



Universidade Federal de Santa Maria
ELC139 - Programação Paralela

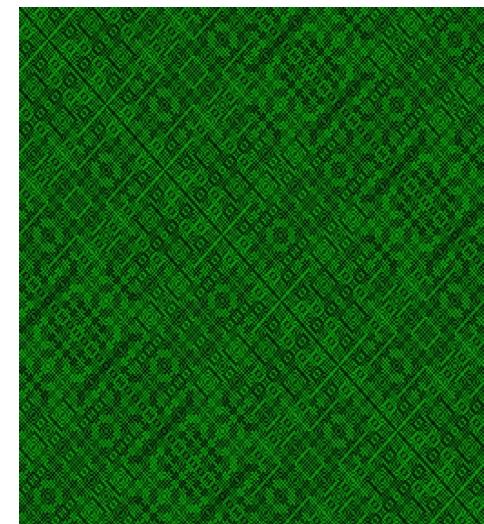
O Mistério dos Primos em OpenMP

Profa. Andrea Charão
DLSC/CT/UFSM

Números primos

- **Primo:** número natural (inteiro não negativo) que só é divisível por 1 e por ele mesmo
- **Aplicações** variadas:
 - ◆ Criptografia
 - ◆ Hashing
 - ◆ ECC (Error Correction Codes)
 - ◆ Geração de números aleatórios
 - ◆ Até arte e entomologia!

2	3	5	7	11	13	17	19	23	29	31	37	41	43
47	53	59	61	67	71	73	79	83	89	97	101	103	107
109	113	127	131	137	139	149	151	157	163	167	173	179	181
191	193	197	199	211	223	227	229	233	239	241	251	257	263
269	271	277	281	283	293	307	311	313	317	331	337	347	349
353	359	367	373	379	383	389	397	401	409	419	421	431	433
439	443	449	457	461	463	467	479	487	491	499	503	509	521
523	541	547	557	563	569	571	577	587	593	599	601	607	613
617	619	631	641	643	647	653	659	661	673	677	683	691	701
709	719	727	733	739	743	751	757	761	769	773	787	797	809
811	821	823	827	829	839	853	857	859	863	877	881	883	887
907	911	919	929	937	941	947	953	967	971	977	983	991	997



Fonte: Mathematics Stack Exchange <http://math.stackexchange.com/questions/43119/real-world-applications-of-prime-numbers>

Computação e números primos

- Como calcular:
 - ◆ Qual o maior número primo?
 - ◆ Quantos números primos até N?
 - ◆ Quais os números primos até N?
 - ◆ Etc.



■ Programação paralela!

The screenshot shows the homepage of the Great Internet Mersenne Prime Search (GIMPS). The header features a portrait of Euclid and the text "2^P-1 MAY BE PRIME!". The main title is "Great Internet Mersenne Prime Search GIMPS" with the subtitle "Finding World Record Primes Since 1996". The navigation menu includes Home, Get Started, Current Progress, Account/Team Info, Reports, Manual Testing, More Information / Help, and a "Donate" button. Below the menu, a "Welcome to GIMPS, the Great Internet Mersenne Prime Search" message is displayed, along with a link to "To join GIMPS, follow these instructions". A "Quick Links" section offers links to Downloads, Stress Test, Known Primes, Progress Overview, Milestones, and History. On the right, a "Today's Numbers" sidebar provides statistics: Teams (970), Users (156,224), CPUs (1,265,300), TFLOP/s (318,423), and GHz-Days (159,211). At the bottom, a banner announces "Largest Known Prime, 49th Known Mersenne Prime Found!!" dated January 7, 2016, with details about the discovery of the prime number $2^{74,207,281}-1$.

Um programa

- Programa que conta números primos até N
- Para N grande, execução demora

$N = 2^{19} = 524288$

Time = ~35,2 s

Intel Core i5 3210M 2.5 GHz

Ubuntu 14.04 LTS

GCC 4.8.2

```
int primes(int n)
{
    int i;
    int j;
    int prime;
    int total = 0;

    for (i = 2; i <= n; i++)
    {
        prime = 1;
        for (j = 2; j < i; j++)
        {
            if (i % j == 0)
            {
                prime = 0;
                break;
            }
        }
        total = total + prime;
    }
    return total;
}
```

O mistério

- Paralelização com OpenMP
- 3 versões paralelas
- **Resultados diferentes!**

$N = 2^{19} = 524288$

Intel Core i5 3210M 2.5 GHz

Ubuntu 14.04 LTS

GCC 4.8.2

Tempos (s)

#Thr	V1	V2	V3
1	35,247178	35,239836	35,244177
2	26,575669	18,822198	18,818169
4	19,451098	15,283371	15,18861

Speedup (Tseq=35,23 / Tpar)

#Thr	V1	V2	V3
2	1,326018773	1,872248714	1,872649565
4	1,8117144852	2,305763303	2,320148848

Eficiência (Speedup / #Thr)

#Thr	V1	V2	V3
2	66,30%	93,61%	93,63%
4	45,29%	57,64%	58,00%

Sua tarefa

- Desvendar o mistério, implementando 3 versões com OpenMP com diferenças
- Fornecer **provas**:
 - ◆ Programas
 - ◆ Números e dados como no slide anterior
 - ◆ **Imagens de execução dos programas**

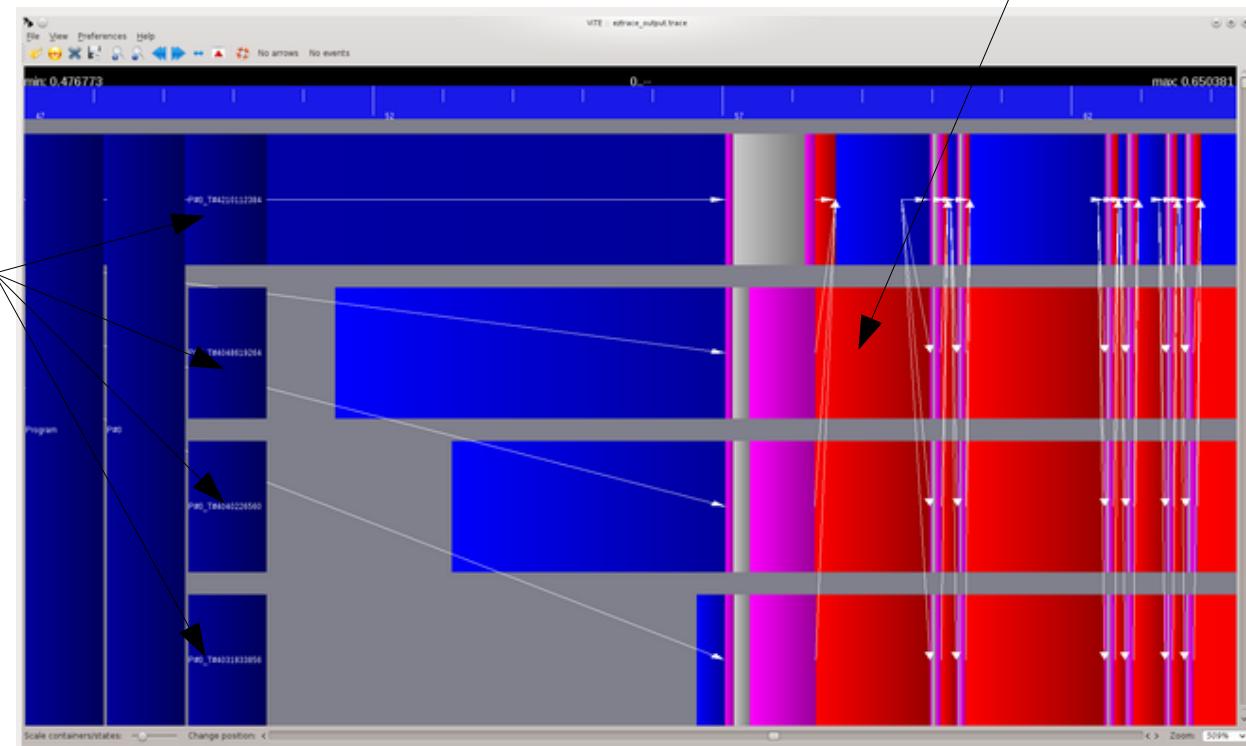


Imagens de execução?!

- Por exemplo, com EZTrace+Vite:

Threads

Execução
bloqueada



Visualização de execução

- Passo 1: rastrear a execução

```
gcc -o prog_openmp prog_openmp.c -fopenmp  
eztrace -t omp ./prog_openmp
```

- Passo 2: visualizar o rastro

```
eztrace_convert -t PAJE /tmp/user_eztrace_log_rank_1  
vite eztrace_output.trace
```

- Outro exemplo de visualizador: Vampir

Referências

- Great Internet Mersenne Prime Search
Disponível em: <http://www.mersenne.org>

- Eztrace: easy to use trace generator
Disponível em: <http://eztrace.gforge.inria.fr/>

- ViTE: Visual Trace Explorer
Disponível em: <http://vite.gforge.inria.fr/>

- Vampir – Performance Optimization
Disponível em: <http://www.vampir.eu>