

Proposta de um sistema para auxiliar o HEMORIO na tomada de decisão de distribuição do sangue entre as agências transfusionais

Daniele Barcelos da Silva, Carlos Alberto Vieira Campos

Curso de Ciência da Computação
Pró-Reitoria de Ciências Exatas e Tecnologia
Universidade Gama Filho - UGF
Rio de Janeiro – RJ – Brasil

danielebarcelos@hotmail.com, carlosvcampos@yahoo.com.br

Abstract. *Distribute blood is a daily problem at institutions of health. This is a critical procedure, because it directly involves human lives. The Hemocenter of Rio de Janeiro (HEMORIO) supplies blood in hospitals in the State. As demand is often greater than supply, the HEMORIO is challenged to supply the agencies transfusion with a low stock. This paper proposes a system that suggests to HEMORIO the most appropriate allocation the stock of blood, especially among the major emergencies, as currently this process is done manually.*

Resumo. *O problema na distribuição de sangue é uma constante nas instituições de saúde. Trata-se de uma operação crítica, pois envolve diretamente vidas humanas. O Hemocentro do Rio de Janeiro (HEMORIO) tem a função do abastecimento de sangue nos hospitais do estado do Rio de Janeiro. Como quase sempre a demanda é maior que a oferta, o HEMORIO é desafiado em atender as agências transfusionais com o pouco estoque que possui. Este artigo propõe um sistema que sugere ao HEMORIO a distribuição mais adequada das bolsas de sangue, principalmente entre as grandes emergências, pois atualmente esse processo é feito manualmente.*

1. Introdução

O cenário da distribuição de sangue para o abastecimento dos estoques dos hospitais deve ser compreendido como um típico problema de alocação de recursos [Mello 2006], onde tão importante quanto abastecer uma agência transfusional (AT) é maximizar o aproveitamento do produto fornecido [Amorim 2000]. Quando o produto é o sangue e o cliente é a vida, o desperdício é inaceitável.

As AT são unidades de saúde que funcionam como representantes dos bancos de sangue e ficam localizadas dentro dos hospitais. São responsáveis pelo armazenamento e transfusão do sangue, e ainda pelo registro das informações transfusionais. Assim, essas AT devem comunicar ao banco de sangue o destino das bolsas para que os indicadores de consumo sejam calculados. Porém, essa comunicação acontece manualmente através do preenchimento do mapa transfusional, que pode demorar de 30 a 90 dias para conclusão. Este tempo é muito grande e o sistema proposto neste artigo visa diminuí-lo.

No contexto da demanda por sangue e seus derivados, o cenário mais comum é o alto número de pedidos de urgência e o baixo estoque de sangue nos hemocentros. Além disso, a decisão do número de bolsas que devem ser enviadas para cada AT é feita praticamente de forma intuitiva e depende das informações dos mapas transfusionais recebidos. Entretanto, devido a demora no envio desses mapas, o processo de distribuição do sangue pode conter falhas e ainda, provocar falta de sangue em uma AT e/ou desperdício em outra AT, pois se o sangue não for usado dentro da sua validade ele será descartado.

No limite do nosso conhecimento, não existe nenhum software que auxilie o processo da tomada de decisão da distribuição de sangue de um hemocentro e no acompanhamento do uso das bolsas de sangue nas AT. O que existe são softwares para gerenciar o processo de produção do sangue. Este processo inicia-se no cadastro do doador, passando pela coleta do sangue, processamento, realização de exames para detecção de doenças transmissíveis, expedição do sangue e finaliza-se com a transfusão no paciente. Como exemplo desses sistemas, podemos citar: Hemovida, SBS e o Hemote Plus. O Hemovida está instalado somente nas instituições públicas, as demais em públicas e privadas. O SBS e o Hemovida são os sistemas adotados pela maioria dos hemocentros do país, com exceção do HEMORIO que utiliza o Hemote Plus. O sistema proposto neste artigo utilizará as informações geradas pelo Hemote Plus para alimentar o banco de dados referente ao estoque de bolsas de sangue a serem distribuídas. A Tabela 1 contém algumas informações sobre esses softwares.

Tabela 1. Sistemas comerciais utilizados para gerenciar a produção do sangue

Sistema	Fornecedor	Idade do Software	Ambiente
Hemovida	Ministério da Saúde – DATASUS	10 anos	Windows / Oracle
Hemote	Sofis Informática	+ 13 anos	Windows / SQL Server
SBS	SBS Consultores	+ 15 anos	Windows / Progress

Como parte dos requisitos iniciais do trabalho proposto no presente artigo, alguns hemocentros do país foram entrevistados e estes foram unânimes quanto à necessidade de rastrear o estoque das AT e o destino das bolsas de sangue fornecidas. Assim, neste artigo é proposto um sistema via web, para auxiliar o HEMORIO na distribuição do sangue e de seus derivados. Para isso, foi proposto um algoritmo de distribuição que computa o número de bolsas que devem ser enviadas às AT. Desta forma, o sistema proposto visa auxiliar as AT em um melhor uso do sangue, utilizado nos hospitais do estado do Rio de Janeiro, e ainda, facilitar a comunicação das AT e o HEMORIO.

O restante do artigo está organizado da seguinte maneira. A Seção 2 apresenta o sistema proposto, onde são descritas as funcionalidades do sistema e o algoritmo de distribuição do sangue. Na Seção 3, uma modelagem do sistema proposto é mostrada através dos diagramas caso de uso e de colaboração para representar os atores e objetos envolvidos no sistema. Por fim, a Seção 4 conclui este artigo e aborda alguns trabalhos futuros.

2. Sistema Proposto para o Apoio à Decisão de Distribuição de Sangue

Para uma boa distribuição do sangue para as AT, dados do estoque e de consumo de uma AT sempre devem ser observados, pois essas informações revelam o perfil da população transfundida nesta AT e contribuem para uma decisão de distribuição mais acertada, principalmente em épocas de escassez do produto.

A seguir serão descritas as funcionalidades do sistema e o algoritmo de distribuição.

2.1. Funcionalidades do Sistema

As funcionalidades especificadas na Tabela 2 visam integrar o HEMORIO com as AT, no que diz respeito às informações necessárias para aperfeiçoar o processo de distribuição de sangue. O mapa transfusional que hoje é feito manualmente, passará a ser preenchido no sistema, via web, pelas AT. Assim, o HEMORIO saberá se as bolsas fornecidas às AT foram utilizadas ou não, e o estoque e o consumo de uma AT serão conhecidos pelo HEMORIO em tempo real. Com as informações de consumo, estoque por grupo sanguíneo e tipo da instituição, o sistema definirá o perfil da AT e auxiliará o HEMORIO a decidir o número mais adequado de bolsas que deve distribuir às AT.

Tabela 2. Funcionalidades do sistema

Funcionalidade	Descrição
Apoiar a decisão de distribuição	Auxilia o HEMORIO na decisão de distribuição do sangue às AT.
Gerar relatório de distribuição	Imprime relatório com a sugestão de distribuição de sangue feita pelo sistema e confirmada pelo HEMORIO.
Autenticar usuário	Validação dos dados de acesso do usuário às funcionalidades do sistema.
Consultar pendência	Permite consultar as bolsas de sangue enviadas às AT que não tiveram mapa transfusional registrado.
Consultar estoque	Permite consultar o estoque de bolsas de sangue de uma AT ou hemorrede.
Consultar consume	Permite consultar o consumo de bolsas de sangue de uma AT ou hemorrede.
Rastrear bolsa de sangue	Permite pesquisar dados de uma bolsa sangue.
Registrar mapa transfusional	Permite registrar as informações referentes a transfusão do paciente ou destino da bolsa.

2.2. Algoritmo de distribuição

A lógica da distribuição adotada no sistema é norteadada por variáveis de entrada, parâmetros de consumo das AT e fatores de desempate, que combinados sugerem a quantidade de bolsas que cada AT deve receber.

O sistema apenas sugere uma distribuição, porém o gestor tem autonomia para alterar os valores, independentemente das regras de negócio estabelecidas. Contudo, a lógica do sistema nem sempre encontrará a solução ótima, e assim, caberá ao gestor a decisão final quando todos os fatores de desempate não forem suficientes.

2.2.1. Variáveis de Entrada

Variáveis de entrada são as informações fornecidas pelo usuário.

- A_i* Agências transfusionais agendadas ou selecionadas para receber sangue, onde $i = 1, 2, 3, \dots, n$.
- X_i* Número de dias que o estoque sugerido deve atender à *A_i*.
- O* Oferta de bolsas de sangue disponíveis para distribuição.

2.2.2. Parâmetros de consumo

Pesquisas realizadas pelo sistema que definem o perfil de consumo da agência e fundamentam a distribuição do sangue.

- C_i* Consumo médio diário da *A_i* no período configurado.
- Em algumas regiões, o consumo de sangue pode variar de acordo com a época do ano. Por exemplo, uma AT da Região dos Lagos - RJ tem um aumento do consumo de sangue durante o período do carnaval, pois esta região fica mais freqüentada nesse período. Logo, a pesquisa de consumo desta AT deve ser feita na mesma época, isto é, basear-se no consumo do período do carnaval anterior.
- D* Demanda total representa a soma do consumo de todas as AT em um período.
- D_{Pi}* Desvio-padrão do consumo da agência *i*, utilizado no cálculo *MÍN_i* e *MÁX_i*.
- E_i* Estoque da *A_i* antes do processo de distribuição do sangue.
- MÍN_i* Sugestão do número mínimo de bolsas em estoque na *A_i*.
- MÁX_i* Sugestão do número máximo de bolsas em estoque na *A_i*.

2.2.3. Fatores de Desempate

Fatores utilizados para decisões críticas de desempate na distribuição do sangue.

- Q_i* Quantidade de bolsas sugeridas para distribuição para a *A_i*.
- S* Sobra que indica a quantidade de bolsas disponíveis para serem distribuídas novamente.

Critérios de desempate

- 1º Critério: Agência com estoque zerado, recebe pelo menos uma bolsa.
- 2º Critério: Prioridade de atendimento de acordo com o tipo da AT definido como *P_i*.
1- Pediátrica, 2- Emergência, 3- Cirúrgica, 4- Hospitalar e 5- Hemonúcleo.
- 3º Critério: Agência com maior consumo.

2.2.4. Regras da Distribuição

São regras gerais que devem ser seguidas no momento da distribuição, quando possível.

- Regra 1: Realizar o cálculo da distribuição para cada grupo sanguíneo.
Grupos sanguíneos: A+, A-, B+, B-, AB+, AB-, O+ e O-
- Regra 2: Calcular o consumo da agência através da média diária no período configurado. Exemplo: Últimos três meses ou último mês de fevereiro.

- Regra 3: Utilizar a informação de consumo diário para sugerir o número de bolsas que cada agência deve receber, quando a oferta for superior ou igual à demanda.
- Regra 4: Equilibrar a distribuição de forma que cada agência receba pelo menos uma bolsa de cada grupo sanguíneo.
- Regra 5: Utilizar a informação de estoque mínimo e/ou fatores de desempate para sugerir o número de bolsas que cada agência deve receber, quando a oferta for inferior a demanda.
- Regra 6: Fornecer para cada agência uma quantidade de bolsas que supra a necessidade da agência no número de dias informado. Exemplo:

Agência (A_i) – Hemonúcleo Costa Verde

Consumo médio (C_i) – 10 bolsas por dia

Estoque para suprir (X_i) – 3 dias

Quantidade ideal distribuída (Q_i) = $C_i * X_i$

- Regra 7: Programar os dias da semana que a agência receba sangue.

2.2.5. Procedimentos para o Processo da Distribuição do Sangue

Com o objetivo de darmos um maior detalhamento do processo da distribuição do sangue, serão descritos a seguir 16 itens da lógica utilizada nesse processo.

Item 1

1) Informar as agências transfusionais (A_i): O usuário informa os dias da semana que distribuirá o sangue. Na tela são exibidas as agências programadas para receber sangue nos dias informados. Podendo ser selecionadas outras agências.

A_i são as agências, onde $i = 1, \dots, n$ e n é o número total de agências selecionadas.

Exemplo: A_1 = Souza Aguiar, A_2 = INCA, ..., A_n = Miguel Couto.

2) Informar a oferta (O): O usuário deve informar ao sistema o número de bolsas disponíveis que serão distribuídas às agências.

Item 2

1) Calcular o estoque da agência (E_i): Pesquisar no banco de dados o número de bolsas em estoque que cada agência possui.

2) Calcular o consumo da agência (C_i): Média do consumo diário de cada agência.

3) Calcular demanda através do consumo (D): Soma dos consumos médios de cada agência, que indica a demanda.

$$D = \sum_{i=1}^n C_i$$

Item 3

Demanda maior que Oferta ($D > O$): Verificar se o número de bolsas disponíveis atenderá ao consumo do período. Caso a demanda não seja suficiente, o sistema tentará atender às agências transfusionais através do parâmetro de estoque mínimo.

Item 4

Distribuir para cada agência o número de bolsas igual ao seu consumo médio ($Q_i = C_i$). A quantidade de bolsas sugeridas para cada agência não poderá ser superior ao seu consumo médio. Essa medida ajuda a agência a não desperdiçar seu estoque.

Item 5

- 1) Calcular o desvio padrão: DP_i :
- 2) Calcular o estoque mínimo: $MÍN_i = (C_i - DP_i)$
- 3) Calcular o estoque máximo: $MÁX_i = (C_i + DP_i)$

Item 6

Calcular nova demanda: A demanda passa a ser calculada a partir da necessidade de atender ao estoque mínimo das agências transfusionais.

$$D = \sum_{i=1}^n MIN_i$$

Item 7

Sugerir a distribuição da oferta proporcional ao estoque mínimo: Verificar o percentual de cada demanda individual em relação à demanda total.

$$X_i = (100 * MIN_i) / D$$

Aplicar o percentual encontrado na Oferta. $Q_i = (X_i * O) / 100$

Somente a parte inteira do resultado deve ser considerada. Aplicar o método de truncamento quando o cálculo gerar o resultado com casa decimal.

Item 8

Na segunda tentativa de distribuição, verificar se todas as agências receberão pelo menos uma bolsa. Caso não seja possível, fica caracterizado um cenário de decisão crítica e a distribuição é feita utilizando os critérios de desempate.

Item 9

Sobra é a diferença entre oferta e o número total de bolsas sugeridas para distribuição. Lembrando que a quantidade de bolsas sugeridas (Q_i) é gerada a partir do consumo médio diário C_i ou estoque mínimo $MÍN_i$ ou por fatores de desempate.

$$S = O - \sum_{i=1}^n Q_i$$

Item 10

Se o processo para atender ao estoque mínimo gerar alguma sobra, será acionado o processo para decisão crítica (desempate), e assim decidir o que fazer com as bolsas restantes.

Item 11

Verificar se as sobras são suficientes para beneficiar com uma bolsa, cada agência com $Q_i = 0$ e $E_i = 0$. Este é o primeiro critério de desempate.

Item 12

Fornecer uma bolsa para cada agência com $Q_i = 0$ e $E_i = 0$.

Algoritmo do 1º Critério:

1. N = número de agências selecionadas
 Q_T = Total de bolsas já distribuídas
2. Faça $I = 1$ até $i = N$
 $i = i + 1$,
Se ($Q_i = 0$) e ($E_i = 0$) então
 $Q_i = 1$,
 $O = O - 1$,
 $Q_T = Q_T + 1$
Fim Se
Fim Faça
3. Calcular a sobra
 $S = (O - Q_T)$

Item 13

Executar o 2º critério de desempate, quando a distribuição, através 1º critério gerar sobra. Caso contrário, exibe a distribuição.

Item 14

Verificar se a sobra é suficiente para atender, com uma bolsa, as agências com maior prioridade de atendimento.

Item 15

Distribuir uma bolsa para cada agência com maior prioridade de atendimento. Se houver mais de uma agência com a mesma prioridade de atendimento, então é acionado o 3º critério de desempate. Agências com maior consumo diário têm maior prioridade para receber a sobra.

Item 16

Em caso de empate nos 2º e 3º critérios, a decisão da sobra fica a critério do usuário responsável pela distribuição.

A seguir, um fluxograma dos procedimentos para a distribuição do sangue será mostrado na Figura 1. Neste fluxograma é ilustrado o processo da distribuição do sangue quando o estoque for mínimo e quando for o processo de decisão crítica, ou seja, quantidade de bolsas de sangue disponível menor que o solicitado pelas AT.

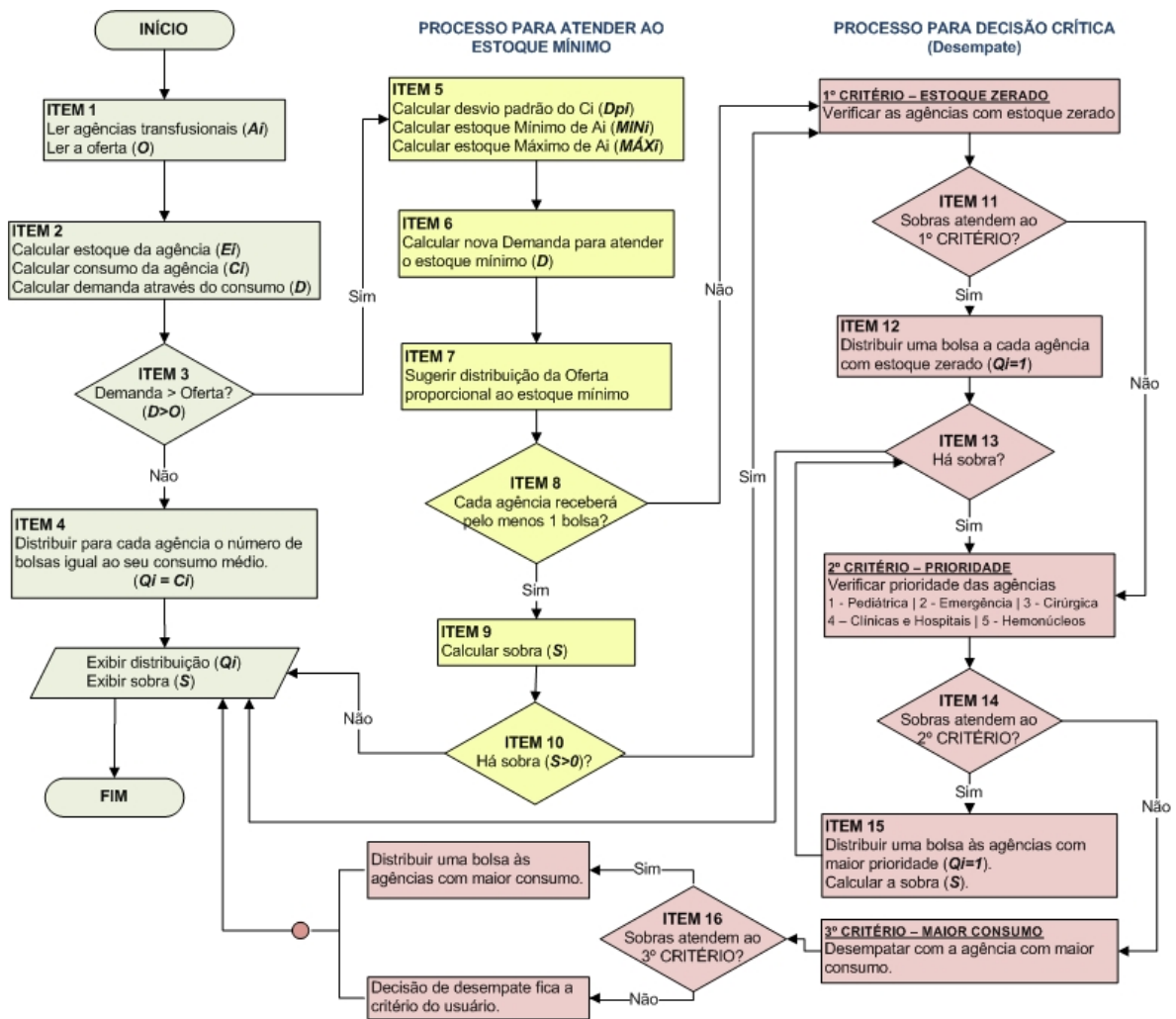


Figure 1. Fluxograma de distribuição do sangue

A partir dos itens que foram descritos anteriormente, nesta seção foi apresentado todo o processo da distribuição do sangue enfatizando a situação do estoque quando este estiver no mínimo e quando o estoque estiver abaixo do mínimo.

3. Modelagem do Sistema Proposto

Esta seção explora os requisitos funcionais do sistema, que foram apresentados, na Seção 2.1, através das funcionalidades do sistema. Esses requisitos serão ilustrados através dos diagramas de caso de uso geral e de colaboração, mostrados nas Figuras 2 e 3, respectivamente.

O diagrama de caso de uso é a representação gráfica da interação dos casos de uso com os atores envolvidos no processo [Furlan 1998, Larman 2004] e que para o

sistema proposto, indica as funcionalidades desempenhadas pelo HEMORIO, AT e pelo sistema Hemote Plus, usado na gerência da produção do sangue.

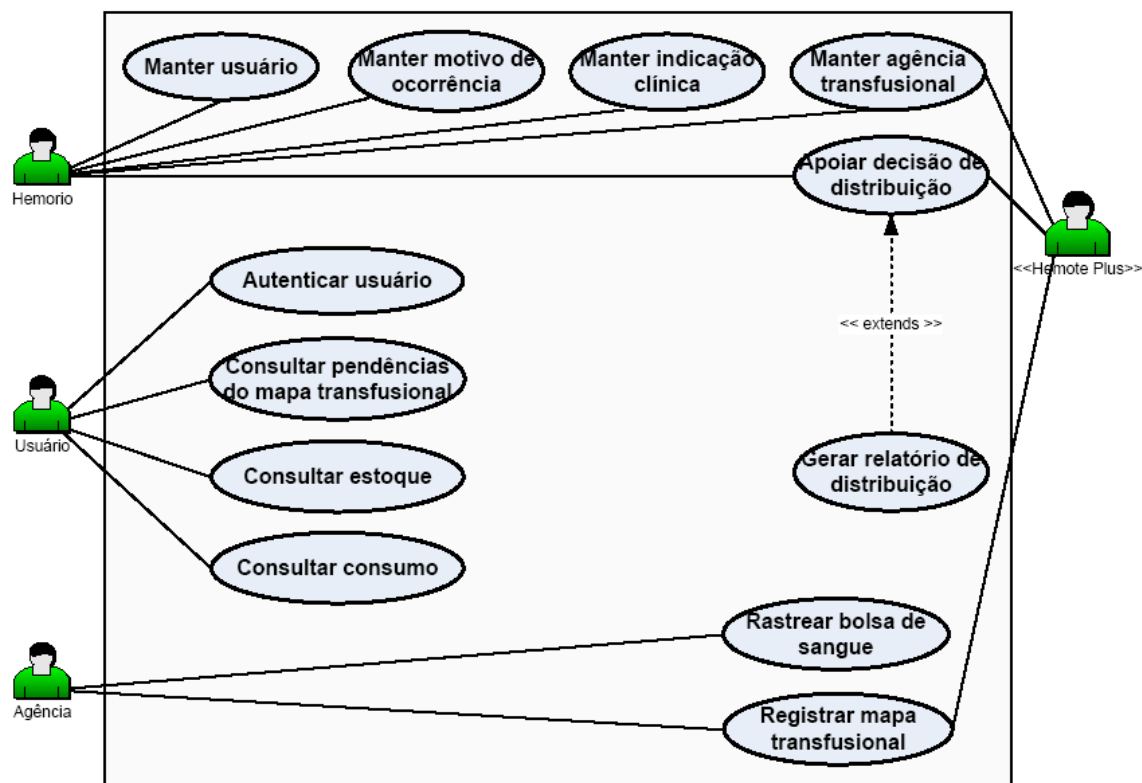


Figura 2. Diagrama de caso de uso geral

O diagrama de colaboração permite, de maneira mais fácil, visualizar as mensagens trocadas entre os objetos, apoiando o diagrama de classes de objetos. Por falta de espaço, alguns itens da modelagem, como o diagrama de classes, os requisitos funcionais e os respectivos diagramas de seqüência, não puderam ser apresentados. Mais detalhes sobre esses itens podem ser encontrados em [Silva, 2008].

4. Conclusão

A pretensão inicial do projeto era criar um sistema otimizado para melhorar a distribuição do sangue, mas durante a fase de levantamento de requisitos, observou-se que o HEMORIO não possuía registros confiáveis para avaliar a eficiência do modelo proposto. Como solução, foi criado um mecanismo para capturar informações das AT, em tempo real, e essas informações são utilizadas no algoritmo de distribuição, apresentado na Seção 2.2. Além disso, todo o processo da distribuição do sangue e de seus derivados foi modelado. Parte dessa modelagem foi descrita na Seção 3.

Durante a fase de desenvolvimento do trabalho, constatamos que somente será possível resolver, completamente, o problema da distribuição do sangue modelando o cenário, ou seja, levar em consideração as especificidades do hemocentro e de cada AT. Talvez o maior ganho do trabalho tenha sido criar um método para estabelecer a comunicação entre o HEMORIO e as AT, pois a maior falha residia no desconhecimento total do perfil de consumo das AT.

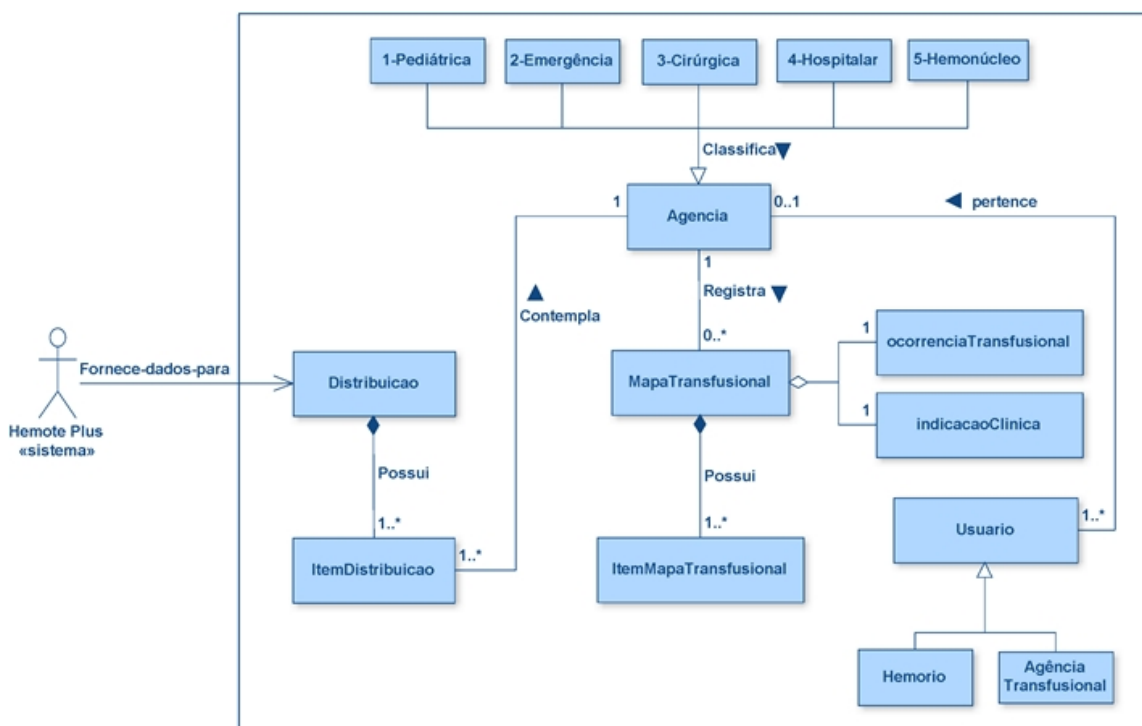


Figura 3. Diagrama de colaboração

Como trabalho futuro, pretendemos criar um piloto, formado por AT, onde o sistema proposto pudesse ser testado e o método de distribuição avaliado. Acredita-se que após a implantação do sistema, diversas observações em relação ao perfil de saúde da população poderão ser geradas, contribuindo no avanço do procedimento da distribuição do sangue e de seus derivados através do uso de técnicas de otimização, com base em [Silva 1998] e, principalmente, para a evolução da medicina transfusional.

Referências

- Amorim, L. et al. (2000), “Textos de apoio em hemoterapia”. Rio de Janeiro: Fiocruz.
- Furlan, J. D. (1998), “Modelagem de objetos através da UML”. São Paulo: Makron Books.
- Larman, C. (2004), “Utilizando UML e padrões: uma introdução a análise e ao projeto orientados a objetos e ao processo unificado”. 2. ed. Porto Alegre:Bookman.
- Mello, J.C.C.B.S. et al.(2006), “Algoritmo de alocação de recursos discretos com análise de envoltória de dados”. Rio de Janeiro.
- Silva, D. B.(2008), “O desafio da distribuição do sangue: um sistema para auxiliar ao HEMORIO na decisão de distribuição do sangue entre as grandes emergências”. Trabalho de conclusão de curso, 83 páginas, Universidade Gama Filho.
- Silva, E. M. et al. (1998), “Pesquisa operacional” 3. ed. São Paulo:Atlas.
- Spinola, R.O. et. al. (2007), “Projeto de software orientado a objetos com UML 2.0”. Ano 4.Ed. Rio de Janeiro: SQL Magazine.