Universidade Federal do Amazonas
Instituto de Computação

IEC684– SIMULACAO DE SISTEMAS

DANNY FABIANO FARIAS COSTA	20901592
JULIA CAROLINE DA SILVA PACHECO	20901704
MARCOS ANTONIO BATISTA DE OLIVEIRA	20901561
RAYLSON GAMA BRANDAO	20901792
RODRIGO LEITE COELHO	20410148

TRABALHO PARCIAL II

1. Introdução

O presente trabalho descreve o modelo de mobilidade com o simulador para redes oportunistas ONE, implementando e avaliando políticas de gerência de buffer para redes tolerantes a atrasos e desconexões utilizando três modelos de mobilidade.

O modo como as redes são desenvolvidas nos últimos anos tem evoluído sobre diversos aspectos. Estas redes ditas do futuro possuem uma gama de características que não tinham relevância no modo clássico como as redes eram concebidas, como interrupção sucessiva ou mobilidade variada, por exemplo.

2. Arquitetura DTN

Redes Regionais

Na arquitetura DTN é usado o conceito de regiões que define a área de atuação de redes com características de comunicação homogêneas. A rede DTN é construída como uma rede *overlay* em cima das redes regionais, que são redes diferentes, com características distintas. A rede DTN provê interoperabilidade entre as redes regionais, servindo como uma espécie de *buffer* para acomodar as diferentes latências entre as redes e possíveis falta de conectividade. Com isso a DTN também pode resolver os problemas de mobilidade e bateria limitada de dispositivos sem-fio.

Comutação de Mensagens

A comutação de mensagens não foi desenvolvida agora, ela é uma das formas mais simples de se trocar mensagens e é usada até hoje em muitos lugares como, serviços de correio, e-mail e correio de voz. Uma mensagem numa rede DTN pode ser um bloco de inteiro de dados de um aplicativo ou um segmento dele. A comutação de mensagens da rede DTN é do tipo *store-and-foward*, ou seja, ela primeiro recebe toda a mensagem, guarda em um *buffer* e depois encaminha para o próximo nó ou destino. A figura abaixo ilustra melhor esse processo.

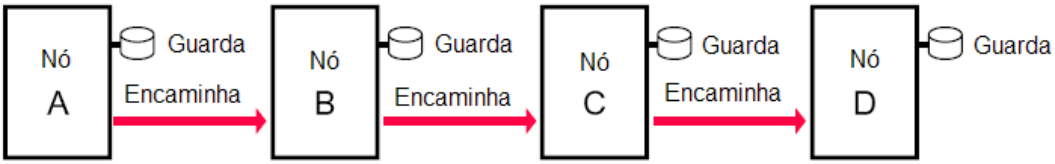


Figura 1: Comutação de Mensagens Store-and-Foward (*)

A comutação de mensagens embora seja muito simples, exige que os responsáveis por encaminhar as mensagens - os roteadores e *gateways* - tenham de possuir grande capacidade de armazenamento. Isso porque as mensagens têm que ser armazenadas por completo até que seja possível encaminhá-las. Esse tipo de armazenamento é dito persistente em oposição ao armazenamento feito em roteadores convencionais da Internet, que guardam os pacotes em *chips* de memória de curto prazo, por tempos da ordem de milisegundos, até que os pacotes sejam encaminhados. Os roteadores DTN precisam de armazenamento persistente pelos seguintes motivos:

- A comunicação com o próximo salto pode ficar indisponível por um grande período de tempo.
- Um dos nós da comunicação pode enviar dados muito mais rápido que o outro.
- O receptor da mensagem encaminhada pode detectar um erro e pedir a retransmissão dela.

Por armazenar as mensagens por inteiro, a técnica de comutação de mensagens pode avisar ao próximo salto os requisitos de banda e tamanho livre necessário em memória para armazenar a mensagem nos nós intermediários.

Contatos Oportunistas

Contatos oportunista são contatos que acontecem sem estarem previamente combinados. Suponha que uma pessoa deseje falar algo com outra, mas por algum motivo não consegue se comunicar com ela. Se, por sorte essas pessoas se encontrarem fisicamente no centro da cidade, elas vão ter a oportunidade de se comunicarem, e como existe o interesse de uma delas de fazê-lo, então ela o fará. Isto é considerado um contato oportunista, já que nenhuma das pessoas havia marcado um encontro com a outra. Esse é um exemplo que pode acontecer entre ser humanos, no entanto, hoje em dia está cada vez mais comum este

tipo de contato acontecer entre dispositivos eletrônicos sem-fio. Imagine que uma pessoa programou seu PDA (*Personal Digital Assistant)* para fazer o *download* de um arquivo. Porém no momento em que o indivíduo programou o seu PDA ele não tinha como acessar a Internet. Dessa maneira, uma vez que o PDA está programado, assim que ele tiver a oportunidade de se conectar com um ponto de acesso e baixar o arquivo, ele o fará. A figura abaixo ilustra outros tipos de contato oportunistas entre dispositivos móveis.

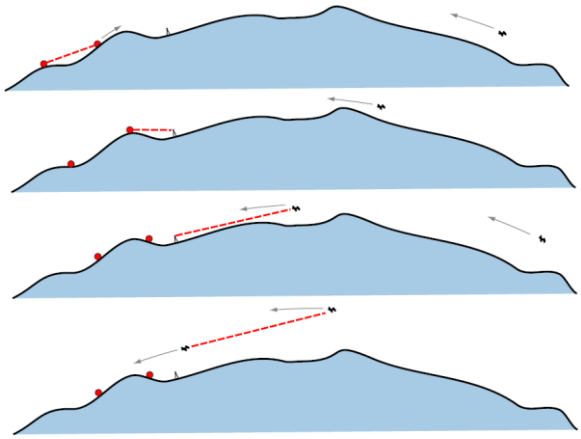


Figura 2: Contatos Oportunistas (*)

Funcionamento DTN

A partir de agora será mostrado o funcionamento das redes DTN. O tipo de mais básico de transmissão de mensagens numa rede DTN é o envio de mensagem sem a necessidade de qualquer reconhecimento ou classe de serviço. A fonte apenas envia a sua mensagem para o próximo nó. Outros tipo de classe de serviço são:

- Transferência em Custódia
- Confirmação de recepção da mensagem - confirmação para a fonte ou responsável pela retransmissão da mensagem, de que a mensagem foi recebida pela aplicação de destino.
- Notificação de aceitação de custódia - notificação para a fonte ou responsável pela retransmissão da mensagem, toda vez que um nó aceitar ser o novo custodiante de uma mensagem.
- Notificação de encaminhamento - notificação para a fonte ou responsável pela retransmissão da mensagem, toda vez que a mensagem for encaminhada.
- Prioridade de entrega - muito volume de dados (pouca prioridade), normal (média prioridade) e importantes (alta prioridade).
- Autenticação - Indica o método de autenticação, se for especificado algum (*e.g.* assinatura digital) este será usado para verificar a autenticidade da fonte e a integridade dos dados.

Para resolver o problema de diferença entre as latências das regiões, as redes DTN realizam a terminação dos protocolos de transporte, que ocorre na camada de empacotamento dos roteadores e *gateways*. Já que os protocolos de transporte (*e.g.*, TCP) são os responsáveis pela garantia da confiabilidade na comunicação fim-a-fim, e é a confiabilidade na comunicação, exatamente um dos desafios encontrados nos ambientes aonde as redes DTN se propõem a situar. Com isso, a camada de empacotamento age como substituta da camada de transporte na função de garantir a comunicação fim-a-fim. Essa medida, de terminar os protocolos de transporte, faz com que as camadas inferiores à camada de empacotamento que se situam em redes de baixa latência fiquem isoladas de seus pares homólogos em outras redes com alta latência. Resolvendo assim o problema de atraso.

A camada de empacotamento suporta sozinha a troca de mensagens fim-a-fim. As mensagens são tipicamente entregues separadamente, de um nó para o próximo, independentemente das outras mensagens, exceto mensagens de resposta opcionais. Mesmo que as mensagens sejam quebradas em fragmentos, como já foi dito acima que pode acontecer, elas viajam independentemente uma da outra.

3. Implementação das políticas de gerência

A primeira parte do trabalho era a construção dos algoritmos de descarte de mensagens no ONE. As políticas especificadas para o grupo foram:

a) Evict Most forwarded first – A mensagem que foi enviada um número máximo de vezes é descartada;

b) Drop tail – A primeira mensagem na fila do buffer é escolhida para ser retirada.

3.1. Algoritmos

DropTail

```
01    protected Message getDropTailMessage(boolean excludeMsgBeingSent) {
02          Collection<Message> messages = this.getMessageCollection();
03          Message first = null;
04          Object[] queueMessages = messages.toArray();
05          for (int i=0; i<queueMessages.length; i++) {
06
07                if (excludeMsgBeingSent && isSending(((Message)
      queueMessages[i]).getId())) {
08                      continue; // skip the message(s) that router is sending
09                }
10                else{
11                      first = (Message)queueMessages[i];
12                      break;
13                }
14          }
15
```

```
16          return first;
17      }
```

Este algoritmo retorna a primeira mensagem na fila do buffer. O problema que tivemos de imediato com ele é que a fila de mensagens do ONE é uma variável da classe Collection de Message, que composta por vários elementos, mas sem serem indexados. A ideia do algoritmo é justamente pegar a mensagem de índice 0, dentro da coleção. Implementamos isso, transferindo as referências dos objetos Message para para um Array de Objects. Fazendo isso, com um método da própria classe Collection (toarray()), conseguimos transformar a fila de mensagens num vetor e pegar a posição 0 do mesmo. Uma consideração importante deve ser destacada: a linha 07 testa se a mensagem começou a ser enviada, ou seja, caso o algoritmo selecione a primeira mensagem e ela está sendo enviada, o mesmo a ignora e condena a segunda ou a terceira ou a quarta mensagem presente na fila, e assim por diante, para ser descartada.

Evict Most forwarded first

```
01      protected Message getEvictMostForwardedFirstMessage(boolean
            excludeMsgBeingSent) {
02          Collection<Message> messages = this.getMessageCollection();
03          Message mostForwarded = null;
04          int i;
05          for (Message m : messages) {
06
07                  if (excludeMsgBeingSent && isSending(m.getId())) {
08                          continue; // skip the message(s) that router is sending
09                  }
10                  else if (mostForwarded == null ) {
11                          mostForwarded = m;
12                  }
13                  else if (m.getForwardCount() >= Message.MAX_FORWARDED) {
14                          mostForwarded = m;
15                          break;
16                  }
17                  else if (mostForwarded.getForwardCount() <
        m.getForwardCount()) {
18                          mostForwarded = m;
19                  }
20
21          }
22
23          return mostForwarded;
24      }
```

Neste tivemos que pensar um pouco mais. Vamos ao que o algoritmo propõe: retorna a mensagem presente no buffer que tiver o maior número de envios registrados. Para isso tivemos que modificar mais classes além da ActiveRouter, porque precisávamos guardar e manipular a quantidade de vezes a mensagem fora enviada. Portanto tomamos uma decisão de projeto: modificar a classe Message, incluindo os seguintes membros:

```
01      /** Máximo número de vezes que uma mensagem é enviada */
02      public static final int MAX_FORWARDED = 10;
03      /** Número que vezes que a mensagem foi enviada */
```

```
04     private int forwardCount;
05     /** Retorna o número de envios atual */
06     public int getForwardCount() {
07           return forwardCount;
08     }
09     /** Atribui um valor ao número de envios, caso necessário */
10     public void setForwardCount(int forwardCount) {
11           this.forwardCount = forwardCount;
12     }
13
14    /** Chamada de método para incrementar o número de envios
15      *  quando do início do processo de envio de mensagem
16      */
17     public void incForwardCount() {
18           this.forwardCount++;
19     }
```

O algoritmo funciona testando cada uma das mensagens presentes no buffer. A primeira mensagem encontrada é condenada na primeira iteração, por um simples detalhe de lógica, para que haja com o que comparar as demais. A partir da segunda iteração, o algoritmo passa a testar se o número de envios das mensagens se iguala ou ultrapassa à constante MAX_FORWARDED, membro da classe Message e que define o número máximo de envios até que a mensagem seja descartada. A primeira mensagem encontrada que satisfaça esta condição é escolhida pelo algoritmo. Caso ele não encontre, a mensagem de maior número é descartada, ou seja, a que tiver número de envios mais próximo do máximo. Especificamos a constante MAX_FORWARDED como sendo igual a 10, pelo fato de que, como são muitas mensagens que figuram num mesmo instante no simulador (apesar de este número ter variação muito alta), é provável o algoritmo de envio dará menos atenção aos elementos do buffer, porque são muitos, logo o número de envios de cada elemento (mensagem) será reduzido, assim: $\frac{\text{———————————————}}{\text{———————————————}}$. O denominador desta razão não é maior que o numerador, portanto teremos um número racional que será discretizado se tornando inteiro.

4. Modelo de Mobilidade

A segunda parte do trabalho é a definição do modelo de mobilidade. O nosso problema real é: em uma rede DTN, quando ocorrer overflow no buffer dos nós qual mensagem será escolhida para ser descartada.

My Tracks

O My Tracks é um aplicativo que permite gravar e compartilhar trilhas de GPS, com estatísticas. Ele grava seus caminhos com o GPS e mostra estatísticas em tempo real enquanto você caminha, pedala, corre ou participa de outras atividades ao ar livre. Os caminhos podem ser compartilhados, enviados ao Google Planilhas, Google Meus Mapas ou Twitter. (Android Market, 2011)

Figura 3. Da esquerda pra direita: percurso gravado no GPS pelo MyTracks, Altimetria e Estatísticas do percurso (dados da Android Market, 2011).

Informações sobre o modelo:

- O ambiente de simulação que escolhemos foi o campus da Universidade Federal do Amazonas;
- Coletamos dados com o aplicativo My Tracks durante 8 dias úteis. Esses dados foram utilizados para compor um trace de mobilidade que será usado como parâmetro de entrada no simulador ONE;
- Ao todo foram realizadas 25 coletas;

A seguir algumas imagens das coletas:

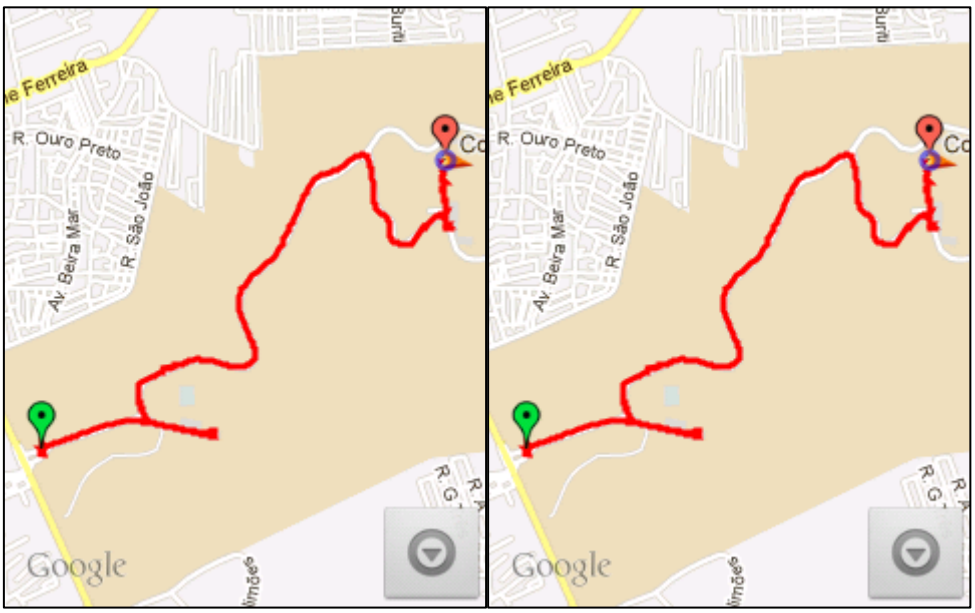


Figura 4: Screenshots do trace de seis das vinte e cinco coletas realizadas.

Parâmetros de configuração do simulador:

```
01      # Common settings for all groups
02      Group.movementModel = ExternalMovement
03      ExternalMovement.file = TrabalhoParcial2_MARCOS.ANTONIO.gpx.one
04      Group.router = EpidemicRouter
05      Group.bufferSize = 5M
```

5. Aplicação de V&V ao modelo

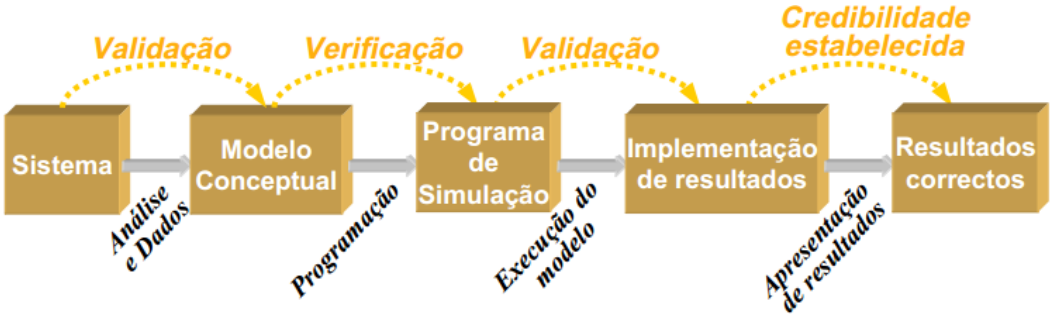
Duas fases muito delicadas no processo de desenvolvimento de modelos de simulação correspondem à verificação e à validação desses modelos.

Verificação do modelo é a etapa onde o modelador checa se o modelo desenvolvido corresponde ao idealizado. Neste ponto é verificado se o modelo foi construído corretamente. Nesta fase busca-se fazer testes exaustivos no simulador. O modelador precisa se convencer de que o simulador está correto e rodando bem.

Na verificação de um modelo, deve-se variar os valores dos parâmetros de entrada (inclusive utilizando as fronteiras do intervalo de valores) e analisar se os resultados são coerentes. Nesse momento é possível sentir a força da simulação, que agiliza a etapa de testes, tornando-os viáveis em termos de tempo e dinheiro.

A validação é a etapa onde será checado se o modelo desenvolvido representa bem o sistema real. É a busca da resposta para a pergunta: foi desenvolvido o modelo correto?. A ideia é passar confiança ao usuário, mostrando que qualquer experimento com o modelo irá gerar resultados que coadunam com a realidade do sistema estudado.

A validação é normalmente conseguida executando o modelo e comparando seus resultados com os oriundos do sistema real. Se os resultados da simulação se aproximarem dos valores reais, dentro de um nível de confiança desejado, o simulador será validado.



Implementamos verificação com três técnicas:

Técnica 1: Escrever e debugar em módulos e submódulos;

Técnica 2: Utilizar mais de uma pessoa para revisar o código, pois aquele que codificou um subprograma ou submódulo não é um bom crítico;

Técnica 7: (Análise do fluxo de dados) Pode ser usada para descobrir anomalias do código do modelo, tais como variáveis indefinidas ou não referenciadas.

6. Uso das ferramentas

My Tracks

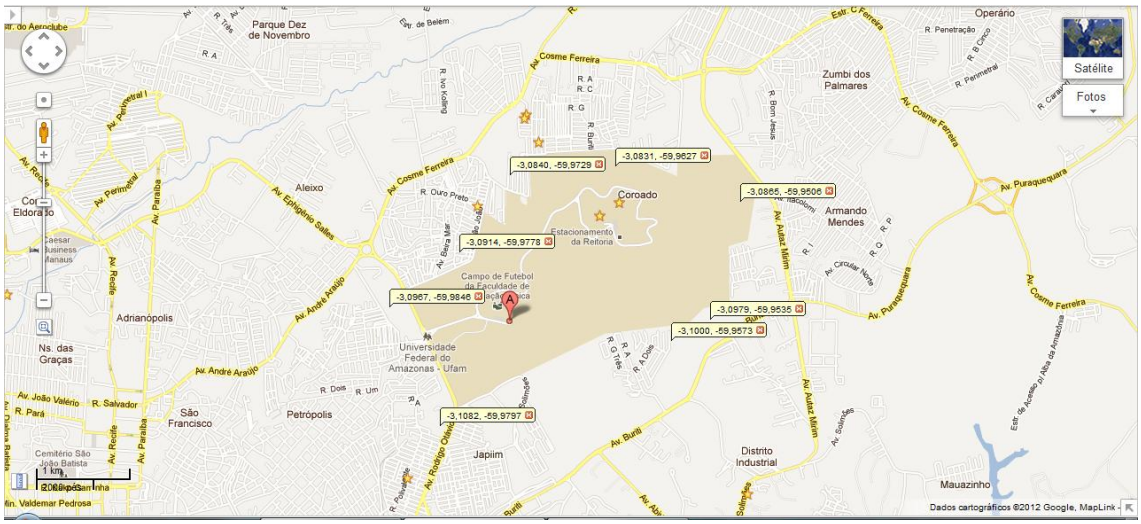
Com a utilização do my tracks não houve nenhum problema. Talvez o único problema que mereça ser citado seja que enquanto o programa estava em execução, a bateria do smartphone se esgotava rapidamente. Gerando problema para dois dos nossos colegas que instalaram o software em seus celulares pessoais.

BonMotion

Seguindo o tutorial disponibilizado pelo monitor, não houve muito mistério em conseguir chegar a um resultado.

A principio houve estranheza ao utilizar algum software que desse as coordenadas (usado google maps), pois o foco do software não era mostrar coordenadas exatas, mais sim, nome de ruas, locais

próximos, entre outros. Para conseguir as coordenadas foi necessário utilizar algumas “gambiarras”. Como mostrado abaixo:



Apesar de não esta, no mapa, marcando exatamente o perímetro da ufam, as coordenadas mostradas são de fato algumas pontos que marcam a fronteira da ufam.

Uma vez coletado os pontos, bastou pegar a maior latitude e longitude e a menor latitude e longitude.

Com os dados escolhidos foi possível montar a instrução que se faltava:

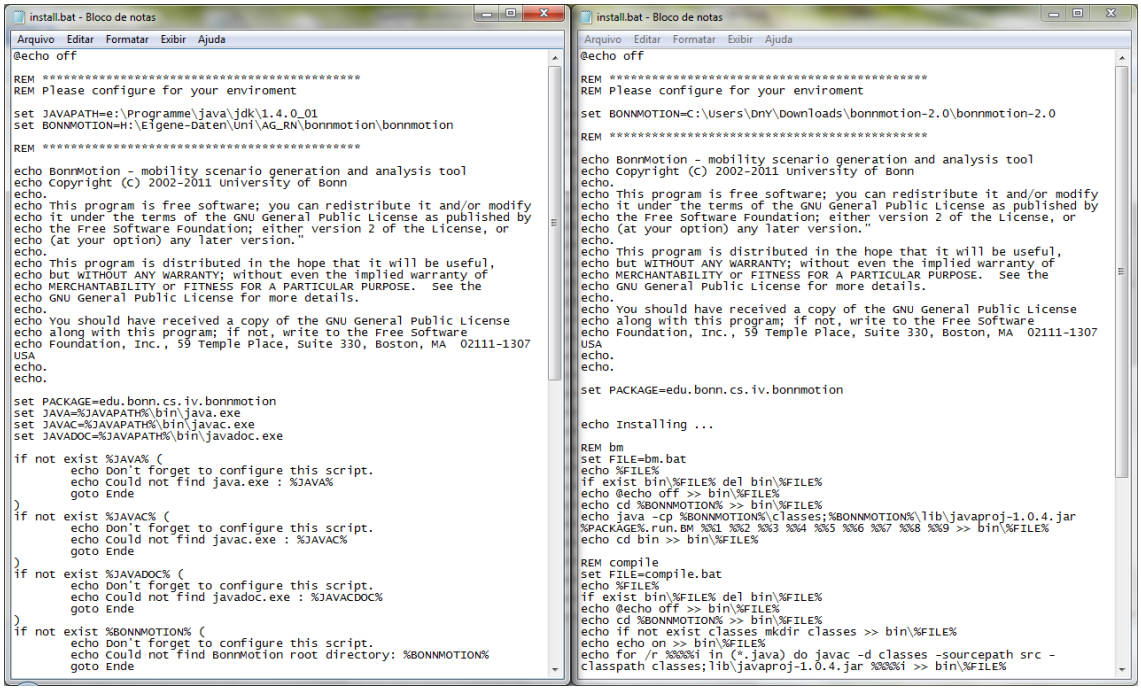
<bounds minlat="-3.1082" minlon="-59.9845" maxlat="-3.0836" maxlon="-59.9507"/>

Quando terminado de colocar a instrução acima em todas as coletas. Bastou seguir o manual e conseguimos gerar o arquivos de saída com extensão “.one”.

Gerado os primeiros resultados, notou-se que seria muito custoso criar um programa para fazer o que era pedido. Para facilitar a vida decidi instalar o bonmontion no Windows, pois é de conhecimento próprio a manipulação de arquivos usando resquício do DOS (linguagem batch).

A primeiro momento foi necessário instalar o JDK e coloca-lo na variáveis de sistema.

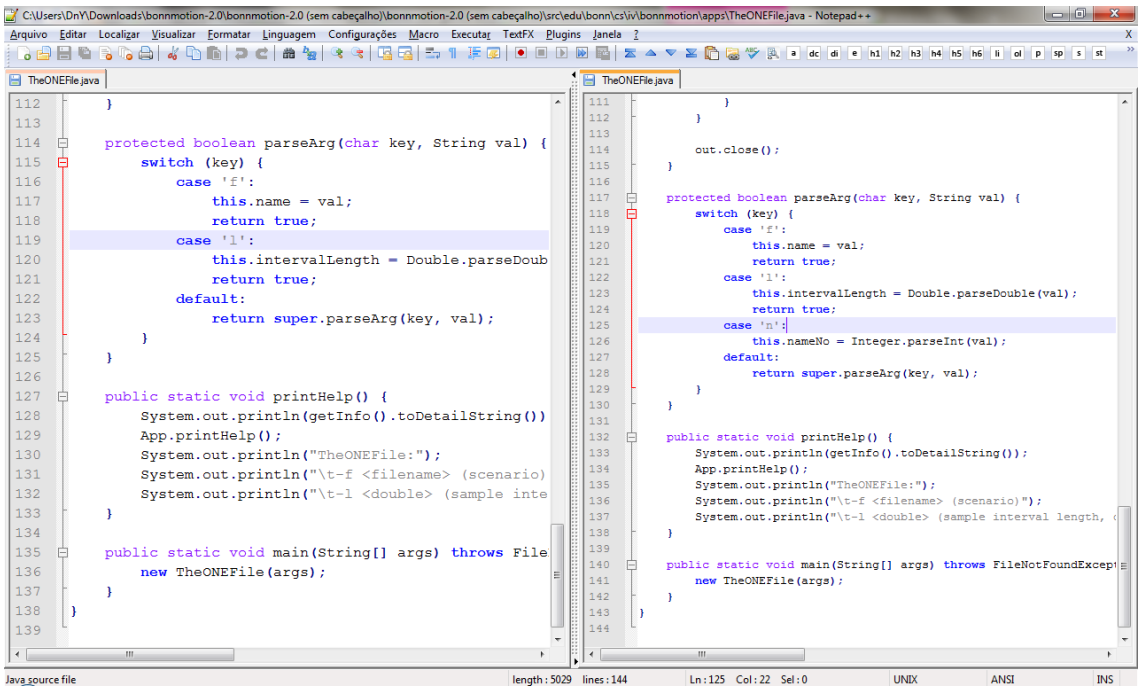
Quando tentei rodar pela primeira vez o bonmontion, notei q ele exigia que modificasse o arquivo install.bat. Mas só realizando as modificações que o tutorial próprio do bonmontion sugeria não era suficiente. Então foi modificado parte do arquivo para que pudesse ser compilado na minha maquina. Como mostrado a seguir:



Como era (imagem esquerda) e como ficou(imagem direita).

Uma vez compilado e rodando, decidi modificar o arquivo fonte para que o programa facilitasse na hora de ordenar os arquivos.

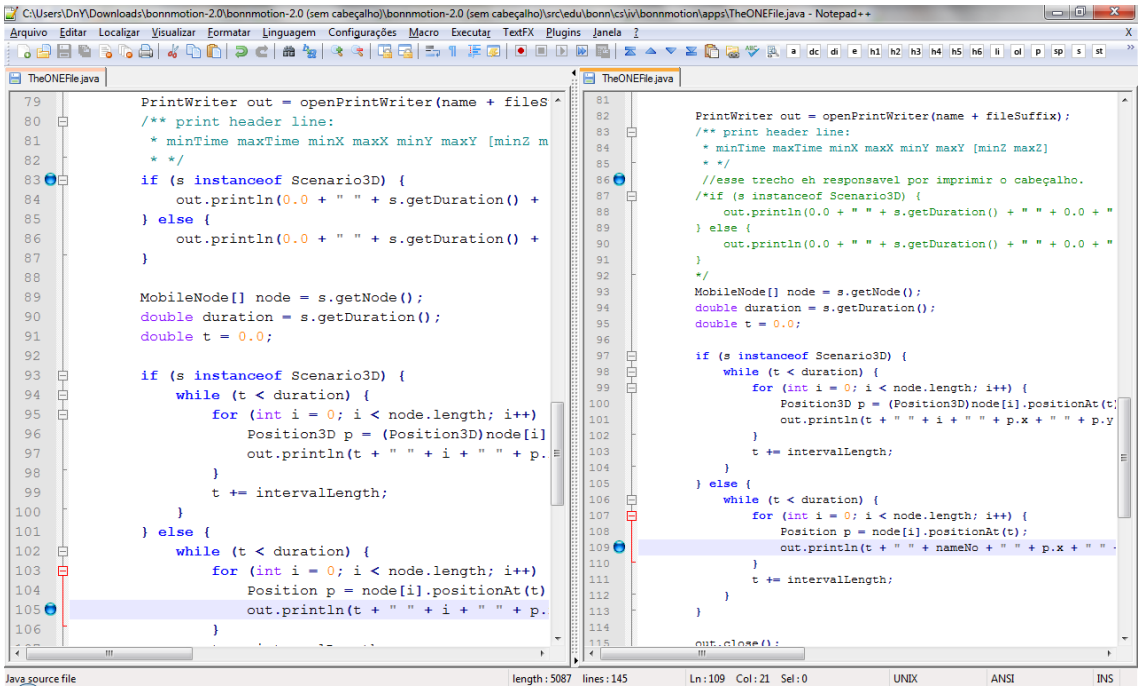
O arquivo modificado foi o TheONEFile.java, como mostra a imagem:



Como era (imagem esquerda) e como ficou(imagem direita).

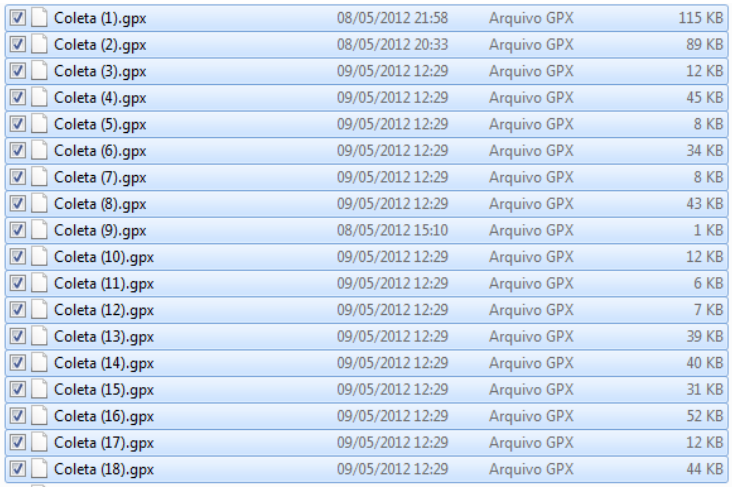
Foi adicionado mais um parâmetro(-n) para que pudesse suportar a escolha do nome do no que será impresso.

Após feito isso, foi feito mais uma modificação para que o cabeçalho de cada arquivo não fosse impresso, imprimindo assim somente o caminho do no, foi também modificado para que imprimisse em vez do valor padrão 0 (zero), o valor determinado pelo parâmetro citado anteriormente. Como mostra a imagem abaixo:

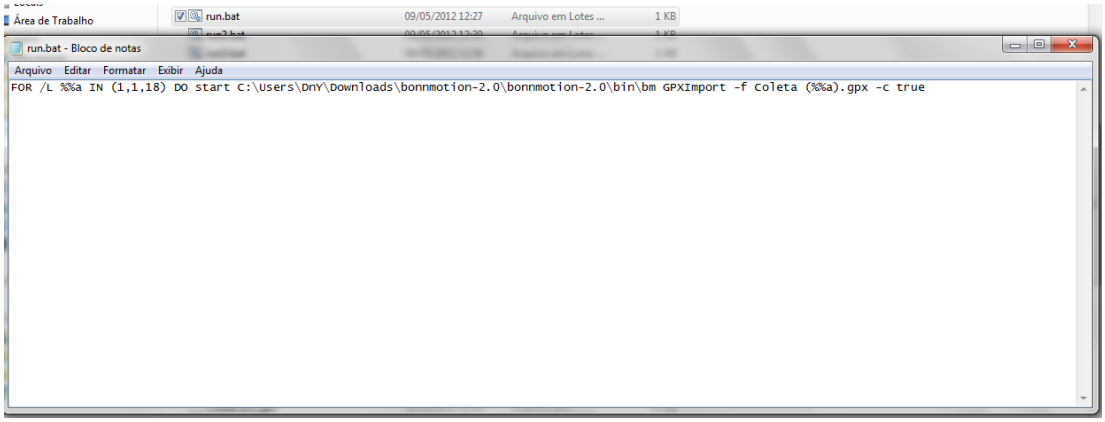


Como era (imagem esquerda) e como ficou(imagem direita).

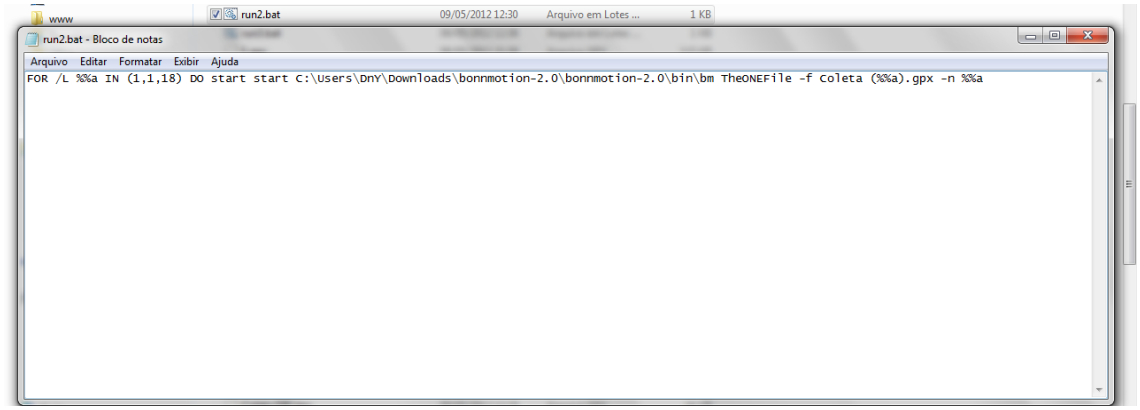
Como próximo passo foi padronizado os nomes dos arquivos de entrada (arquivos com extensão ".gpx"). Figura abaixo:



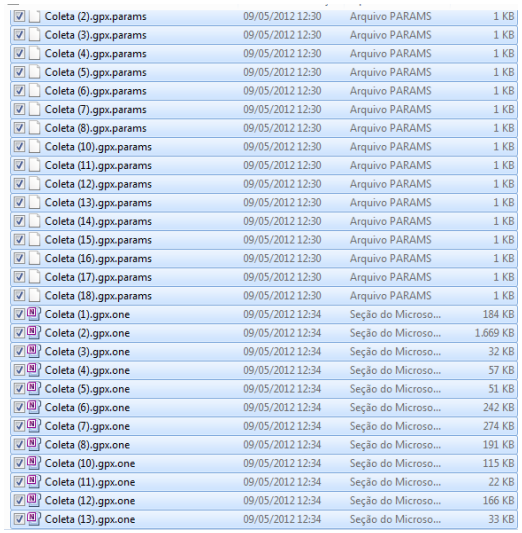
Apos isso foi criado o mini-programa batch run.bat, que aplica a instrução" bm GPXImport" para todos os arquivos gerados pelo mytrack e já com os nomes padronizados:



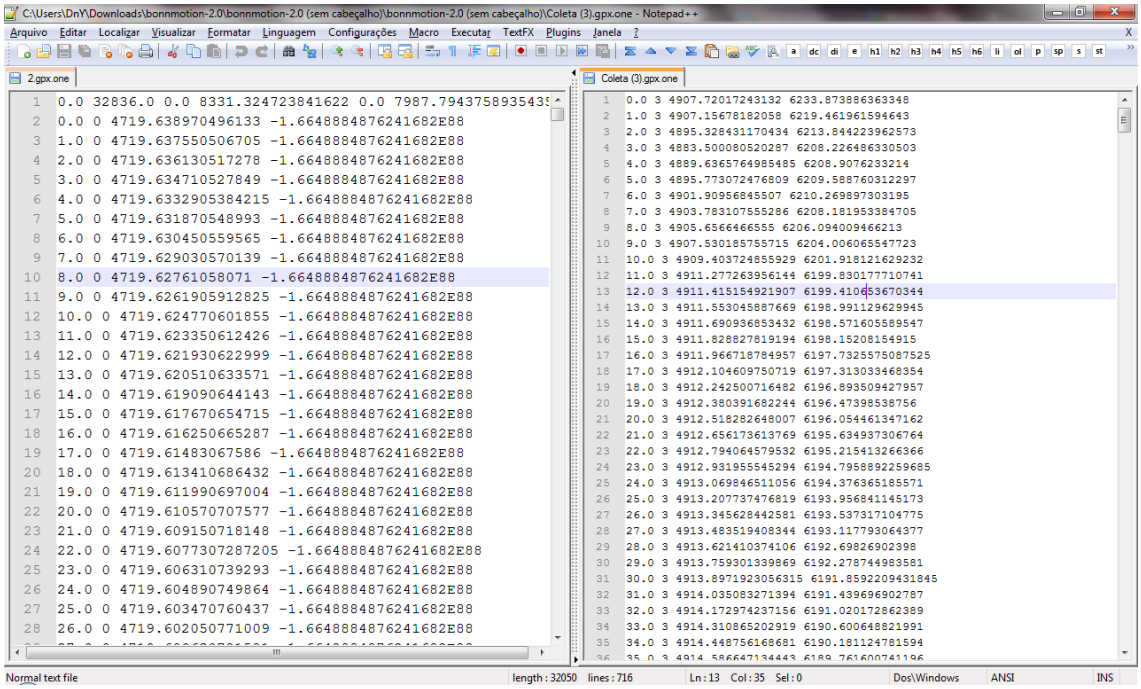
Depois foi criado o run2.bat, que roda para todos os arquivos a instrução “bm TheONEFile”, onde também determina qual será o nome do no, determinado pelo parâmetro “-n”:



Como saída tem-se esses arquivos:

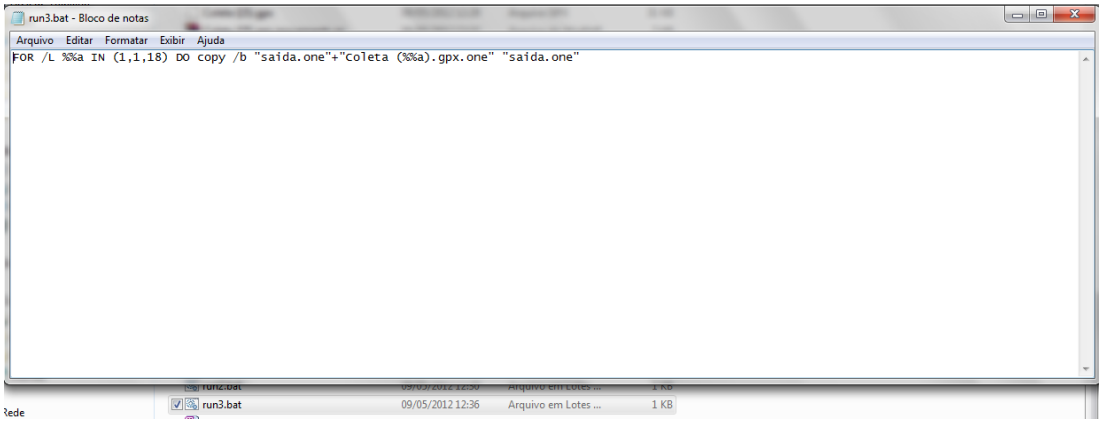


Com essas informações:

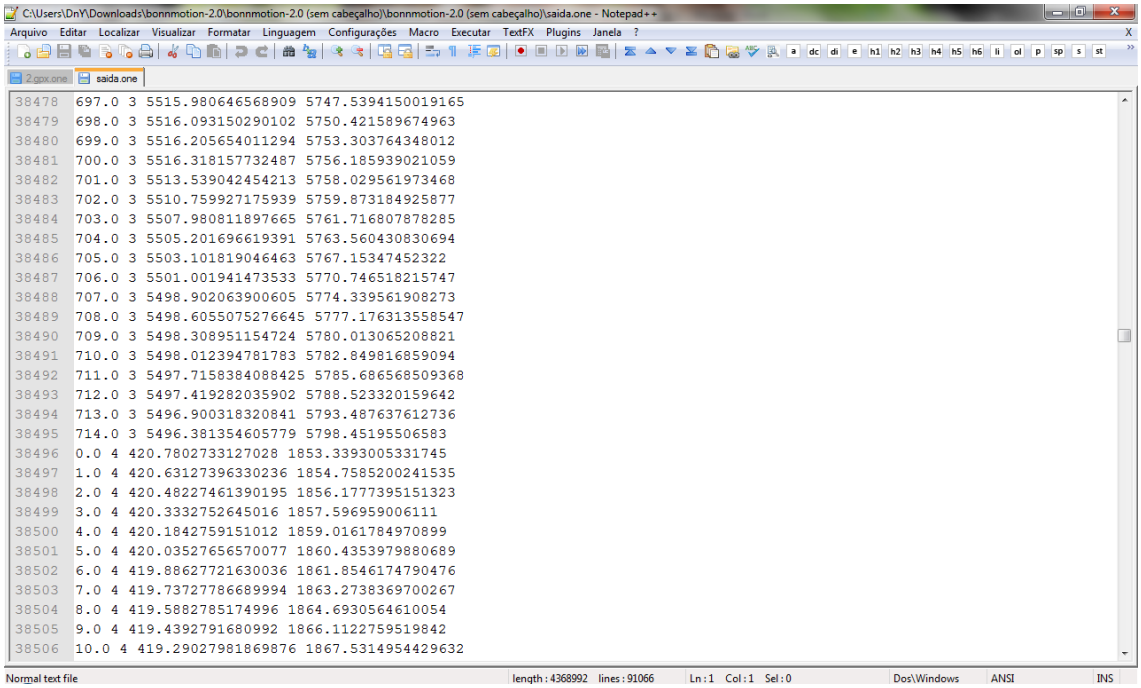


Como era (imagem esquerda) e como ficou(imagem direita).

Como terceiro programa foi criado o run3.bat, que junta todos os resultados em um único arquivo chamado “saída.one”:

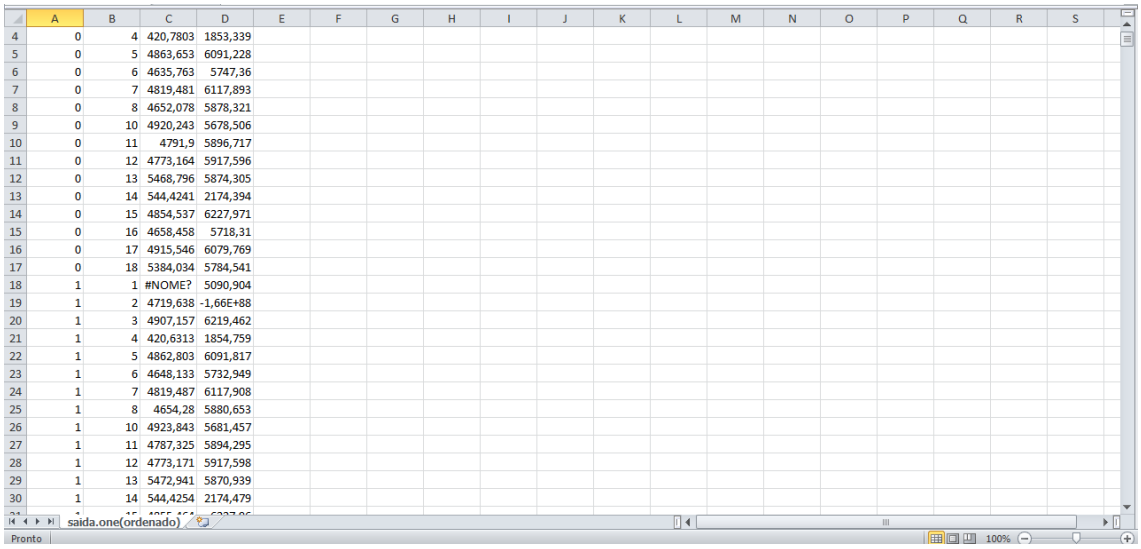


Resultado: **.one**:



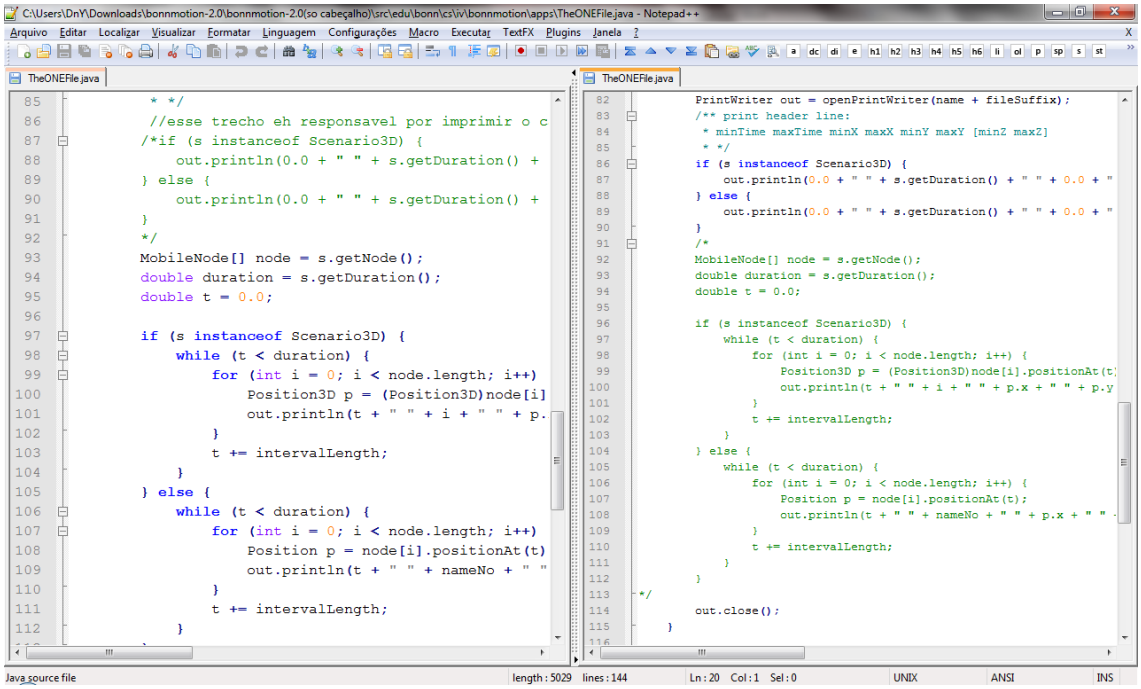
Note que junta o final de um arquivo com o inicio do outro

Por ultimo todos esses dados foram ordenados usando a ajuda do Microsoft Excel:



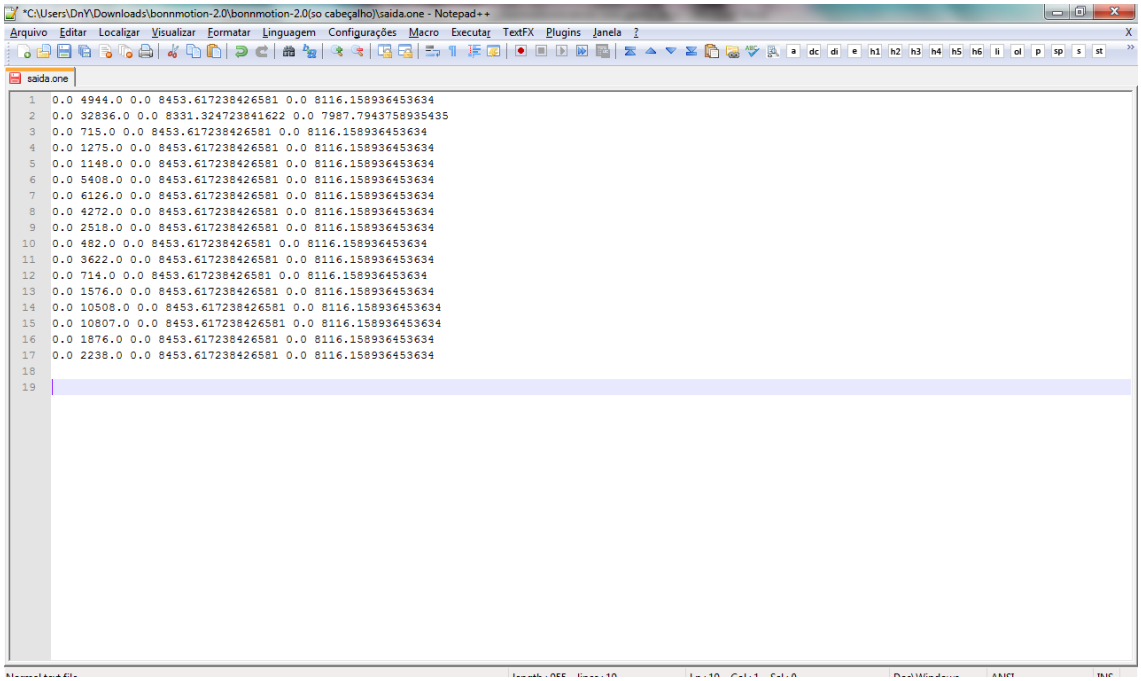
	A	B	C	D
4	0	4	420,7803	1853,339
5	0	5	4863,653	6091,228
6	0	6	4635,763	5747,36
7	0	7	4819,481	6117,893
8	0	8	4652,078	5878,321
9	0	10	4920,243	5678,506
10	0	11	4791,9	5896,717
11	0	12	4773,164	5917,596
12	0	13	5468,796	5874,305
13	0	14	544,4241	2174,394
14	0	15	4854,537	6227,971
15	0	16	4658,458	5718,31
16	0	17	4915,546	6079,769
17	0	18	5384,034	5784,541
18	1	1	#NOME?	5090,904
19	1	2	4719,638	-1,66E+88
20	1	3	4907,157	6219,462
21	1	4	420,6313	1854,759
22	1	5	4862,803	6091,817
23	1	6	4648,133	5732,949
24	1	7	4819,487	6117,908
25	1	8	4654,28	5880,653
26	1	10	4923,843	5681,457
27	1	11	4787,325	5894,295
28	1	12	4773,171	5917,598
29	1	13	5472,941	5870,939
30	1	14	544,4254	2174,479

Concluído a ordenação dos valores, é necessário criar o cabeçalho para o arquivo final que será entregue, para isso é necessário imprimir somente os cabeçalhos e ignorar os dados, ou seja, o inverso do que foi feito ate agora, para isso foi necessário modificar novamente o arquivo TheONEFile.java:



Como era (imagem esquerda) e como ficou(imagem direita).

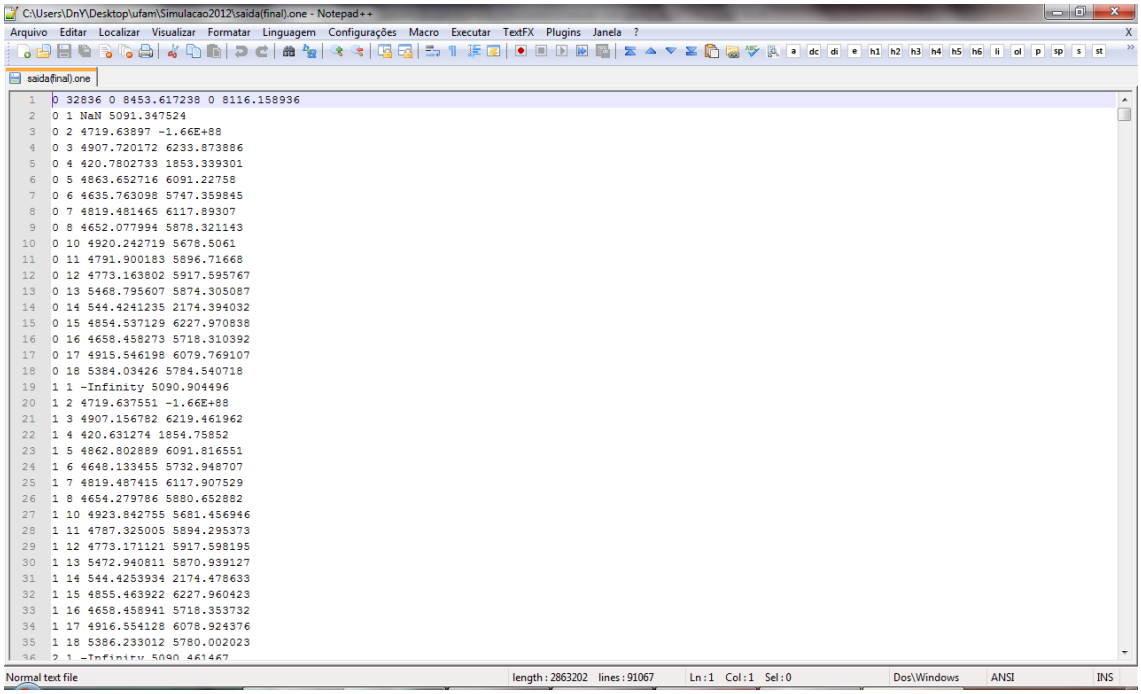
E da mesma forma como foi feito anteriormente, os programas run.bat, run2.bat e run3.bat foram executados em sequencia, como resultado se obtive esse resultado:



Onde com a ajuda novamente do Microsoft Excel, chegou-se nesses valores:

	0	4944	0	8453,617	0	8116,159
	0	32836	0	8331,325	0	7987,794
	0	715	0	8453,617	0	8116,159
	0	1275	0	8453,617	0	8116,159
	0	1148	0	8453,617	0	8116,159
	0	5408	0	8453,617	0	8116,159
	0	6126	0	8453,617	0	8116,159
	0	4272	0	8453,617	0	8116,159
	0	2518	0	8453,617	0	8116,159
	0	482	0	8453,617	0	8116,159
	0	3622	0	8453,617	0	8116,159
	0	714	0	8453,617	0	8116,159
	0	1576	0	8453,617	0	8116,159
	0	10508	0	8453,617	0	8116,159
	0	10807	0	8453,617	0	8116,159
	0	1876	0	8453,617	0	8116,159
	0	2238	0	8453,617	0	8116,159
max=	0	32836	0	8453,617	0	8116,159

Após criado o cabeçalho, ele foi anexado no inicio do arquivo gerado anteriormente, gerando esse arquivo final:



7. Conclusão

A rede DTN é uma rede de comutação de mensagens, diferentemente da Internet que é baseada em comutação de pacotes.

Em resumo, esta segunda parte do trabalho está em pegarmos os dados coletados por algum programa de manipulação de arquivos de GPS como o google earth, o GPSBabel ou o track maker, e depois tracar o limite superior e mínimo do mapa de coleta, latitude e longitude, e colocarmos esses valores dentro de arquivos .gpx gerado.

Tendo a equipe coletado os dados, com esses .gpx gerados, usamos o Bonnmotion para criarmos atraves de dois comandos simples e os .gpx, alguns arquivos, dos quais usamos o arquivo .one gerado para o proximo passo.

Com todos os .one em maos, agora teremos que junta-los, em um arquivo .one apenas. Essa parte leva um grande trabalho, pois o arquivo grande deve seguir um padrao, utilizando cada coordenada gerada obtida. Nossa equipe usou o Calc para manipulacao das colunas, e padronizar o arquivo global necessario. Iremos entao, com todos os dados joga-los no simulador ONE.

A validação do modelo é extremamente importante, pois os simuladores normalmente tendem a parecerem reais e, tanto o modelador como o usuário passam a acreditar nele.

Referências

COUTINHO , Gustavo L. Delay Tolerant Networks (DTN). UFRJ, 2006. Disponível em http://www.gta.ufrj.br/grad/06_2/gustavo/arquitetura.htm. Acesso em: 09/05/2012.

COSTA, Miguel A. B. da. Simulação de Sistemas Parte 1: Introdução à Simulação. São Carlos, 2002. Disponível em: http://www.simucad.dep.ufscar.br/dn_sim_doc01.pdf. Acesso em: 10/05/2012.

LINDGREN, Anders. PHANSE, Kaustubh S. Evaluation of Queueing Policies and Forwarding Strategies for Routing in Intermittently Connected Networks. Lulea University of Technology. Lulea, Suécia, ????.

GUEDES, Raphael M. Escassez de Recursos em Redes Tolerantes a Atrasos e Interrupções. (Dissertação de Mestrado). COPPE UFRJ, 2009.

MOTA, Edjair. Simulação de Sistemas. (Notas de Aula). UFAM, 2012.