar. A medição da concentração de poeira sedimentável pode ser realizada através do uso de jarro coletor de poeira, instalado em locais definidos pela comunidade envolvida. Os jarros coletores são expostos por um período, geralmente de trinta dias, após o qual são recolhidos e encaminhados ao laboratório para quantificação e qualificação.

1.3 Rede Física (RF)

As fontes fixas de poluentes estão enquadradas nas atividades industriais potencialmente poluidoras instaladas em uma região, tais como: siderurgia, pelletização, pedreira, cimenteira indústria alimentícia, usina de asfalto e outros. Enquanto que as fontes móveis se concentram basicamente nos automóveis.

É desejável que seja feito o monitoramento automático, que visa medir continuamente os níveis da qualidade do ar, possibilitando uma ação mais rápida e altamente eficaz no controle e na fiscalização.

As principais fontes e efeitos dos poluentes atmosféricos, as quais é desejável conhecer o seu comportamento e quantificá-los são: PTS; PM10; SO2; NO2; CO; e O3. Além disso, para viabilizar a análise da qualidade do ar, a RF deve ser instalada contendo várias estações. A RF deve também realizar o monitoramento dos seguintes parâmetros meteorológicos: Direção e Velocidade dos Ventos; Precipitação Pluviométrica; Umidade Relativa do Ar; Temperatura; Pressão Atmosférica e Radiação Solar.

2 TEORIA DOS CONJUNTOS DIFUSOS

Tanto nas RPO como nas RPP, alguns parâmetros podem apresentar dificuldade na sua mensuração e até mesmo na sua qualificação, tendo em vista que as informações têm origens baseadas em percepções. Assim, para tratar dados ou informações provenientes de redes de percepções há necessidade de utilizar modelos matemáticos apropriados e a TCD é a indicada quando estes aspectos estão presentes.

A TCD disponibiliza modelos mais apropriados para o tratamento da informação imprecisa e vaga além de modelar e processar conhecimento. Os modelos apoiados na TCD, diferentemente dos modelos apoiados na Teoria de Probabilidade e Estatística (TPE), têm por objetivo permitir graduações na pertinência de um elemento a uma dada classe, ou seja, de possibilitar a um elemento pertencer com maior ou menor intensidade àquela classe (Zadeh, 1965). Basicamente, isso se faz quando o grau de pertinência de um elemento de um conjunto passa a ser dado por um valor no intervalo dos números reais $[0,1]$.

2.1 Grau de Pertinência

Um conjunto difuso pode ser definido como aquele em que não há uma diferenciação clara entre o fato de seus elementos pertencerem ou não a ele. Zadeh (1965), descreveu esse tipo de conjunto como: Seja x um elemento qualquer de um conjunto X . Um conjunto difuso A , contido em X , é um conjunto de pares ordenados.

$$A = \{(x, \mu_A(x))\}, x \in X, \quad (1)$$

Onde o valor $\mu_A(x)$, chamado *grau de pertinência*, associa a cada elemento em X um número real contido no intervalo $[0,1]$, de modo que, se $\mu_A(x) = 1$, x pertence decididamente ao conjunto A , e se $\mu_A(x) = 0$, x , com certeza, não pertence a ele. Valores intermediários de $\mu_A(x)$ indicam a medida de possibilidade de x estar contido no conjunto A . Em geral, o grau de pertinência pode ser representado por valores discretos ou funções de pertinência.

3 ESTRUTURA DO SAGA

O SAGA é um Sistema WEB de Apoio a Gestão Ambiental que tem como objetivo ser uma ferramenta de auxílio à análises ambientais. Como a maioria dos sistemas de gestão, o SAGA consiste no recebimento de dados, em processamento destes dados e na produção de saídas. Além do recebimento de dados, o SAGA admite a possibilidade de receber também informações precisas ou vagas, pesquisa de opiniões bem como representar conhecimento, utilizando tanto entradas quantitativas como qualitativas, de forma natural. A Figura 1 mostra, de forma resumida, a concepção do SAGA. A principal característica do SAGA não é tratar grande quantidade de massa de dados para fins de avaliação de sua frequência, mas sim para emitir diagnóstico, fazer análise ou proporcionar obtenção de direcionamento de tendência ou ainda apontar viabilidade de tomada ou não de decisão.

Uma das grandes desvantagens dos sistemas convencionais de gestão é que a sua utilização requer que os dados de entrada sejam quantificados o que, em algumas situações, pode se tornar uma tarefa difícil e inviável.

Um ponto diferencial do SAGA está na capacidade de adicionar dados qualitativos (informações perceptivas) às suas análises, ajudando a produzir resultados compatíveis com a realidade, mesmo quando não é possível quantificar as informações necessárias. Assim, os aspectos intuitivos ou subjetivos, bem como opiniões de especialistas podem ser facilmente incorporados no SAGA. O tratamento de todos os dados, de informações e de conhecimento é feito de forma natural, da mesma forma que são feitas as operações algébricas conhecidas da matemática tradicional, utilizando-se em seu lugar, no entanto, a TCD. Outras vantagens do SAGA residem nas condições de representação do conhecimento e na capacidade de inferência de novos conhecimentos.

No SAGA há três tipos de entradas, a saber: as **variáveis** que precisam ser analisadas (quantificadas ou qualificadas) para gerar o resultado; os **dados** relativos a estas variáveis que vão quantificá-las ou qualificá-las, e finalmente as **regras** que irão relacionar os dados e as variáveis com a saída desejada.

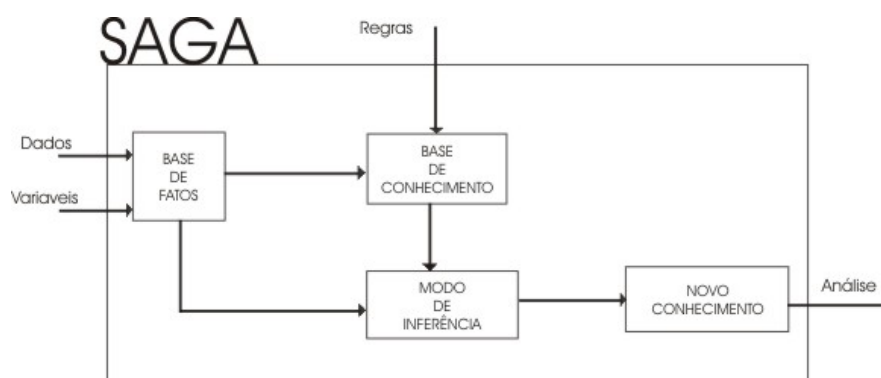


Figura 1. Estrutura do SAGA

3.1 Módulo de Base de Fatos

As variáveis são usadas para representarem grandezas, parâmetros ou dimensões, as quais serão submetidas à entrada de dados ou de informações, que o sistema necessita, para gerar resultado, por isto, estas serão escolhidas por um especialista que entenda do assunto que está sendo analisado. Estas variáveis podem ser de três tipos: a) Quantitativas - São aquelas relativas à entrada de dados mensuráveis. b) Qualitativas - São aquelas relativas à entrada de dados não mensuráveis, ou seja, referem-se as informações subjetivas, geralmente coletadas por percepções provenientes da visão, da audição ou do olfato, mas que traduzem ou expressam uma idéia qualitativa; e c) De Pesquisa - São as relativas à entrada de dados não mensuráveis, opiniões, observações ou argumentações, sendo estes dados compostos por várias informações que juntas caracterizaram a variável. Estas variáveis podem ser acompanhadas de seus graus de confiança e de sua solidez quanto à aceitação segura ou intuitivas da resposta à questão selecionada. Assim, como este tipo de variável envolve questões que devem ser respondidas, esta variável também pode ser chamada de variável tipo formulário.

Os Dados são as entradas dos usuários para as variáveis do sistema. São eles que vão dar o sentido de quantificação ou qualificação aos diversos tipos de variáveis. O interessante é que para utilizar o sistema, o usuário não precisa ser um especialista, ele necessita apenas de inserir os dados medidos ou observados. Os dados são obtidos pela RF quando a região possui ou não uma rede de monitoração automática.

O tipo do dado depende do tipo de variável à qual este se refere. Se a variável for quantitativa, o usuário deverá entrar com um número (valor). Se for qualitativa, o usuário terá que escolher dentre algumas opções, disponibilizadas de qualificadores, aquela que melhor representa esta variável e, finalmente, se a variável for de pesquisa o usuário não fornecerá nenhum dado ou valor direto ao sistema. Neste caso, o usuário responderá a um formulário contendo questões e as respostas dadas constituirão em dados de entrada. A Figura 2 ilustra as diversas entradas do SAGA.

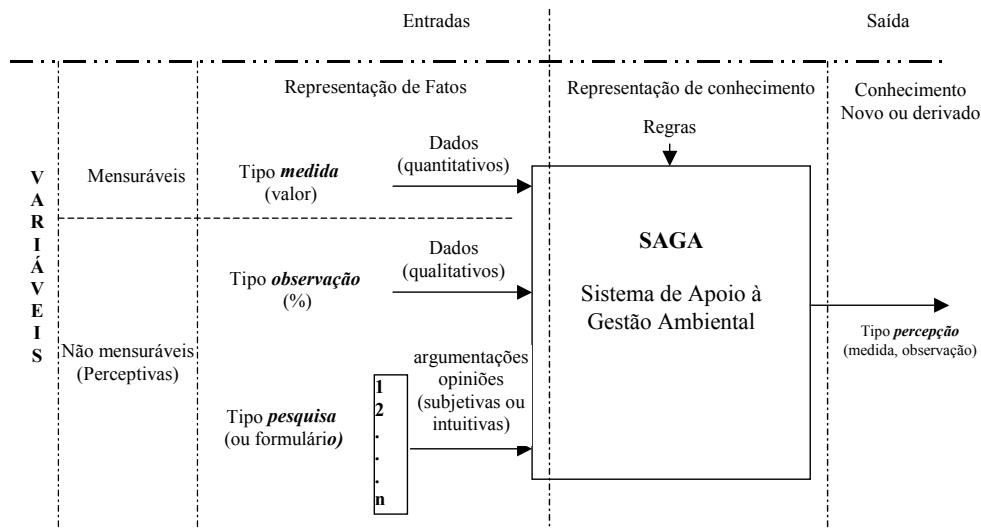


Figura 2. O SAGA

3.2 Módulo de Base de Conhecimento

Tendo os dados do usuário, faz-se necessário analisá-los de forma a produzir a resposta para o sistema. Para isso, é preciso ter conhecimento sobre o que está sendo analisado. Este conhecimento é representado através das regras que relacionam as variáveis de entrada com a variável de saída. Estas relações formam a Base de Conhecimento do sistema, ou seja, representa o que o programa sabe sobre o assunto.

3.3 Módulo de Máquina de Inferência

Após ter sido conFigurado os tipos de variáveis e o conhecimento no SAGA, faz-se necessário aplicar os dados nas entradas para produzir a saída esperada. Para isso, utiliza-se o Sistema de Inferência Fuzzy (SIF) que é baseado em Lógica Fuzzy. É este sistema SIF que torna possível o uso de informações qualitativas nas análises feita pelo SAGA.

3.4 Módulo de Novo Conhecimento

Cada resultado produzido pelo SIF é um novo conhecimento adquirido pelo sistema. Este conhecimento é a saída no SAGA. A Figura 3 mostra a interface principal do SAGA, a qual está sendo utilizado atualmente para obtenção de índice de satisfação da qualidade do ar e da água, utilizando dados e informações proveniente de rede física e de rede de percepção.

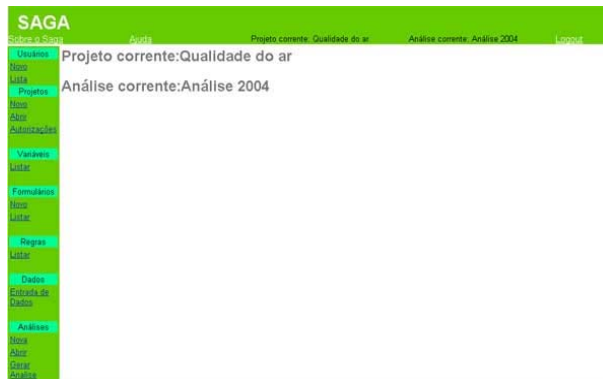


Figura 3. Interface do Módulo Administrador do SAGA

A Figura 4 mostra como se utiliza as variáveis tipo formulário para incorporar as informações qualitativas na composição do índice de satisfação.



Figura 4. Interface de questões do formulário do SAGA

4 METODOLOGIA

4.1 Índice de qualidade do Ar (IQA)

Os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar são conhecidos pela Resolução CONAMA nº 03/90. O Padrão Primário de qualidade do ar são as concentrações de poluentes presentes no ar que, ultrapassados, poderão afetar a saúde da população, enquanto que o Padrão Secundário de qualidade do ar são as concentrações de poluentes das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Baseado no padrão primário, foi criado o índice de qualidade do ar (IQA) que é subdividido em faixas de concentrações para cada poluente. Essas faixas são classificadas por cores que indicam os efeitos que os poluentes causam à saúde humana, e tempo de exposição, subdividindo em intervalos calculados pelas médias móveis das últimas 24h para os poluentes (PTS, PM10 e SO₂), 1h para os poluentes (NO₂ e O₃) e 8h para o (CO). A classificação dos Índices de Qualidade do Ar é baseada em estudos feitos pela Agência de Proteção Ambiental Americana - EPA. A utilização de IQA's atende e contempla a resolução CONAMA Nº 03 de 28 de junho de 1990.

As diversas formas de cálculos de IQA não são tratadas explicitamente aqui neste trabalho uma vez que o principal interesse está na obtenção do ISQAR, conforme procedimentos mostrados nas Figuras 2 e 3.

4.1.2 Fatores que influenciam o IQA

a) Meteorologia

A qualidade do ar de uma determinada região está diretamente relacionada com as fontes de emissão e com as condições meteorológicas, tais como: direção e velocidade de vento, precipitação pluviométrica, umidade relativa, pressão atmosférica, radiação solar e temperatura. A variação desses fatores meteorológicos na atmosfera dificulta ou facilita a dispersão dos poluentes presentes na mesma. Devido a esse comportamento de mudanças nos fatores meteorológicos, torna-se necessário correlacionar os resultados obtidos de concentração de poluentes do monitoramento com os dados meteorológicos.

Desta forma, mesmo mantidas as emissões, a qualidade do ar pode mudar em função das condições meteorológicas que determinam uma maior ou menor diluição dos poluentes. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera vai definir o nível de qualidade, que determina por sua vez o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores.

b) Atividades Humanas

A poluição atmosférica é um fenômeno decorrente principalmente da atividade humana em vários aspectos - entre os quais podemos destacar: o crescimento populacional, o desenvolvimento industrial e econômico, a concentração populacional e industrial e os hábitos da população.

4.1.3 Aspectos no Cálculo do IQA.

Através da concentração média do pior poluente, de cada estação, no dia, é feito um cálculo para a determinação do IQA. Cada poluente utiliza um tempo de monitoramento diferente para o cálculo do IQA. Logo, a quantidade de concentrações utilizadas para o cálculo da média variará de acordo com o poluente. O IQA do dia é calculado às 16:00, desta forma, para calcular o IQA do SO₂ de um certo dia são necessárias concentrações deste poluente das 16:00 do dia anterior até as 16:00 do dia requerido. Para calcular o IQA do CO de um certo dia são necessárias as concentrações deste poluente das 8:00 da manhã até as 16:00 do mesmo dia. Seguindo este padrão, depois de obtidos o IQA diário de cada poluente, de todas as estações, o pior IQA encontrado será o IQA do dia. Dada a concentração de um poluente.

4.1.4 Modelagem do SAGA para ISQAR

São propostas 4 modelagens para o ISQAR. A primeira é baseada apenas nos 6 poluentes especificados pela resolução CONAMA Nº 03/90, originados da rede física. As modelagens seguintes também utilizam dados dos 6 poluentes mas com a adição de outros fatores originados da rede de percepção, como dados meteorológicos, odor e a intensidade das atividades humanas na região.

a) Modelagem 1 - Apenas poluentes

Foram criadas 7 variáveis, uma para cada poluente e uma para o ISQAR, cada uma delas possui 6 partições (Bom, Regular, Inadequado, Má, Péssimo e Crítico).

b) Modelagem 2 - Poluentes e Meteorologia

Além das variáveis utilizadas na modelagem 1 foi adicionada uma variável de pesquisa com o objetivo de refletir as condições meteorológicas.

c) Modelagem 3 - Poluentes e Atividades humanas

Esta adiciona a variável de pesquisa Atividades Humanas à modelagem 1.

d) Modelagem 4 - Poluentes e Odor

Esta modelagem insere uma variável Odor, qualitativa, à modelagem 1.

5 RESULTADOS

Para exemplificar o uso de cada uma das modelagens, foi escolhido o conjunto de concentrações medidas pela RAMQAr (rede automática de monitoração da qualidade do ar da Grande Vitória) no dia 01/06/2005. O IQA deste dia foi qualificado como Bom com o valor aproximado de 43,11. As concentrações dos poluentes utilizadas em todas as modelagens são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Concentrações dos poluentes utilizadas como exemplo.

Poluente	Concentração [mg/m3]	Poluente	Concentração [mg/m3]
PTS	60,9(média 24hs)	NO₂	50 (média 1h)
PM10	43,3 (média 24hs)	O₃	31,6 (média 1h)
SO₂	17,2 (média 24hs)	CO	2957,4 (média 8hs)

a) Modelagem 1

Esta modelagem considera apenas as concentrações dos 6 poluentes. Para este caso, o seguinte resultado foi gerado pelo SAGA:

ISQAR: 53,8 Qualificação: Regular Confiança: 57,64%

Observando-se o IQA calculado pela “RAMQAr” e o obtido ISQAR pelo SAGA percebe-se que não só estes valores são diferentes, como eles representam diferentes qualificações. O primeiro é qualificado como Bom, e o segundo é qualificado como Regular, mas ambos valores encontram-se próximos ao limite entre Bom e Regular (IQA=50). Uma observação importante a ser feita é em relação à confiança que é baixa, indicando que as concentrações dos poluentes podem sofrer algum aumento e o IQA ainda será classificado como Regular. Um outro fato a ser avaliado é que o SAGA utiliza dados de todos os poluentes para obter o ISQAR e não apenas daquele que representa uma pior qualidade do ar, como é feito atualmente com o IQA.

b) Modelagem 2

Para mostrar como a condição meteorológica pode influenciar no IQA, suponha que o usuário do SAGA tenha respondido o formulário de forma a relatar uma condição climática . O resultado obtido foi:

ISQAR:95,9 Qualificação: Regular Confiança: 72,1%

Diante deste resultado observa-se que apesar de mantida a qualificação, o ISQAR sofreu um aumento significativo (de 53,8 para 95,9), aproximando-se da qualificação Inadequado. Esta alteração é esperada já que condições favoráveis tentem atenuar a concentração dos poluentes mascarando a real quantidade destes na região onde a análise está sendo feita. Mesmo tendo uma grande importância nas análises da qualidade do ar, atualmente apenas quatro das oito estações da “RAMQAr” monitoram as condições meteorológicas da Grande Vitória sendo que apenas uma delas monitoram todos os fatores citados.

c) Modelagem 3

Esta modelagem tem o objetivo de mostrar a influência das Atividades Humanas na região onde está sendo feita a análise do ar. Supondo que na área onde se está analisando a qualidade do ar haja uma intensa atividade industrial e que o usuário do SAGA tenha passado esta informação através das respostas que deu às perguntas de do formulário. Mantendo os mesmos dados dos poluentes e

adicionando as informações sobre as Atividades Humanas na região, foi obtido o seguinte resultado:

ISQAR: 90

Qualificação: Regular

Confiança: 80%

Este resultado é compatível com a realidade já que em áreas de grande concentração de indústrias e veículos, por exemplo, é difícil se manter uma boa qualidade do ar.

d) Modelagem 4

Esta modelagem leva em consideração, além dos poluentes utilizados na modelagem 1, o parâmetro odor que pode ser percebido quando há significativas concentrações de SO₂ e CO, por exemplo. Supondo que haja um leve odor de monóxido de carbono e que o usuário tenha qualificado este odor como Baixo 70%. O resultado gerado pelo SAGA para esta situação foi:

ISQAR: 89,1

Qualificação: Regular

Confiança: 81,2%

Como o nível de percepção do Odor é baixo, a qualificação Regular reflete bem este fato, pois indica que a qualidade do ar na região onde esta informação foi obtida não está boa.

Vale a pena ressaltar que o objetivo do SAGA não é gerar valores de IQA iguais aos calculados pela "RAMQAR", e sim valores de ISQAR, que são resultados de uma nova forma de análise de satisfação da qualidade do ar.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou a proposta de um Sistema de Apoio à Gestão Ambiental – SAGA, que possibilita a adição de informações qualitativas aos dados quantitativos. Diante dos resultados práticos obtidos, pode-se concluir que o SAGA é capaz de exercer esta função gerando resultados compatíveis com a realidade do ambiente. Quanto maior for o conhecimento do especialista inserido no SAGA, melhor será o resultado gerado, refletindo a satisfação ou não do ambiente em questão. Além de poder ser utilizado nos casos descritos neste trabalho, o SAGA pode auxiliar na execução de auditorias, avaliação de impacto ambiental e em outros casos relativos ao meio ambiente, tais como na análise das condições do solo e da água.

REFERÊNCIAS

- 1 Zadeh, L.A., 1965, Fuzzy Sets. Information and Control. vol. 8, 338-353
- 2 Cavati, C. R., 2003, A Decisão Inteligente e seus Estilos, Anais do XXV SBPO Simpósium Brasileiro de Pesquisa Operacional, Em CD, Natal.
- 3 Cavati, C. R., 2003, Sistemas Inteligentes de Apoio à Decisão. Revista Engenharia Ciência & Tecnologia, CT-UFES, Ano 6, vol. 06 - Número 4 Julho/Agosto, 43-49.
- 4 Cavati, C.R., A Gestão do Conhecimento na Engenharia da Manutenção Inteligente, Revista da Abraman, Out. 2003.
- 5 Cavati, C. R. A Evolução da Manutenção e os SIAD's. 2º. Congresso Mundial de Manutenção. 12-17/09 – 2004.
- 6 Technical Guidance Note – IPPC H4 – outubro de 2002 – Elaborado em conjunto com as agências Inglesa (EA), Escocesa (SEPA) e da Irlanda do Norte (NIEHS).
- 7 Zurita, Manuel Luiz Leite – Avaliação de Odor Gerado por Fonte Estacionária através de um Painel de Monitores – UFRS, out/1998.
- 8 Odour Methodoly Guideline – Depto de Proteção Ambiental da Austrália; da Austrália; março – 2002.
- 9 Rafson, Harold J.- Odor and VOC Control Handbook; Ed Mac Graw Hill – 1998.