



## PROPOSTA DE MONITORAMENTO REMOTO DA REDE DE VÁCUO DO AEROPORTO INTERNACIONAL DO RECIFE

Nalber Miranda Leite<sup>1</sup>  
nalber2009@gmail.com

Ewerton de Oliveira Figueiroa<sup>2</sup>  
ewerton.figueiroa@estacio.br

### RESUMO

O presente trabalho propõe uma solução para diminuir o tempo de indisponibilidade dos banheiros do Aeroporto Internacional do Recife - cujo esgotamento sanitário é a vácuo - por meio de um monitoramento remoto da rede de vácuo utilizando-se sensores de pressão negativa (vacuostato) conectados a um supervisor via rede de dados. É feita uma descrição de como funciona um sistema de esgotamento sanitário a vácuo e, em particular, as características do sistema existente no Aeroporto Internacional de Recife, destacando-se, entretanto, que obstrução da rede - composta de tubulações de PVC - é o principal problema responsável pelo aumento do tempo de indisponibilidade dos banheiros. Por meio de um arranjo simples, composto de um vacuostato instalado num pequeno trecho da rede de vácuo, um Módulo de Aquisição de Dados e um SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) instalado no computador mostra-se que, por meio de uma comunicação via protocolo TCP/IP e rede Ethernet é possível tornar real a solução proposta, a qual pode ser instalada em toda a rede de vácuo para indicar ao Centro de Controle da Manutenção do Aeroporto em quais trechos da rede ocorreu uma ou mais obstruções.

**Palavras-chave:** Sistema a vácuo. Indisponibilidade. Monitoramento remoto.

### ABSTRACT

The present work proposes a solution to reduce the downtime of the bathrooms of Recife International Airport - whose sanitary exhaustion is vacuum - by remote monitoring of the vacuum network using negative pressure sensors (vacuostat) connected to a supervisory via A description is made of how a vacuum sewage system works and, in particular, the characteristics of the existing system at the Recife International Airport. However, the obstruction of the network - made up of PVC pipes, stands out. - is the main problem responsible for the increased downtime of bathrooms. By means of a simple arrangement, consisting of a vacuum switch installed on a small section of the vacuum network, a Data Acquisition Module and a Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) installed on the computer, it is shown that by means of protocol communication TCP / IP and Ethernet network is possible to make real the proposed solution, which can be installed across the vacuum network to indicate to the Airport Maintenance Control Center in which portions of the network one or more obstructions occurred.

**Keywords:** Vacuum system. Unavailability. Remote monitoring.

<sup>1</sup>Pós-Graduando de Automação do Centro Universitário Estácio do Recife.

<sup>2</sup>Docente de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Estácio do Recife.



## 1 INTRODUÇÃO

Aeroportos são equipamentos composto por várias utilidades para atender da melhor forma o público, tanto interno (administração aeroportuária, companhias aéreas, empresas contratadas, concessionários e órgãos públicos), quanto externo (passageiros prestadores de serviços e público em geral). Dentre as utilidades oferecidas pelo Aeroporto Internacional do Recife têm-se o sistema de esgotamento a vácuo usado para fazer a coleta do esgoto sanitária partir dos vasos sanitários de todos os banheiros, além de transportá-los para uma central, onde é feito o descarte para a estação de tratamento de esgoto.

Como em todas as utilidades, no sistema de vácuo exige-se uma manutenção eficiente no sentido de manter um alto índice de disponibilidade dos banheiros a fim de evitar grandes impactos no Aeroporto diante de uma inoperância no todo ou parte do sistema. Em vista disso a equipe de manutenção trabalha para restabelecê-lo no menor tempo possível.

Verifica-se, no entanto que obstruções na rede de transporte do esgoto – compostas por tubos de PVC – são a maior causa de inoperância e indisponibilidade do sistema, tendo como consequência direta a indisponibilidade dos banheiros. Isso ocorre principalmente devido ao mau uso da utilidade por parte dos usuários e pessoal de limpeza, os quais jogam nos vasos materiais inadequados, tais como grande quantidade de papel higiênico, resto de esfregão (ou *mop*), absorvente higiênico, etc. ou coisas que deixam cair, tais como caneta, luvas, estopas de limpezas, etc.

O modo como a equipe de manutenção atua para restabelecer o sistema consiste em receber informação a respeito da área ou banheiros onde há falta de vácuo, descobrir até que ponto da rede tem vácuo e abri-la em um determinado ponto onde se supõe não ter na tentativa de encontrar a obstrução. O problema é que em muitos casos gasta-se mais tempo nessa tentativa, o que acarreta um maior período de indisponibilidade, além de que várias secções são feitas no tubo de PVC, o que exige a colocação de emendas (luvas ou união) além do necessário.

Diante do exposto percebe-se a necessidade de uma solução para diminuir esse tempo de indisponibilidade, além de preservar a rede de vácuo.

O propósito desse trabalho é, portanto, propor uma solução com o uso de sensores, rede de dados e supervisorio para identificar trechos da rede sem vácuo ocasionado por obstrução. Esse supervisorio deverá ficar instalado no Centro de Controle da Manutenção do Aeroporto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O enfoque principal desse tópico está no sistema de esgotamento a vácuo, descrevendo-se seu conceito, componentes e operação. A parte final faz uma abordagem do sistema de esgotamento a vácuo do Aeroporto Internacional do Recife.

### 2.1 Sistema de Esgotamento a Vácuo

Um sistema de esgotamento a vácuo - ou simplesmente sistema a vácuo - é um método de transporte de esgoto ou efluente sanitário de sua fonte (ex. bacias sanitárias)

para um ou mais recipientes de coleta por meio de uma pressão de ar abaixo da pressão atmosférica (vácuo) mantida nos recipientes de coleta e no interior da rede composta de tubos.

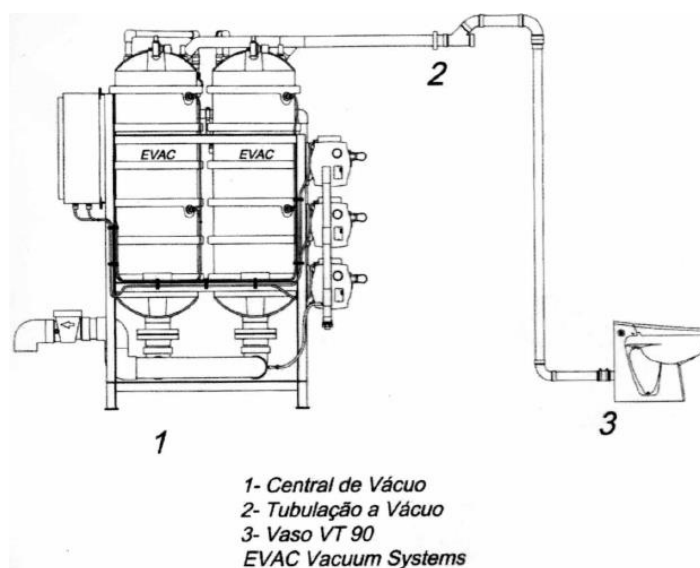
Conforme a enciclopédia Wikipedia (2019), o sistema de esgotamento a vácuo foi instalado pela primeira vez na Europa em 1882 pelo engenheiro holandês Charles Liernur, o qual aplicou drenagem por pressão negativa em esgotos. As implementações técnicas de sistemas de esgoto a vácuo começaram em 1959 na Suécia. Até os últimos 30 anos, os esgotos a vácuo eram relegados a nichos de mercado, como trens, aviões e áreas planas com solos arenosos e lençóis freáticos altos. Mas no século XX, a tecnologia de esgoto a vácuo melhorou significativamente, reduzindo os custos de operação e manutenção. Atualmente, vários fornecedores de sistemas oferecem uma ampla gama de produtos para muitas aplicações.

Lins (2013) informa que a grande vantagem do sistema de esgotamento a vácuo em comparação ao esgotamento por gravidade é a economia de até 80% de água. Outras vantagens: rápida instalação; menor custo operacional; inexistência de vazamentos; redução do consumo de energia elétrica para bombeamento de águas a reservatórios; redução do volume de água reservada, considerando que o sistema consome um volume bem menor de água; e descontaminação do ar contaminado nos banheiros, pois a cada acionamento são retirados cerca de 100 litros de ar, reduzindo assim o número de bactérias suspensas no ambiente.

### 2.1.1 Componentes de um sistema a vácuo

A Figura 1 mostra as três partes principais de um sistema a vácuo, quais sejam: central de vácuo, tubulação ou rede de vácuo e vaso sanitário. A seguir descreve-se cada uma dessas partes.

**Figura 1** – Componentes do sistema de esgotamento a vácuo.

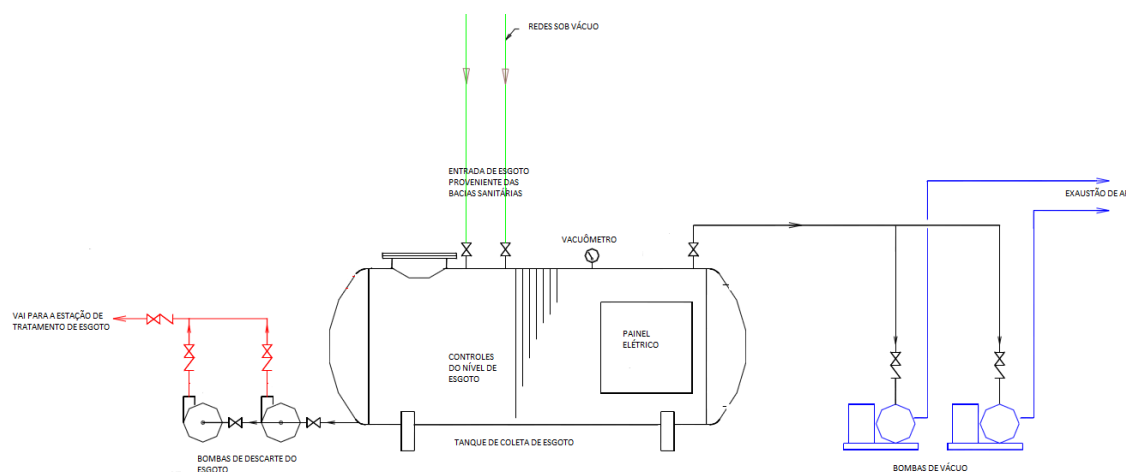


Fonte: CARMELINA, 2019.

### 2.1.1.1 Central de vácuo

Parte fundamental do sistema a vácuo. É composta pelos seguintes componentes (Figura 2):

**Figura 2** – Central de vácuo.



Fonte: AIRVAC, 2019.

Painel elétrico: fornece a energia para as bombas e demais componentes eletroeletrônicos da central, além de controlar e comandar todo o sistema. Esse controle é realizado por CLP (Controlador Lógico Programável).

Bombas de vácuo: responsável por produzir e manter o vácuo no interior do tanque de coleta e, conseqüentemente, em toda a rede de transporte de esgoto;

Bombas de descarte: responsável pelo esgotamento do tanque de coleta. Bombeia o esgoto para uma estação de tratamento de efluentes.

Tanque de coleta: responsável por receber o esgoto da rede, quando submetido a uma pressão de vácuo gerado pelas bombas de vácuo. Possui em seu interior sensores de níveis de esgoto, os quais são conectados ao CLP para o controle do sistema. Vacuômetros – que podem ser instalados tanto no tanque quanto na rede - medem o nível de vácuo do sistema.

### 2.1.1.2 Tubulação de vácuo

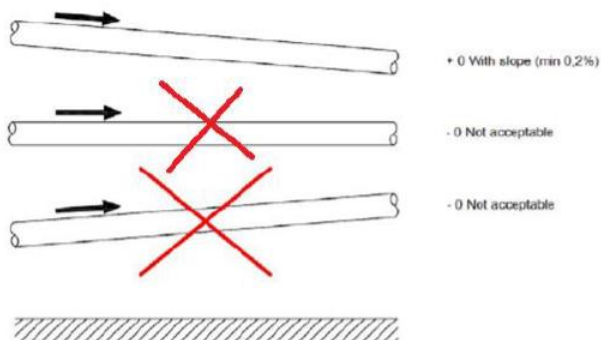
Parte do sistema responsável pelo transporte do esgoto desde a fonte até o tanque de coleta quando submetido a uma pressão de vácuo gerado pelas bombas de vácuo. O material mais utilizado em tubulação de vácuo é o PVC. Outros tipos são utilizados quando se trata de aplicações para a área naval.

Caso a tubulação de vácuo seja mal projetada e/ou mal instalada inviabilizará a operação do sistema, dificultando a chegada do esgoto até o tanque de coleta, além de causar retorno dos dejetos nos vasos. Para evitar isso são adotados pelos fabricantes critérios para a disposição dos tubos, conforme a seguir:

Linha horizontal:

Decaimento de no mínimo 0,2% (sentido do fluxo de esgoto).

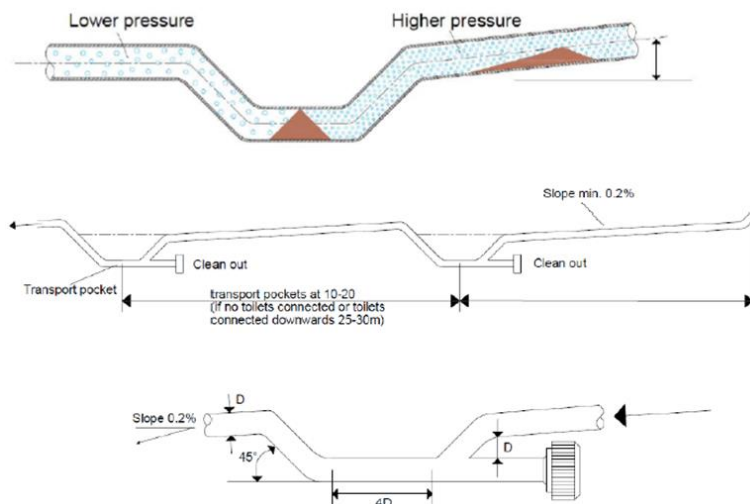
**Figura 3** – Decaimento da linha horizontal.



Fonte: BVST, 2019.

Quando existe uma distância relativamente grande a ser percorrida pelo esgoto, é necessário realizar as chamadas bolsas de reforma.

**Figura 4** - Posição e exemplo de bolsa de reforma.

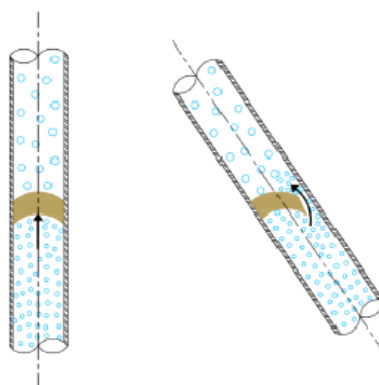


Fonte: BVST, 2019.

Linha vertical

A tubulação precisa estar na vertical tolerando-se uma inclinação de no máximo 2°. Do contrário, quando for elevar o esgoto, devido à gravidade haverá sedimentação de esgoto e admissão de ar para o interior da tubulação, passando pelo esgoto, causando retorno dele.

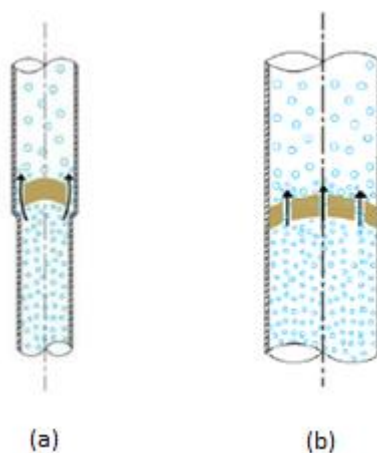
**Figura 5** – Admissão de ar devido inclinação da linha vertical.



Fonte: BVST, 2019.

Uma mesma tubulação na vertical não pode ter aumento em seu diâmetro devido ao fato de que o ar será admitido pelos lados por causa da diferença entre o diâmetro de esgoto e da tubulação (Figura 6a). Tem que ser observado também o comprimento do diâmetro, pois se for muito grande haverá admissão de ar pelos espaços vazios, inviabilizando a sucção do esgoto (Figura 6b).

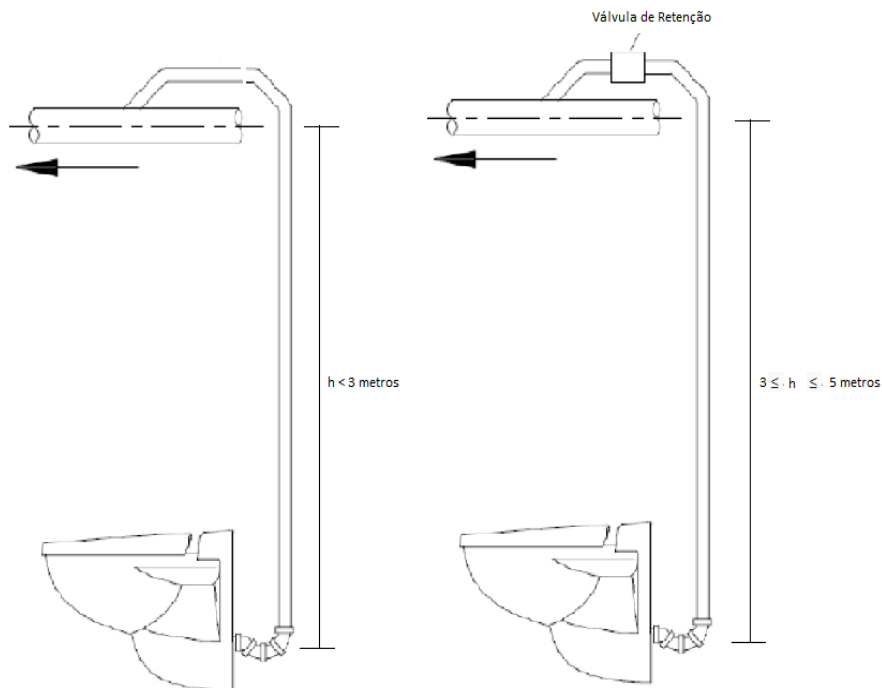
**Figura 6** – Admissão de ar devido aumento do diâmetro numa mesma tubulação (a) ou quando o diâmetro for muito grande (b).



Fonte: BVST, 2019.

De acordo com a altura da linha horizontal em relação ao vaso sanitário, os fabricantes adotam o seguinte critério: altura igual ou superior a 3 metros e abaixo de 5 metros exige-se a instalação de válvula de retenção próximo da conexão com a linha principal (Figura 7).

**Figura 7** – Instalação de válvula de retenção em ramal do vaso acima de 3 metros.

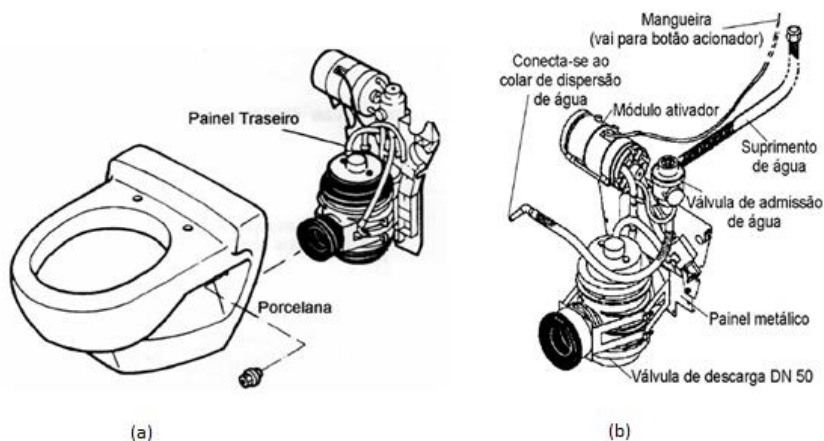


Fonte: BVST, 2019.

### 2.1.1.3 Vaso sanitário

Componente do sistema onde o esgoto ou efluente sanitário é lançado para ser coletado até o tanque via tubulação. Composto de duas partes - a porcelana e o painel traseiro – o vaso sanitário opera pneumaticamente quando acionado pelo usuário (Figura 8). Por se tratar de peça importante para se entender a operação do sistema a vácuo será dada a seguir uma maior ênfase a esse componente.

**Figura 8** – Vaso sanitário. (a) partes principais e (b) painel traseiro.



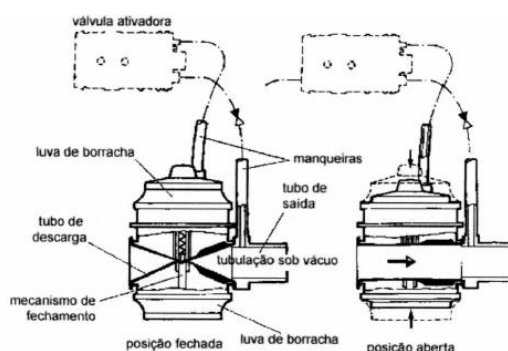
Fonte: EVAC, 2004.

Tomando como base a Figura 8, a operação ocorre da seguinte forma: pressionado o botão de acionamento, o módulo ativador – ou válvula ativadora - inicia o sequenciamento de operação das válvulas. As válvulas de água e de descarga se abrem ao mesmo tempo. Quando da abertura da válvula de descarga, ar a pressão atmosférica vai em direção à pressão mais baixa (vácuo) no interior da tubulação de coleta de efluente, empurrando o efluente que se encontra no vaso em direção ao interior dessa tubulação. Enquanto o efluente flui em direção a menor pressão no interior da tubulação pela válvula de descarga, a válvula de água limpa a parede interna do vaso. Quando a válvula de descarga se fecha, a de água permanece aberta por mais algum tempo para estabelecer o nível de água apropriado no interior do vaso que estará pronto para outro ciclo de descarga (EVAC, 2004 com adaptação pelo autor).

### Operação da Válvula de Descarga

Peça importante da bacia sanitária, a válvula de descarga (Figura 9) é composta de uma câmara estanque, com luvas de borrachas em suas extremidades. Dentro desta câmara é montada uma guilhotina que se mantém fechada pela ação de uma mola. Por dentro desta guilhotina, um tubo de borracha é instalado. Quando a válvula está fechada, a câmara está em seu estado relaxado e a guilhotina fechada comprime o tubo de borracha que isola a tubulação a vácuo da pressão atmosférica. Quando se faz vácuo dentro desta câmara (pela ação da válvula ativadora), seu volume diminui, comprimindo a mola e abrindo a guilhotina, o que libera o tubo de borracha, permitindo assim a passagem de efluente para o interior da tubulação a vácuo. A válvula ativadora é quem controla a existência de vácuo dentro da câmara da válvula de descarga, sendo assim a responsável pelo tempo de abertura da válvula de descarga (EVAC, 2004 com adaptação pelo autor).

**Figura 9** – Válvula de Descarga.



Fonte: EVAC, 2004.

## **2.2 Sistema de esgotamento a vácuo do Aeroporto Internacional do Recife**

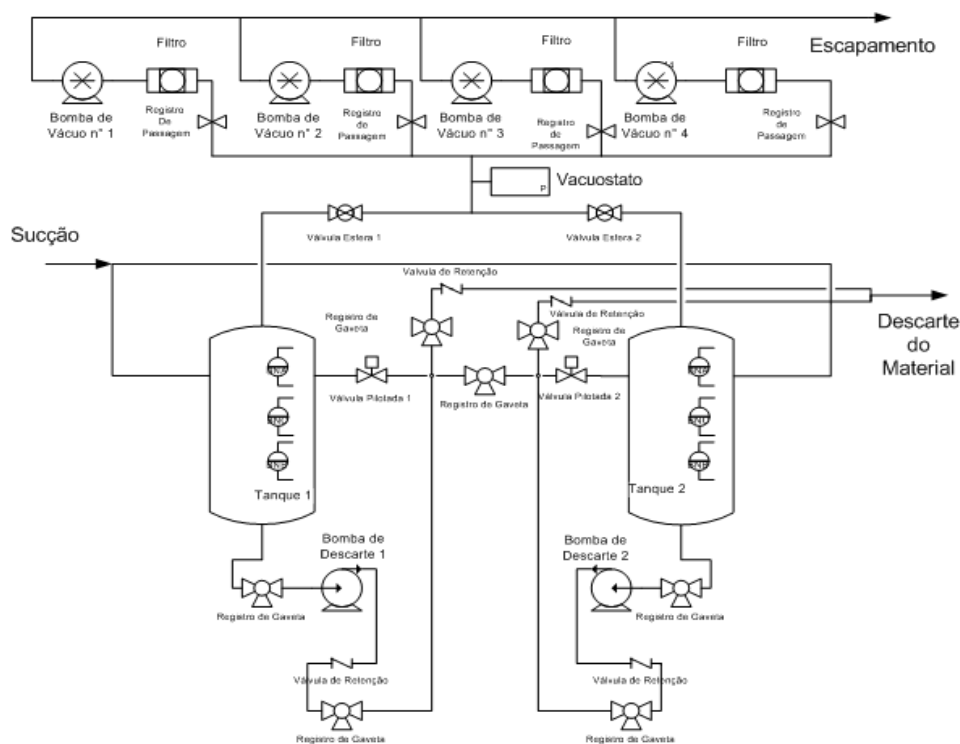
O sistema de esgotamento a vácuo é uma das utilidades do Aeroporto Internacional do Recife disponível aos seus usuários. A escolha do sistema quando da

construção do Aeroporto se deu pelas suas vantagens em relação ao sistema de esgotamento gravitacional, tais como menor custo operacional, facilidade de manutenção e, principalmente, redução dos consumos de água e energia elétrica. Destaca-se ainda que a água utilizada para limpeza das bacias é reaproveitada do sistema de ar condicionado (água de condensação) do Aeroporto, ou seja, consumo de água praticamente zero.

Tendo já sido abordados os componentes e operação do sistema a vácuo passa-se a descrever as características do sistema do Aeroporto tendo como foco a central de vácuo e a rede de tubulação.

Conforme visto na Figura 10, a central de vácuo é composta por quatro bombas de vácuo, dois tanques de coleta de esgoto, duas bombas de descarte, um painel elétrico de comando e controle do sistema via CLP, sensores de níveis do tipo boia, vacuostato, vacuômetros, registros de gaveta, válvulas de esfera, válvulas de retenção e duas válvulas motorizadas ou pilotadas.

**Figura 10** – Central de vácuo do Aeroporto Internacional do Recife.



Fonte: LINS, 2013.

Como já informado, a central de vácuo é responsável pela coleta do esgoto sanitário, já que produz o vácuo nos tanques e na rede de tubulação pelas bombas de vácuo, como também pelo descarte desse esgoto através das bombas de descarte. O sistema pode operar tanto no modo Manual quanto no modo Automático. Esse último modo é realizado por um CLP que recebe informações em suas entradas digitais dos sensores de níveis (instalados dentro dos tanques de esgoto) e chaves seletoras (seleção do modo de operação manual/automático), bem como informação de pressão em sua entrada analógica. Isso o leva a tomar decisão, mediante uma programação definida, para



comandar via saídas digitais as chaves magnéticas (contadoras), as quais ligam/desligam as bombas de vácuo e descarte, bem como as válvulas pilotadas.

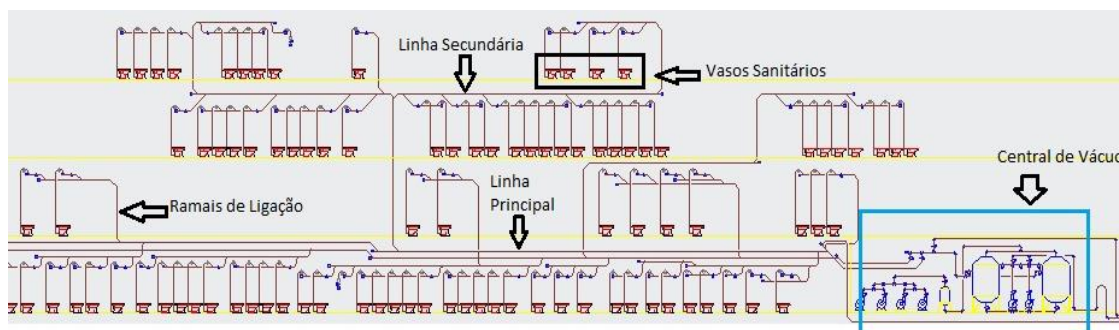
### Operação da central de vácuo no modo automático

No modo automático, para manter uma pressão de vácuo no sistema (tanques e rede) entre -30polHg e -15polHg, que é a faixa para operação normal do sistema, o CLP recebe informações de pressão de vácuo nos tanques por meio do vacuostato e mediante essa informação ele controla a quantidade de bombas de vácuo (BV) em operação, tendo já em seu programa quatro sequências de operação das BV, por exemplo uma sequência com BV1, BV2, BV3 e BV4, outra sequência com BV2, BV3, BV4 e BV1 e assim por diante até a quarta sequência BV4, BV1, BV2 e BV3. A quantidade de BV varia de acordo com a demanda de uso dos vasos no Aeroporto. Há momentos, por exemplo, que apenas uma BV opera, ou duas, três e até as quatro. Para o descarte do esgoto dos tanques, a informação chega ao CLP por meio dos sensores de níveis (boias de níveis) instalados dentro dos tanques, três boias em cada tanque, identificando os níveis baixo, alto (nível de descarte) e de segurança (nível crítico). Uma vez atingindo o nível alto, o CLP fecha as válvulas pilotadas para quebrar o vácuo (ou impedir a retirada de ar de dentro dos tanques) e aciona as duas bombas de descarte (BD), que passam a retirar ou drenar de forma forçada o esgoto dos tanques. Atingido o nível baixo de esgoto, a boia de nível baixo “avisa” ao PLC o término do descarte, que por sua vez desliga as BD e abre as válvulas pilotadas, quando a partir daí o ar passa a ser retirado dos tanques novamente (produção de vácuo). Importante informar que durante o processo de descarte, as BV não param de operar. Caso ocorra alguma inconsistência com a boia de nível alto, impedindo o CLP de “mandar” descartar o esgoto, e em atingindo o nível de segurança ou nível crítico, o mesmo CLP desliga as BV para evitar que mais esgoto entre nos tanques. Chegando nessa condição, o descarte deverá ser realizado no modo Manual.

### Rede de tubulação a vácuo

Um desenho de parte da rede de vácuo é mostrado a seguir.

**Figura 11** – Parte da Rede de vácuo do Aeroporto Internacional do Recife.



Fonte: INFRAERO, 2004.

A rede de tubulação liga a central de vácuo a 60 banheiros (cerca de 203 vasos sanitários) para uso do público, tanto interno quanto externo. Possui uma extensão em

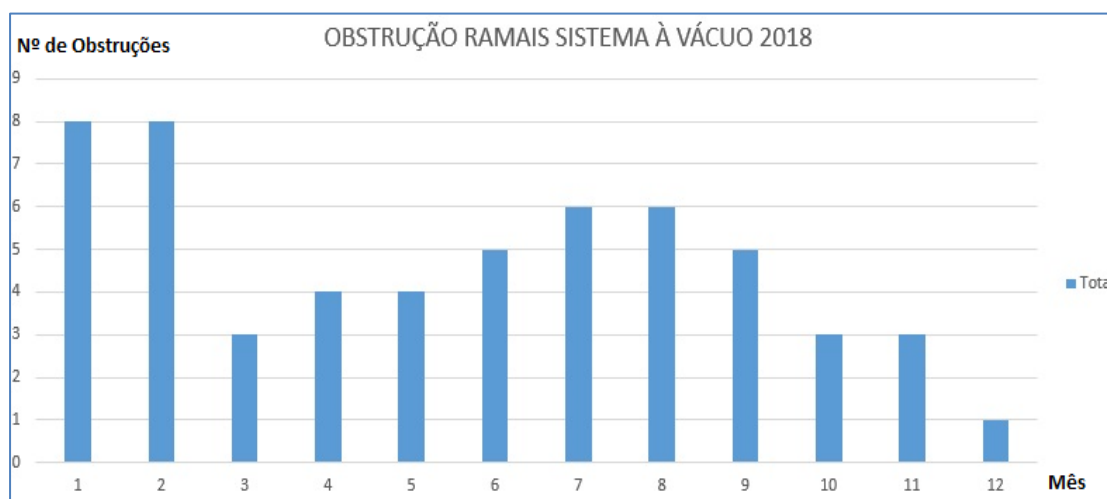


torno de 1.720 metros, composto de tubos de PVC de 110 mm (02 linhas principais), 75, 60 e 50 mm de diâmetro. Em período de maior uso dos banheiros são coletados cerca de 1.200 litros/hora de esgoto.

### O problema da obstrução na rede de vácuo

Tanto uso gera problemas, quais sejam obstruções de vasos (a maior quantidade), falhas de descartes com parada ou não da central de vácuo e obstruções na rede. A principal causa desses problemas se dar por mau uso da utilidade quando se jogam materiais inadequados nos vasos sanitários, tais como grandes quantidades de papel higiênico, absorvente e roupas íntimas, dejetos de outra natureza (tal como de limpeza do piso do banheiro) e até objetos tais como caneta, luvas e outros. Dos três problemas, o que mais causa falta de vácuo em parte ou em todos os banheiros é a obstrução na rede de tubulação. Essa é a principal causa de indisponibilidade dos banheiros. Segue figura 12 das ocorrências registradas em 2018 devido a obstruções na rede.

**Figura 12** – Obstruções na rede de vácuo no ano de 2018.



Fonte: COMN, 2018.

Como já apontado, uma das razões para isso é o mau uso e a outra é em alguns casos a demora em se identificar a partir de que ponto da rede há falta de vácuo. É possível se identificar quais banheiros estão sem vácuo por meio de informações dos usuários ou pessoal de limpeza, mas na maioria das vezes a informação não chega bem clara ao setor de manutenção, se o problema afeta todos os vasos (nesse caso seria obstrução na linha de entrada do banheiro) ou se apenas um ou dois vasos (quando seria uma obstrução no ramal ou no próprio vaso), ou quantos banheiros na verdade estão sem vácuo. Uma checagem nas informações sempre precisa ser feita pela equipe de manutenção para evitar deslocamentos desnecessários, com transporte de escada e ferramentas. Isso demanda mais tempo para a solução do problema e conseqüentemente, maior tempo de indisponibilidade dos banheiros.

### Proposta de solução para o problema

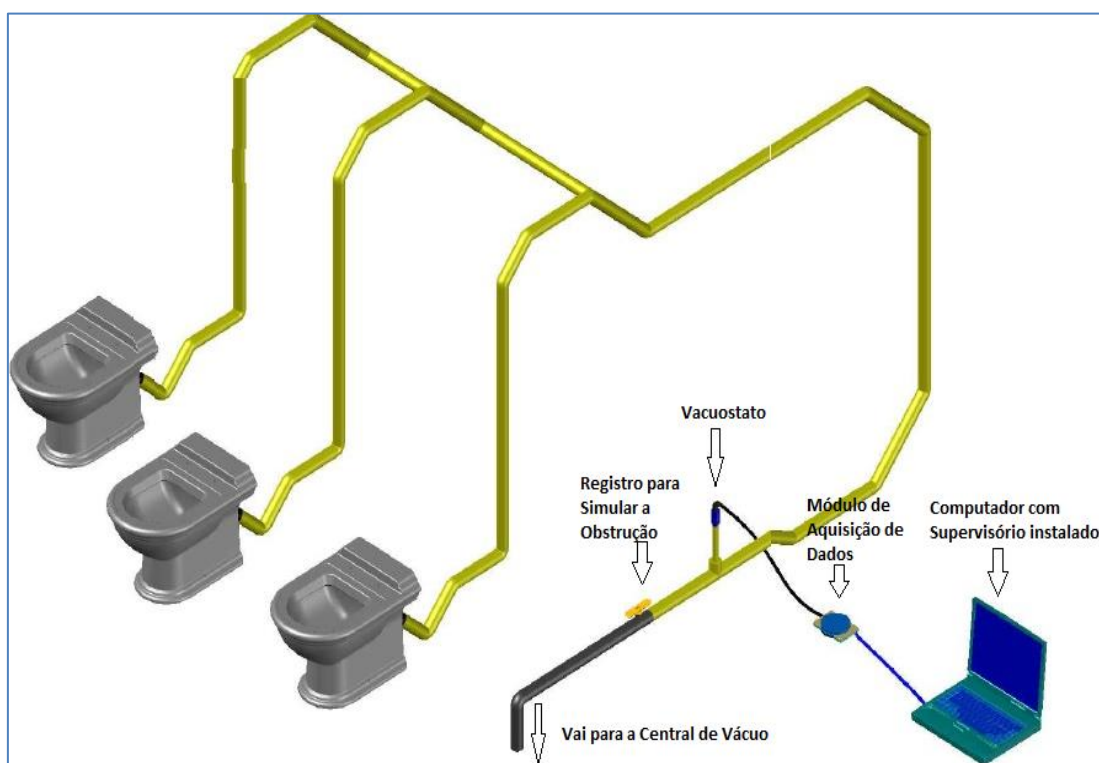
Apresenta-se uma solução para o problema com o uso de um monitoramento remoto utilizando-se sensores de pressão negativa (vacuostatos) instalados em pontos estratégicos da rede e conectados a uma rede de dados que enviará alertas de obstrução de trechos da rede de vácuo para um supervisorio localizado no Centro de Controle da Manutenção do Aeroporto (COMN). Isso fará com que a informação seja precisa, pois nesse caso será identificado e sinalizado para o COMN o trecho ou trechos onde há falta de vácuo. O COMN de imediato tratará de repassar a informação à equipe de manutenção.

### 3 METODOLOGIA

Partindo do princípio de que o sentido do transporte do esgoto se dá sempre do vaso para a central de vácuo e que uma obstrução provocará falta de vácuo no trecho até o ponto em que se encontra essa obstrução, com os vacuostatos instalados em pontos estratégicos (tais como próximo de conexões de ramais na rede principal ou próximo de curvas) é possível se identificar a partir de que ponto ou proximidade deste há falta de vácuo.

Para testar isso se pretende utilizar o esquema da Figura 13, tomando-se um arranjo da rede de vácuo, com três vasos instalados.

**Figura 13** – Esquema para teste de monitoramento de falta de vácuo.



Para o teste do monitoramento remoto será instalado um vacuostato para medir o nível de vácuo em tempo real até que seja causada uma obstrução num ponto da rede próximo do sensor. Nesse arranjo a obstrução será simulada por um registro tipo esfera



(Figura 12). O sensor será conectado diretamente a um Módulo de Aquisição de Dados, o qual por meio de comunicação via protocolo TCP/IP e rede Ethernet irá transmitir os dados de pressão a um supervisor SCADA, que apresentará na tela de um computador a condição do trecho da rede (com ou sem vácuo) e também o valor de pressão percebido pelo sensor.

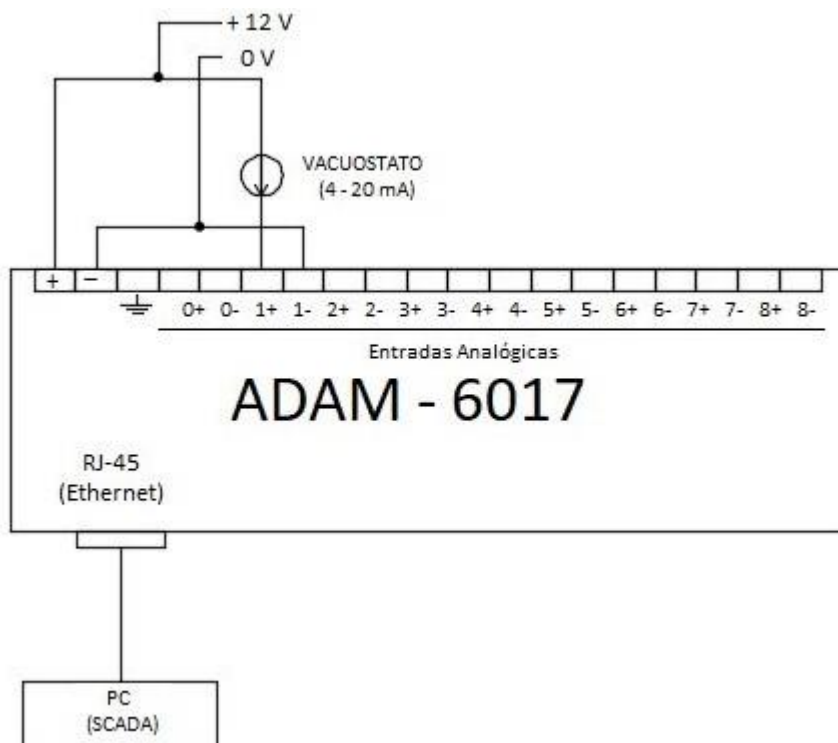
Relação de material:

- Arranjo de rede de vácuo com três vasos disponíveis, localizado no pavimento técnico do Aeroporto;
- Sensor de pressão: *Pressure Transmitter*, marca DANFOSS, modelo MBS 33, faixa de pressão 0 – 2,5 bar;
- Módulo de Aquisição de Dados: *Data Acquisition Modules*, marca ADVANTECH, modelo ADAM-6017;
- *Software Elipse SCADA* (modo Demo);
- Computador Notebook HP Pavilion.

#### 4 RESULTADOS

Para os resultados foi utilizado o arranjo contido na Figura 12 e esquematizado conforme figura 14.

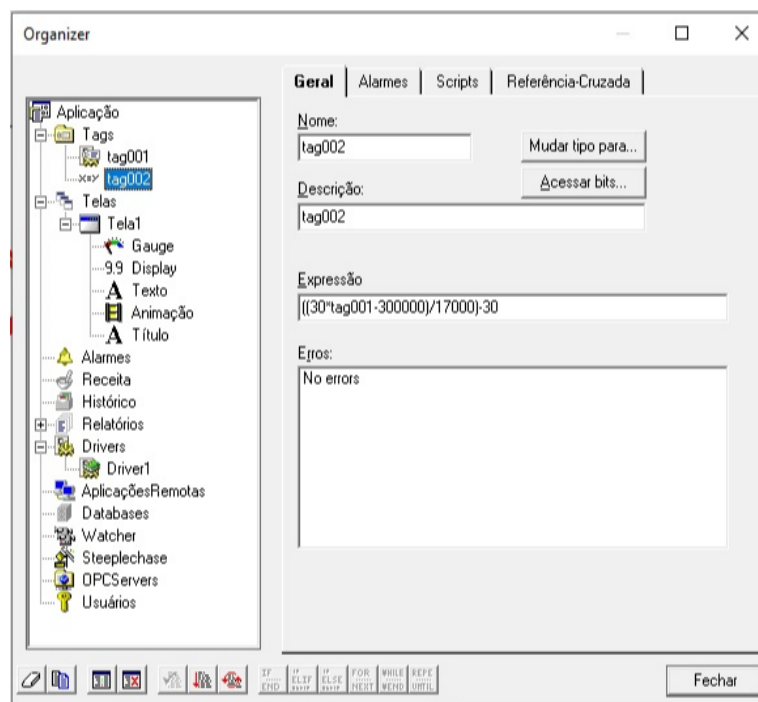
**Figura 14** - Diagrama de ligação dos dispositivos.





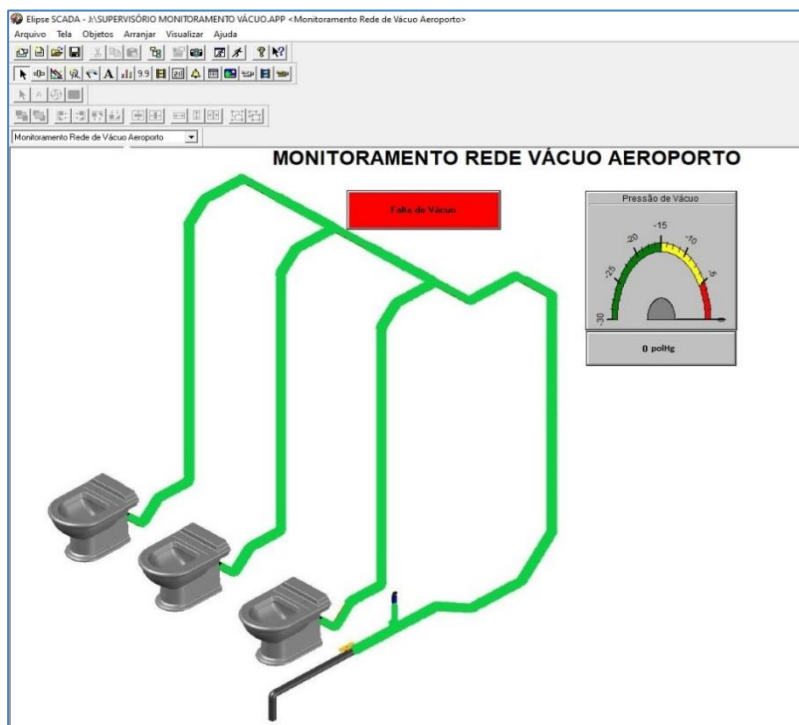
. O vacuostato foi ligado ao módulo ADAM por meio de fios paralelos de cobre  $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$  e este, por sua vez, conectado ao computador via cabo de rede RJ45 CAT 5E. Um supervisor foi criado no Elipse SCADA para a apresentação dos dados, por meio dos objetos *gauge*, *display*, texto e animação. Para rodar a aplicação criou-se dois tags: um tipo PLC (tag001) e outro tipo Expressão (tag002). O tag PLC é responsável pela comunicação entre o Módulo de Aquisição de Dados e o SCADA instalado no computador. Para essa comunicação faz-se necessário o uso de um *driver* fornecido pelo Elipse SCADA. Já o tag Expressão foi criado para converter o valor do sinal analógico lido pelo Módulo (fornecido pelo vacuostato) em valor de pressão de vácuo (polHg), conforme visto no objeto *gauge* do supervisor. A expressão foi elaborada conforme figura 15.

**Figura 15** – Elipse scada: janela organizer.

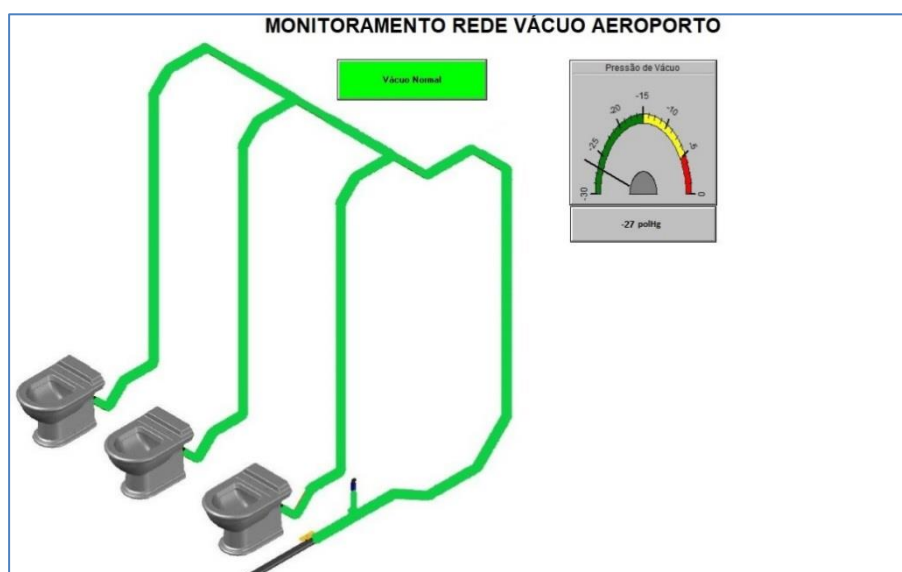


A aplicação foi rodada e por meio da ação de abrir/fechar o registro esfera foi possível visualizar os resultados, isto é, valor da pressão de vácuo no trecho e indicativo de presença ou falta de vácuo, através das cores verde, amarela e vermelha estabelecida na animação, da seguinte forma: registro aberto, vácuo normal (Figura 16); registro quase fechado, queda de vácuo (Figura 17) e, registro fechado, falta de vácuo (Figura 18).

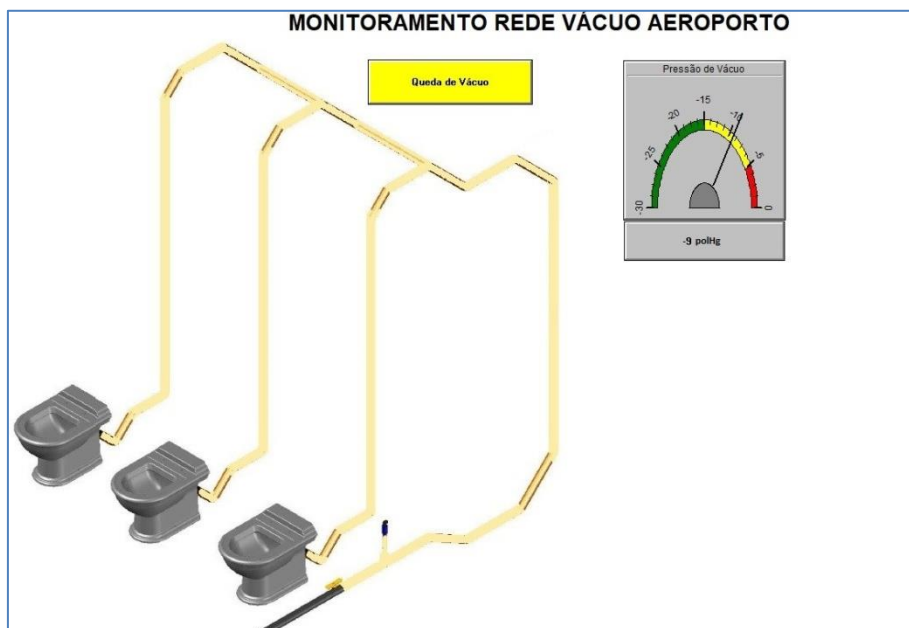
**Figura 16** – Supervisório desenvolvido no Elipse SCADA.



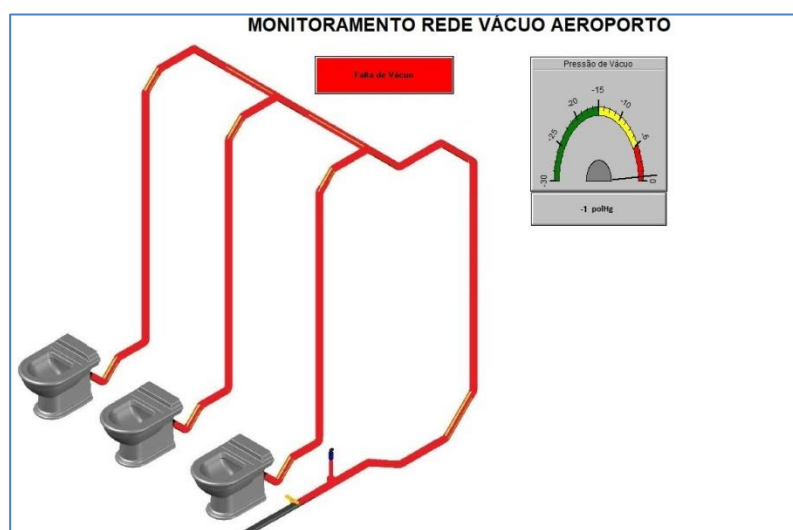
**Figura 17** – Aplicação rodando. Registro aberto e indicativo de Vácuo Normal.



**Figura 18** – Aplicação rodando. Registro quase fechado e indicativo de Queda de Vácuo.



**Figura 19** – Aplicação rodando. Registro fechado e indicativo de Falta de Vácuo.





## 5 DISCUSSÃO

Para o alcance desses resultados buscou-se primeiramente um módulo de aquisição de dados compatível com o sinal de saída ou *output* do sensor de pressão (4 – 20 mA). Pensou-se a princípio utilizar um conversor de sinal 4 – 20mA / 0 – 5V para uma integração com uma placa Arduino MEGA, porém depois de vários testes, os resultados mostraram que o conversor não transmitia sinal de tensão num nível e precisão adequados para leitura pelo Arduino. Além disso, com esse arranjo (conversor e Arduino) houve dificuldade em se transmitir os dados do sensor para o Elipse SCADA via rede ethernet. Diante disso resolveu-se utilizar um módulo ADAM-6017 - disponibilizado pelo setor de TI do Aeroporto – já que esse dispositivo possui entradas para sinais analógicos de corrente de 4 – 20mA e transmite esse sinal via rede ethernet. Com isso poderia ser conectado ao Elipse SCADA. Para a comunicação do módulo ADAM com o Elipse foi necessário fazer pesquisa nos sites e fóruns dos fabricantes em busca dos parâmetros de configuração necessários para a comunicação e escrita dos dados no Elipse.

Apesar de mostrado que é possível, a transmissão dos dados pela rede ethernet do Aeroporto não foi realizado, como proposto no trabalho, o que permitiria sua apresentação em qualquer computador do Aeroporto ligado em rede, bastando para isso ter o Elipse SCADA ou outro supervisor nele instalado. A razão disso passa por atender as políticas de TI da INFRAERO (administradora do Aeroporto do Recife), que para a implantação do projeto se faz necessária uma autorização da Empresa mediante razões técnico/econômicas e concessão da licença do software Elipse ESCADA.

## 6 CONCLUSÃO

Como visto, o problema que gera maior tempo de indisponibilidade nos banheiros do Aeroporto do Recife é obstrução na rede de vácuo. É possível diminuir esse índice com a implantação da ideia proposta nesse trabalho. Para isso se faz necessária a aquisição de sensores de pressão de vácuo (vacuostato) e sua instalação em pontos estratégicos da rede, os quais estarão ligados a módulos de aquisição de dados, que por sua vez se conectarão à rede de dados do Aeroporto via protocolo TCP/IP e meio de transmissão Ethernet. Um supervisor de toda a rede de vácuo do Aeroporto pode ser elaborado num software SCADA para mostrar mediante sinais dos sensores qualquer trecho onde houver falta de vácuo por ocasião de obstrução. Com isso a equipe de manutenção será acionada e de imediato saberá qual trecho da rede está obstruído. Isso evita a perda de tempo na checagem de informações de terceiros e ao mesmo tempo permite saber previamente a gravidade e impacto que o problema causará no Aeroporto (ex.: se o problema for na linha de 110 mm, a quantidade de banheiros sem vácuo é maior). O SCADA poderá ser instalado no computador do COMN (Centro de Controle da Manutenção) ou em qualquer computador ligado à rede de dados do Aeroporto.

## REFERÊNCIAS

WIKIPEDIA The Free Encyclopedia. *Vacuum sewer*. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum\\_sewer](https://en.wikipedia.org/wiki/Vacuum_sewer)>. Acesso em: 08 de abril de 2019.



LINS, Bruno Jatobá. *Ações Preventivas e Corretivas de Modo a Reduzir as Falhas em um Sistema de Esgotamento Sanitário à Vácuo*. 2013. 9 f. Monografia (Especialização em Gestão da Manutenção) –Escola Politécnica de Pernambuco (UPE), Recife, PE, 2013.

CARMELINA, S. *Arquitetura Inteligente*. Disponível em: <<http://carmelinasuquere.blogspot.com/2010/07/>>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

EVAC Environmental Solutions. *Manual Técnico: Projeto e Instalação de Bacias Sanitárias a Vácuo EVAC VT900*. São Paulo: EVAC, 2004, 13 p.

INFRAERO. *RF 06/557.08/6867 Planta Baixa – Nível +4,70 – Esgoto a Vácuo (parte 2)*. 2004.

AIRVAC. Vacuum Sewer Design Seminar. *Schematic of Typical Vacuum System*. Disponível em: <[http://prltap.org/eng/wp-content/uploads/2013/03/Diseno\\_Sistemas\\_Recoleccion\\_Aguas\\_Usadas\\_Succion\\_Estacion\\_Vacio\\_Sr\\_Dennis\\_Moss.pdf](http://prltap.org/eng/wp-content/uploads/2013/03/Diseno_Sistemas_Recoleccion_Aguas_Usadas_Succion_Estacion_Vacio_Sr_Dennis_Moss.pdf)>. Acesso em: 10 de abril de 2019.

BVST Environmental systems. *Manual Técnico: Tubulação*. São Paulo: EVAC, 2004, 18 p.

ELIPSE SCADA. *Supervisório Versão Demo V2.29 Elipse Software 2019*. Disponível em: <<https://www.elipse.com.br/downloads/?key=SCADA&language=ptbr>>. Acesso em: 15 de maio de 2019.

DANFOSS Engineering Tomorrow. *Pressure Transmitter Overview Série MBS 3000*. Disponível em: <<https://www.danfoss.com/pt-br/products/sensors-and-transmitters/dcs/industrial-pressure-transmitters/mbs-3000-series/#tab-documents>>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

ADVANTECH Enabling an Intelligent Planet. *User Manual ADAM 6000 Series*. Disponível em: <[http://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile4/1-1M99LTH/ADAM-6000\\_User\\_Manual\\_Ed\\_9.pdf](http://advdownload.advantech.com/productfile/Downloadfile4/1-1M99LTH/ADAM-6000_User_Manual_Ed_9.pdf)>. Acesso em: 10 agosto de 2019.