



O Mapa de Ruído como Ferramenta de Gestão Ambiental na Indústria

Luís Conde Santos and Paulo Valério

Grupo Absorsor, Taguspark - Edifício Tecnologia I, n.º 11,2780-920, Oeiras, Portugal, www.absorsor.pt

RESUMO: Actualmente, muitas empresas industriais procuram implementar sistemas de gestão ambiental, tipicamente no âmbito de processos de certificação ambiental (ISO14000, EMAS) ou de processos de licenciamento industrial, sendo frequentemente a componente ruído uma daquelas em que se afigura mais difícil evidenciar o cumprimento dos requisitos aplicáveis. Em situações industriais complexas e/ou em que existem múltiplas fontes de ruído em presença, torna-se impossível obter dados conclusivos a partir das tradicionais técnicas de medição de ruído.

Esta comunicação descreve a aplicação de técnicas de mapeamento de ruído a instalações de tipo industrial de grande dimensão (uma central de produção de energia e uma unidade cimenteira), ilustrando as potencialidades decorrentes da sua integração em sistemas de gestão ambiental e da sua utilização, quer em fase de projecto de novas instalações, quer para a concretização de planos de redução de ruído em instalações existentes.

Partindo do levantamento de dados das principais fontes sonoras e objectos reflectores e difractores, bem como dos dados altimétricos do local e dos receptores sensíveis existentes, é elaborado um modelo acústico que permite hierarquizar as fontes de ruído segundo a sua contribuição para o ruído global, bem como analisar cenários de intervenção correctiva e otimizar o investimento na redução do ruído.

ABSTRACT: In our days, many industrial companies are implementing environmental management systems, typically in the framework of environmental certification processes (ISO14000, EMAS) or for licensing purposes. Noise often is one of the environmental components where it seems more difficult to guarantee a full compliance with legal limits. In complex industrial situations and/or in multi-source environments, it becomes impossible to obtain conclusive data from noise measurement conventional techniques.

This paper describes the application of noise mapping techniques to large industrial sites (a power plant and a cement industry installation), showing the potential of its integration in environmental management systems and of its use, both at the design stage as well as for noise reduction plans of existing installations.

Starting from the collection of main noise sources data, reflecting and diffracting objects, cartography of the area around the site and identification of sensitive immission points, an acoustic model is built which allows for noise source ranking, according to its contribution to the total noise, as well as compare different noise control scenarios, thus enabling one to optimize the investment in noise control measures.

1. INTRODUÇÃO

As avaliações de impacte sonoro "tradicionais" em torno de uma instalação industrial recorrem a amostragens de ruído de curta duração, num número limitado de pontos de uma dada zona. No entanto, a experiência tem demonstrado que, frequentemente e sobretudo no caso de situações de grande dimensão e complexidade, esta abordagem não permite obter resultados muito fiáveis nem uma visão clara do real impacte sonoro. Além disso não fornece geralmente informação suficiente para a tomada de decisão quanto às medidas minoradoras a implementar - pois não permite identificar e classificar fontes de ruído - nem possibilita uma previsão dos resultados expectáveis de uma determinada intervenção correctiva.

Outro aspecto a ter em conta consiste na dificuldade que as avaliações "tradicionais" têm em apresentar resultados de fácil leitura por não especialistas. Tal facto dificulta a comunicação efectiva dos resultados de medidas minoradoras do ruído aos potenciais interessados, como a comunidade envolvente, organismos estatais, autarquias, organizações ambientalistas, etc., não potenciando devidamente os efeitos dessas medidas na imagem da organização.

O desenvolvimento de técnicas de modelação da emissão e propagação sonora permitem hoje em dia modelar, com boa precisão e relativa rapidez, as mais complexas situações de geração e propagação de ruído. Os resultados são normalmente apresentados sob a forma de linhas isofónicas e/ou manchas coloridas, representando as áreas cujo nível de ruído se situa numa dada gama de valores, sendo designados por "mapas de ruído". Mas acima de tudo, o modelo permite, desde que devidamente desenvolvido, dispor de um verdadeiro sistema de gestão e monitorização de ruído, a partir do qual é possível hierarquizar fontes de ruído – conhecendo as contribuições individuais de qualquer fonte em qualquer ponto receptor – actualizar a informação em função de alterações na instalação e definir um plano de acção de controlo de ruído detalhado, prevendo os resultados de cada intervenção.

2. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

A metodologia para elaboração dos mapas de ruído de instalações industriais pode-se resumir como ilustrado na figura 1.

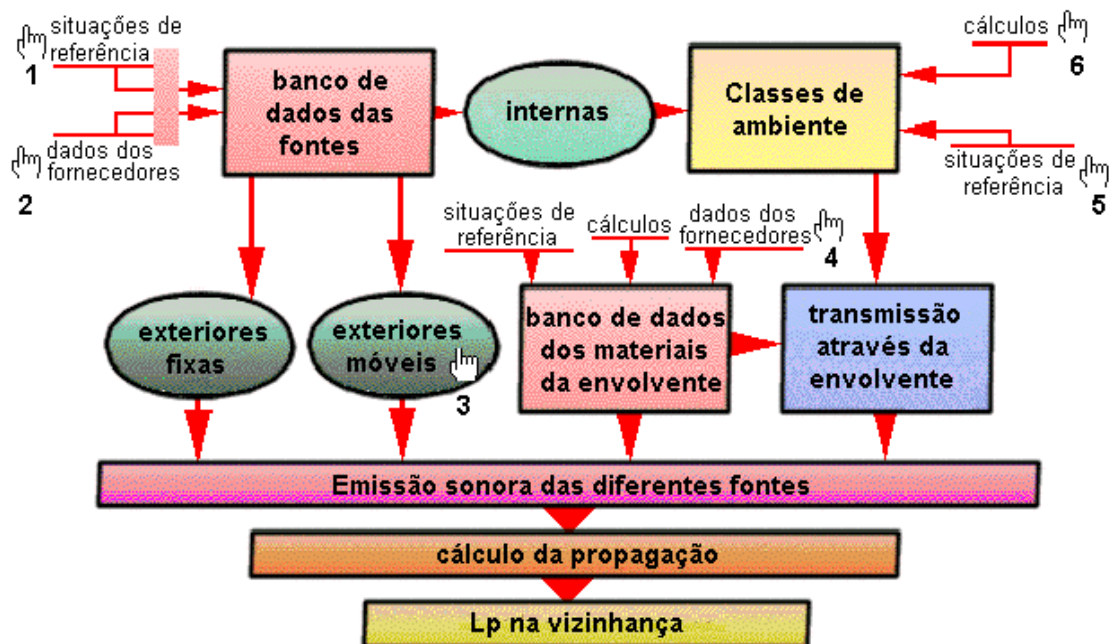


Figura 1 – Metodologia para elaboração de mapas de ruído de indústrias

A obtenção de dados de entrada e o respectivo tratamento constituem uma parte substancial do processo, sendo necessário grande cuidado nestas fases, dado que o rigor do mapa de ruído, obtido a partir de um modelo computacional, está fortemente dependente da qualidade dos dados introduzidos no modelo. Na figura 1, assinalam-se os principais dados de entrada que pode ser necessário obter, consoante o caso, para introduzir as fontes de ruído “virtuais” no modelo:

1. potência sonora a atribuir a fontes fixas exteriores, a partir de medições
2. potência sonora a atribuir a fontes fixas exteriores, a partir de dados de fornecedores
3. potência sonora a atribuir a fontes móveis exteriores
4. dados de isolamento sonoro das envolventes de naves industriais
5. níveis de ruído no interior das naves, com base em medições
6. níveis de ruído no interior das naves, com base em cálculos

3. CASO 1 – UNIDADE EM FASE DE PROJECTO

3.1 Descrição do Caso

Trata-se de uma nova Central de Produção de Energia, ainda em fase de projecto, a instalar nas proximidades de outras fontes de ruído importantes:

- vias rodoviárias existentes, incluindo auto-estrada com elevado tráfego
- via férrea importante
- central termoelétrica já existente

Nas proximidades existe também uma zona habitacional, onde os níveis de ruído produzidos pela nova central deverão cumprir o disposto no Regulamento Geral do Ruído (DL292/00). No caso em análise, e dado a unidade ter funcionamento contínuo, o requisito condicionante é o cumprimento do critério de incomodidade no período nocturno (cumprido esse, os outros são automaticamente cumpridos, neste caso), ou seja:

$$L_{Ar} - L_{Aeq(RR)} \leq 3 \text{ dB(A)}$$

Em que:

- L_{Ar} é o nível de avaliação, igual ao nível sonoro contínuo equivalente do ruído ambiente, na ocorrência do ruído particular, com as eventuais correcções tonal e impulsiva ($L_{Aeq(RA)} + K_1 + K_2$)
- $L_{Aeq(RR)}$ é o nível sonoro contínuo equivalente do ruído residual, na ausência da central

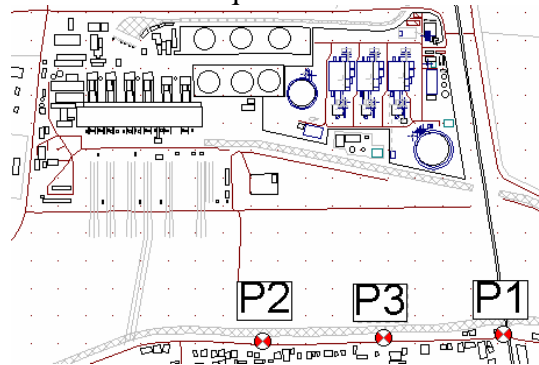


Figura 2 – Pontos de monitorização de ruído junto das habitações mais próximas

Foram definidos 3 pontos de monitorização do ruído, conforme ilustrado na figura 2, onde foram feitas medições de ruído, ao longo de vários períodos nocturnos completos e várias amostragens no período diurno.

3.2 Modelo Acústico e Mapa de Ruído

Tratando-se de uma unidade ainda não construída, a obtenção de dados de potência sonora dos equipamentos só é possível a partir de dados dos fabricantes dos equipamentos, ou pelo conhecimento das potências sonoras típicas dos equipamentos a instalar. Numa fase inicial do projecto, os equipamentos não estavam ainda completamente definidos, em termos de marca e modelo, tendo os dados de potência sonora sido obtidos com base em valores típicos para cada tipo de equipamento, em função dos seus parâmetros de projecto, na maioria dos casos apenas em termos de valores globais em dB(A) – à medida que o projecto avançou, e se foram tendo dados mais concretos, o modelo foi actualizado. Os tipos de fontes modeladas foram as seguintes:

- 54 fontes pontuais (equipamentos de menores dimensões localizados no exterior)
- 13 fontes em linha (essencialmente tubagens)
- 65 fontes em área (envolventes de edifícios, portões, grelhas de ventilação)

Os valores nos pontos receptores e o mapa de ruído foram calculados em termos do nível equivalente do ruído particular da nova central, confrontando-os com os níveis de ruído inicial, na ausência da central.

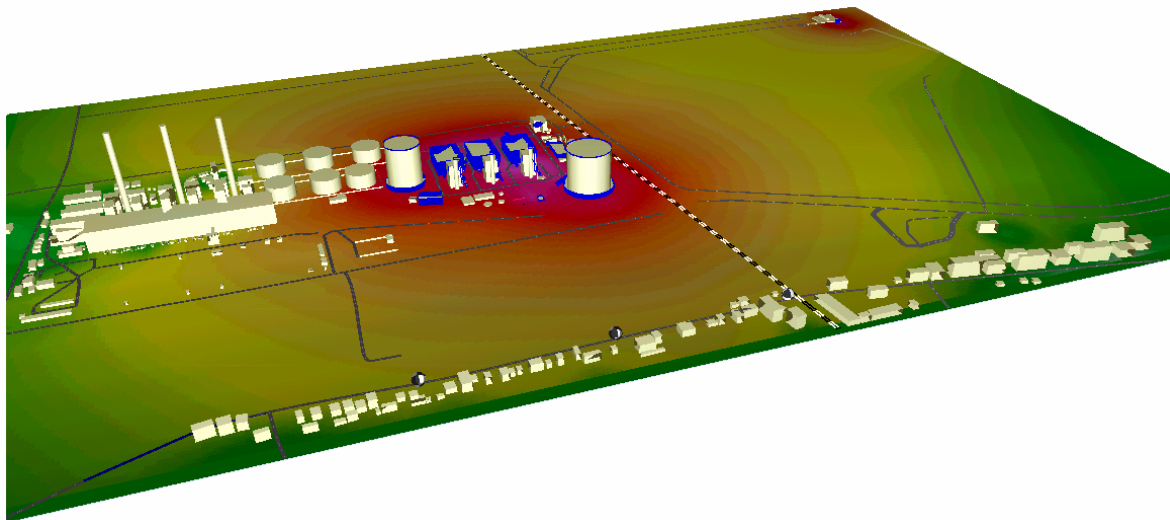


Figura 3 – Visualização 3D do modelo acústico e do mapa de ruído particular da central

3.3 Identificação e Hierarquização de Fontes

Com base no modelo foi possível identificar as principais fontes de ruído e hierarquizá-las em termos das suas contribuições para o ruído particular total nos pontos de monitorização definidos. Em particular foram identificadas duas fontes de ruído com contribuição mais relevante para o nível sonoro nos pontos receptores (ver figura 4), para as quais foi proposta uma intervenção correctiva, permitindo assim o cumprimento do objectivo anteriormente definido sem qualquer intervenção adicional noutras fontes.

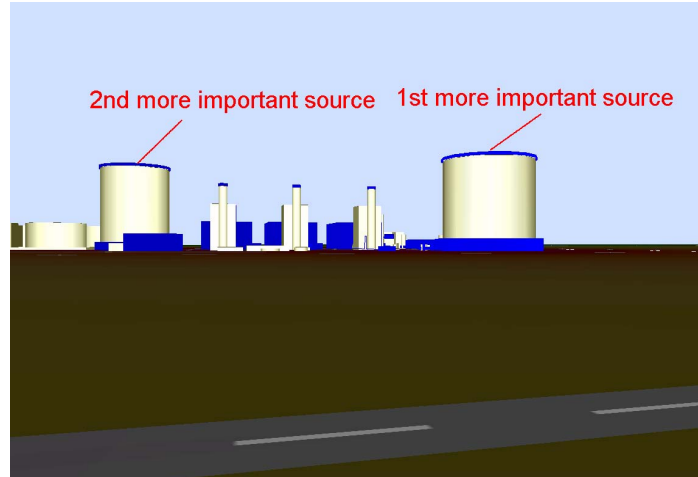


Figura 4 – Identificação das duas principais fontes de ruído para os receptores

3.4 Intervenções Posteriores

Posteriormente à elaboração do modelo inicial, foram desenvolvidas as seguintes acções:

- Introdução de medidas de controlo de ruído suplementares onde necessário, conforme verificado na modelação preliminar
- Actualização do modelo de acordo com informação mais completa
- Provas de recepção a alguns equipamentos a fornecer, com medição de potência sonora, segundo a norma ISO-3746
- Monitorização nos pontos de controlo antes e após início do funcionamento, através de medições de longa duração, simultânea nos 3 pontos de monitorização, do ruído residual e do ruído ambiente com a central já a funcionar parcialmente.

Os níveis medidos estão dentro do previsto pelo modelo, sendo agora necessário dar continuidade ao programa de monitorização, com a central a funcionar em pleno, não sendo previsível a necessidade de medidas adicionais relevantes de controlo de ruído.

4. CASO 2 – INDÚSTRIA DE PROCESSO EM LABORAÇÃO

4.1 Descrição do Caso

Trata-se agora de uma indústria de processo, em laboração contínua, desde muito antes da entrada em vigor do primeiro regulamento do ruído (1988), fazendo parte integrante da "paisagem sonora consolidada" do local. Compreende duas zonas distintas: a zona de produção e a zona de extracção (pedreiras). Constitui uma fonte de ruído muito importante no local, embora existam muitas outras fontes de ruído em presença (estradas com muito tráfego, caminho de ferro e outras indústrias (embora com menos expressão). As medições de ruído que repetidamente se vinham fazendo anualmente em torno da instalação, nunca permitiram chegar a nenhuma conclusão com efeitos práticos.

O objectivo principal, neste caso, é identificar as principais fontes de ruído particular existentes na indústria em questão, de entre muitas centenas, com vista a definir um plano de acção para implementar um projecto de redução de ruído. Dado na prática ser difícil definir o

significado, e muito menos conhecer os valores, do “ruído residual” neste caso, o objectivo principal foi definido em termos do critério de exposição máxima, admitindo uma classificação da envolvente da unidade como “zona mista” e recorrendo ao conceito de “quota de ruído”: considerando uma quota de 50% para a indústria em questão, definiu-se o objectivo de 52 dB(A) para o L_{Aeq} do ruído particular, no período nocturno, a cumprir num conjunto de 25 pontos receptores sensíveis mais expostos.

3.2 Modelo Acústico e Mapa de Ruído

Tratando-se de uma unidade já existente, os dados de potência sonora dos equipamentos foram obtidos através de medições exaustivas junto às fontes de ruído, por bandas de frequência, tendo sido elaborado um cadastro de fontes bastante completo, incluindo ainda a sua localização e tipo para posterior inserção no modelo. Os tipos de fontes modeladas foram as seguintes:

- 100 fontes pontuais (equipamentos no exterior, saídas de chaminés, etc.)
- 8 fontes em linha (essencialmente transportadores e percursos na pedreira)
- 105 fontes em área (essencialmente portões e aberturas em edifícios)

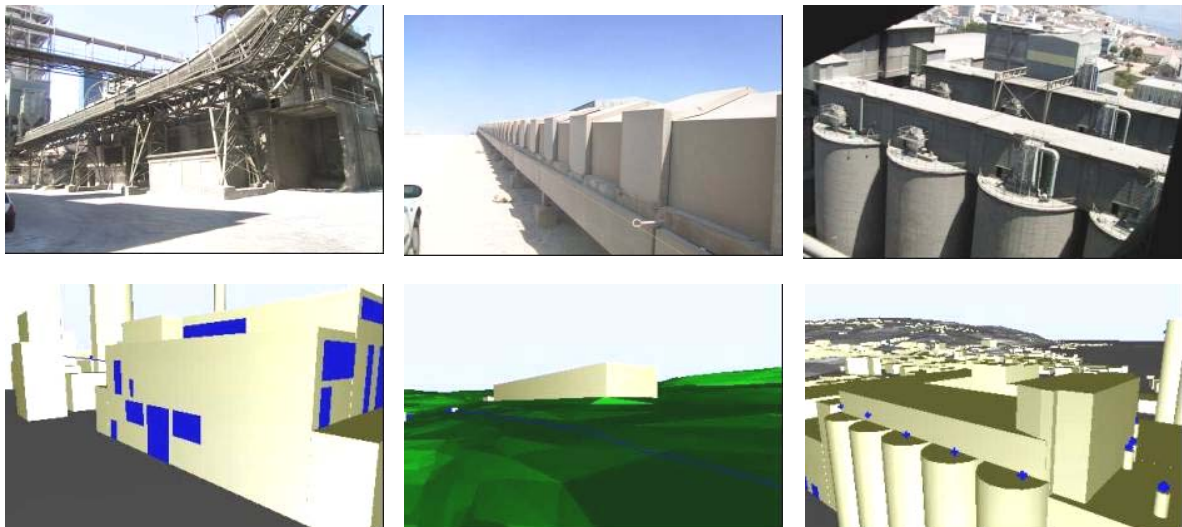


Figura 5 – Exemplos de fontes (a azul, no modelo): planares (aberturas), fonte em linha (transportador) e fontes pontuais (ventiladores no cimo de silos)

A potência sonora de todas as fontes foi inicialmente estimada a partir de medições de pressão sonora em campo próximo, segundo procedimento simplificado baseado nas ISO-3740 (ver ainda [1]). Estes valores foram depois validados, com ajustes se necessário, a partir de medições de pressão sonora em pontos mais afastados das fontes, que foram confrontados com o cálculo do modelo nos pontos correspondentes do modelo (procedimento dBLab de validação de fontes). O modelo é ainda validado numa segunda fase, com medições em pontos afastados, sob influência de grande número de fontes da indústria em questão, tipicamente junto a receptores sensíveis [2].

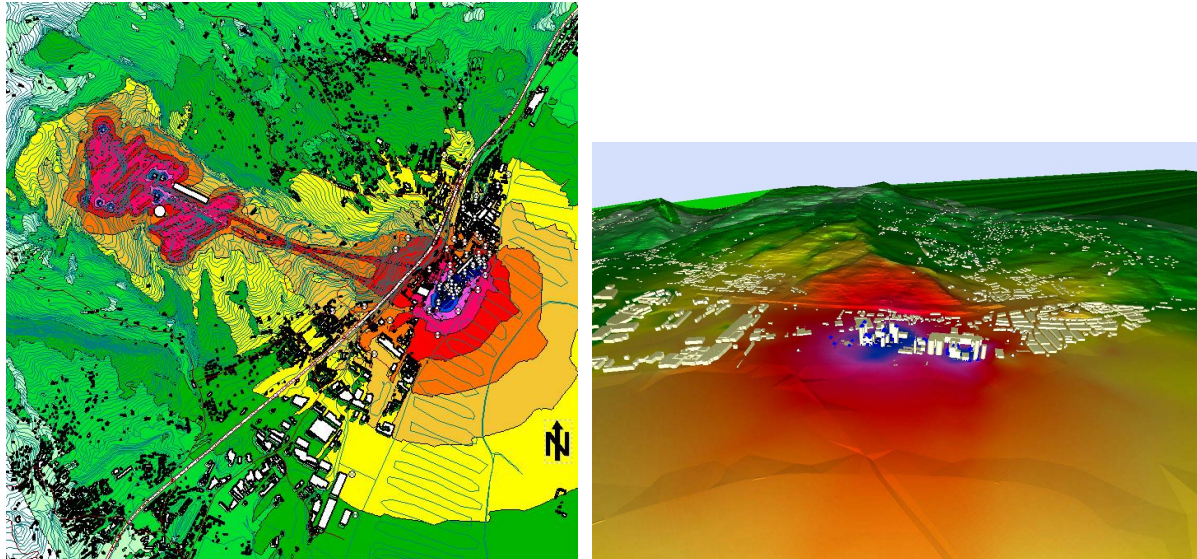


Figura 6 – Mapa de ruído da fábrica e pedreira e respectiva visualização 3D (só fábrica)

3.3 Plano de Acção de Controlo de Ruído

Com base no modelo desenvolvido é possível proceder à hierarquização das fontes, em função das suas contribuições individuais nos pontos receptores, L_{Aeqki} segundo um indicador simplificado:

$$\langle L_{Aeqk} \rangle = 10 \log \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{Aeqki}}{10}} \right)$$

e estabelecer um plano de acção para redução do ruído para o qual é necessário:

- Definição de objectivos claros, mensuráveis e faseados
- Estudo das reduções necessárias em cada fonte
- Especificação de soluções a nível de “estudo prévio”, com respectiva estimativa de custo
- Calendarização faseada, com programação dos investimentos necessários.

A zona envolvente, caracterizada através de 25 pontos receptores, foi dividida em seis zonas distintas, de modo a permitir definir uma estratégia para um plano de acção faseado, procurando-se atingir o objectivo dos 52 dB(A) primeiro numa dessas zonas e depois ir alargando às outras em fases subsequentes. Definiu-se ainda, como objectivo complementar, aproximar o valor médio total nos pontos receptores, $\langle L_{Aeq} \rangle$, dos 45 dB(A).

Foram determinadas as reduções de ruído necessárias e especificadas soluções de controlo de ruído com a respectiva estimativa de custos para um total de 118 fontes de ruído (21 para a fase 1, 21 para a fase 2 e 76 para a fase 3). Foram ainda estimados os resultados, em termos de nível de ruído particular nos 25 receptores após implementação de cada uma das fases.

O esquema geral do plano de acção é apresentado na figura 7.

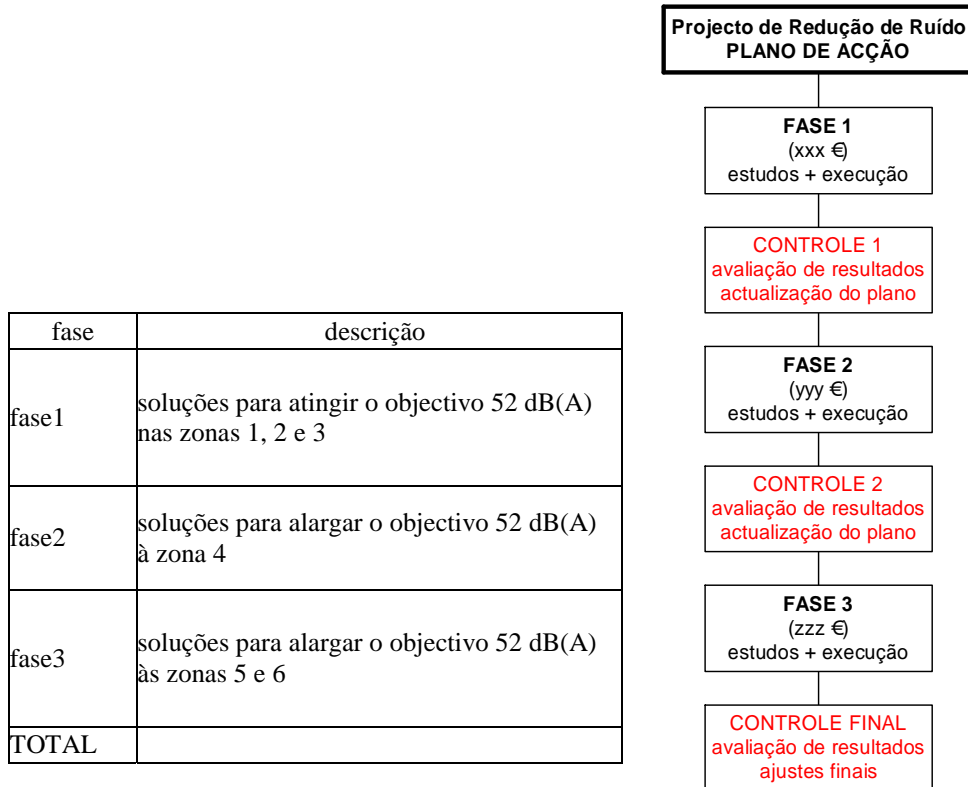


Figura 7 – Esquema do plano de acção (valores omitidos por razões de confidencialidade)

5. CONCLUSÕES

A elaboração de mapas de ruído de indústrias através de modelação em computador é uma ferramenta poderosa para a gestão ambiental de unidades industriais, quer em fase de projecto, quer para indústrias já existentes, permitindo evidenciar o cumprimento ou não de determinados níveis de ruído na envolvente, para efeitos de certificação ambiental por exemplo, bem como definir planos de acção de redução de ruído detalhados. A introdução do conceito de “quota de ruído” é, em muitos casos, a única solução para definir claramente objectivos de ruído a atingir, sobretudo quando há várias entidades a produzir ruído para um mesmo local.

REFERÊNCIAS

- [1] W. Probst – *Modelling of Industrial Plants in the Framework of Sound Immission Plans*. In Proceedings of InterNoise 2000, Nice, France
- [2] Instituto do Ambiente – *Directrizes para a Avaliação de Ruído de Actividades Permanentes (Fontes Fixas)*. Abril 2003